



TIERRA Y AGUA,
SELVA Y CIUDAD

Seminario Iberoamericano
**Arquitectura y
Construcción con Tierra**

24 al 28 OCTUBRE

Facultad de Arquitectura,
Diseño y Arte . FADA | UNA
Red Iberoamericana PROTERRA
CEDES / hábitat

16^o SIACOT
ASUNCIÓN
2016

MEMORIAS DEL

16º SEMINARIO IBEROAMERICANO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

TIERRA Y AGUA, SELVA Y CIUDAD

Publicación Facultad de ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE / UNA
Red PROTERRA

Editado por Msc. Ing. Célia Neves

Campus San Lorenzo
Mo 2169. Cod. Postal 11001-900
Tel/fax 595 21 58 5558
PARAGUAY

Título *Memorias del 16º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y
Construcción con Tierra*

Sub-título *Tierra y agua, selva y ciudad*

Producción *Coordinación de Publicaciones y Difusión de FADA/UNA*

Año 2016

Palabras clave

arquitectura / construcción con tierra / técnicas constructivas / patrimonio

Registro Catalográfico

Célia Neves (editora)

*Seminario Iberoamericano de Arquitectura y
Construcción con Tierra (16:2016: Asunción, Paraguay)*

*Memorias (recurso electrónico) del 16º Seminario
Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con
Tierra: Tierra y agua, selva y ciudad, realizado en
Asunción, PY, del 24 al 27 de octubre de 2016; Célia
Neves, editora. Asunción: PROTERRA/ FADA-UNA/
CEDES/ hábitat.*

ISBN 978-99953-66-38-4

**1. Arquitectura y construcción con tierra, 2. Técnicas
constructivas. I. Neves, Célia. II Título.**

• ORGANIZADO POR



Red Iberoamericana
PROTERRA



Facultad de Arquitectura,
Diseño y Arte.
FADA / UNA
Universidad Nacional de
Asunción.
Paraguay



Centro de Desarrollo.
Hábitat y Medio
Ambiente.
CEDES/hábitat

• CON EL APOYO DE



CATENARIUS

Ramiro Meyer Cáceres es el autor de la obra, por él denominada "CATENARIUS", objeto de investigación para su Trabajo Final de Grado en el área del Hábitat Popular.

Según explica en una memoria, surge del estudio de una obra de Félix Candela y fue diseñada para ser utilizada en escuelas rurales.

Este Pabellón ha sido tomado como símbolo de este evento, por las cualidades que el autor explica:

"Es (...) una cáscara de mampostería armada de suelo cemento, construida modularmente en etapas, con un encofrado corto y reutilizable -de 10 m de luz, 5,5 m de flecha y 3 m de nave por cada módulo- (...) experimentando con elementos fabricados con tierra del lugar, que facilitan la autoconstrucción y cubren 90 m² de superficie".

El prototipo se realizó en el año 2014, en el Barrio Itá Enramada de Asunción (Calle Ceibo esquina Paseo del Yacht).

ramiromeyer@gmail.com

16º SIACOT

ASUNCIÓN
2016

**Seminario Iberoamericano de
Arquitectura y Construcción
con Tierra**

24 al 28 OCTUBRE

Facultad de Arquitectura,
Diseño y Arte . FADA | UNA
Red Iberoamericana PROTERRA
CEDES / hábitat

siacot.fada.una.py

RED PROTERRA

COORDINADOR GENERAL

Hugo Pereira Gigogne, CL

CONSEJO DE COORDINACIÓN

Hugo Pereira Gigogne, CL (coordinación 2014–2017)

Mariana Correia, PT (coordenação 2011–2014)

Luis Fernando Guerrero, MX (coordenação 2008–2011)

Célia Neves, BR (coordenação 2006–2008)

CONSEJO CONSULTIVO

Célia Neves, BR

Luis Fernando Guerrero, MX

Mariana Correia, PT

Delmy Núñez, SA

Silvio Ríos, PY

CONSEJO CIENTÍFICO

Julio Vargas, PE

Graciela Viñuales, AR

Juana Font, ES

Koenraad Van Balen, Bélgica

Francisco Uviña, MX-USA

COORDINACIÓN GENERAL 16º SIACOT

Silvio Ríos Cabrera

COORDINACIÓN COMITÉ CIENTÍFICO 16º SIACOT

Celia Neves

COMISIÓN ORGANIZADORA DEL 16º SIACOT

Silvio Ríos

César Centurión

Emma Gill Nessi

Cátedra de Hábitat Popular:

Taller de Diseño y Construcción con Tierra

Carlos Núñez Mier

Ricardo Bordón Velázquez

Martha Sanchez

Carolina Aquino

Claudia Netto

Alicia

Fernanda Garicoche

Difusión Gloria Velilla

Asesor Rene Canese Azzi

Extensión Violeta Prieto

Sonia Rodríguez

Lourdes Villalba

Historia y Conservación del Patrimonio

María Gloria González Cáceres

Silvia Rey Méndez

Maricarmen Couchonal

Pasantes Alejandra Ortellado

Rodrigo Samaniego Caballero

Valeria Chávez Florentín

José

TEMAS ABORDADOS

1. *Materiales y técnicas constructivas*
2. *Conservación y restauración*
3. *Arquitectura contemporánea*
4. *Investigación, capacitación, educación y transferencia de tecnología*
5. *Diseño y construcción en áreas húmedas y en la selva*

TALLERES PRÁCTICOS

1. Test Carazas *Wilfredo Carazas con el apoyo de Lourdes Villalba.*
2. Técnicas Mixtas *Lucía Garzón con el apoyo de Carlos A. Núñez Mier.*
3. Adobe *Delmy Nuñez con el apoyo de Carolina Aquino.*
4. Tapial *Patricio Cevallos con el apoyo de Claudia Netto Sisa y Fernanda Garicoche.*
5. Revoques *Luis Fernando Guerrero Baca, con el apoyo de Maricarmen Couchonal.*
6. Bóvedas *Ramón Aguirre con el apoyo de Ricardo Bordón*
7. Pinturas con tierra *Fernando de Paula Cardoso con el apoyo de Alicia Ramírez.*

COMITÉ CIENTÍFICO 16º SIACOT

MSc. Ing. Célia Neves – PROTERRA / Rede TerraBrasil – Brasil (coordinadora)
Arq. Alejandro Ferreiro – FARQ/UDELAR – Uruguay
Arq. Amanda Rivera – Escuela de Construcción en Tierra ECoT – Chile
Dr. Arq. Alexandre Mascarenhas – IFMG – Ouro Preto – Brasil
MSc. Ing. Ariel González – UTN Santa Fe – Argentina
MSc. Arq. Cecília López Pérez – Pontificia Universidad Javeriana – Colombia
MSc. Arq. Fernando Cardoso – UFV – Brasil
Dra. Arq. Graciela María Viñuales – Centro Barro/CEDODAL – Argentina
Dr. Arq. Jorge Tomasi – CONICET/FFyL/UBA – Argentina
PhD. Hist. Juana Font – Fundación Antonio Font de Bedoya – España
PhD. Arq. Maria Fernandes – CEAACP – CdT – Portugal
Dra. Arq. Maria Isabel Kanan – ICOMOS-ISCEAH – Brasil
Dra. Arq. María Teresa Méndez Landa – CECOS/Universidad Ricardo Palma – Perú
MSc. Arq. Maricarmen Couchonnal – FADA/UNA; FEPASA – Paraguay
MSc. Arq. Mirta E. Sosa – CRIATiC/UNT – Argentina
Inga. Mónica Bahamóndez – CNCR – Chile
Dra. Arq. Natalia Jorquera Silva – Departamento de Arquitectura/UCHile – Chile
Prof. Dr. Obede Borges Faria – UNESP – Campus de Bauru – Brasil
Dr. Arq. Rodolfo Rotondaro – UBA/CONICET – Argentina
Ing. Rosa Delmy Nuñez de Hércules – FUNDASAL – El Salvador
Prof. MSc. Arq. Silvia Rey Méndez – FADA/UNA – Paraguay
Ing. Dr. Virgilio Ayala – Universidad San Carlos – Guatemala
Arq. Yago García-Enríquez López – FADA/UNA – Paraguay

Tierra y Agua, Selva y Ciudad

El 16º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, es auspiciado por la Red Iberoamericana PROTERRA y hoy ha reunido a profesionales que trabajan con este material en toda la región, así como a colegas, estudiantes y miembros de comunidades que podrían recurrir a este material como parte de sus experiencias constructivas. La Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte de la Universidad Nacional de Asunción nos brinda hoy este espacio de encuentro.

La tierra se utiliza de formas diversas, en geografías muy distintas, con técnicas que varían según los resultados que se desean obtener. La información disponible y las experiencias acumuladas adecuándose a condiciones locales muy diversas, permite que hoy se disponga de normativas en muchos países de la región. Se conocen ejemplos de arquitectura en tierra en climas secos, húmedos, en sitios con actividad sísmica, entre otros y muchos de ellos son edificios patrimoniales, así como construcciones contemporáneas que recurren a las buenas características físico-mecánicas y térmicas del material y a sus condiciones estéticas en cuanto a color y textura.

El Paraguay tiene una rica tradición de construcción con tierra, al punto de que, haciendo un relevamiento en Asunción y otras ciudades del interior, encontramos un gran número de ejemplos de alta calidad, muchos de ellos con mas de 100 años de edificados, en muy buen estado de conservación. Muchas de estas obras fueron construidas con los recursos que aportaba la selva, como en otros varios países donde la misma forma parte de la geografía e incide en la cultura. Asimismo, conforme la región, el agua fue siempre un elemento presente, por lo que las técnicas constructivas se adaptaron a este recurso y a las condiciones del clima. La arquitectura contemporánea en países como el nuestro, debe tener en cuenta este fuerte condicionante del sitio para dar la mejor respuesta atendiendo las exigencias de confort y sostenibilidad.

Innovación - identidad - sostenibilidad

La construcción con tierra es vista hoy como deseable, al recurrirse a un material sustentable, que está disponible y sobre el que se vienen realizando investigaciones – a nivel Iberoamericano y en nuestro país – con miras a dotarlo del necesario bagaje de información científica para su uso normalizado. El Seminario Taller que hoy tiene lugar, realizado con la colaboración de la Red PROTERRA, ayudará a sumar experiencias, a conocer más acerca de este polifacético material y sobre las formas en que es utilizado en la región iberoamericana.

Bienvenidos !!

SUMARIO

MATERIALES Y TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

Artículo Científico

Validación ante norma chilena de sistema constructivo en madeira, fardos de paja y tierra

Romina Acevedo Oliva, Oscar Carrillo Zúñiga

Utilización de suelos procedentes de la colmatación de los diques para la fabricación de BTC

Carlos E. Alderete, Lucia E. Arias

La arquitectura tradicional de tierra en los pueblos de España. El caso de Titaguas (Valencia)

Laura Balaguer Garzón, Camilla Mileto, Fernando Vegas López-Manzanares

A influência da superfície específica e do teor de pigmentos de solos sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil

Fernando de Paula Cardoso, Rita de Cássia Silva Sant'Anna Alvarenga, Anôr Fiorini de Carvalho, Thainá Silveira Garcia Mendes

Desenvolvimento de argamassas de revestimento no Vale Histórico Paulista, Brasil

Andrea Cavicchioli, Guillermo Rolón, Lauro Maia Cavalcanti, Joseane Fontaine

Efeito da percentagem de finos no desempenho de adobes com ativação alcalina

Adriano da Silva Félix, Beatriz Lemos Santiago, Raimundo Gonçalves Ribeiro Neto, Brunna Lima de Almeida Victor Medeiros, Normando Perazzo Barbosa, Khosrow Ghavami

Optimización geométrica de trazados funiculares en el diseño de bóvedas de BTC para forjados

F. Javier Gómez Patrocinio, Adolfo Alonso Durà, Camilla Mileto, Fernando Vegas López-Manzanares

Evaluación del comportamiento térmico del Palacio de Puruchuco, ubicado en el Valle del Rimac. Lima, Perú

María Angélica Guevara Lactayo, Bellice Ego-Aguirre Bazan

Análisis comparativo de la huella hídrica entre la técnica de tierra vertida compactada (TVC) y blocks de cemento

Mayra Marcela Rendón Olvera, Armando Vicente Flores Salazar, Gerardo Fajardo San Miguel

La arquitectura de tierra y su restauración en la Comarca de la Mancha del Júcar (Albacete, España)

Lidia García-Soriano, Camilla Mileto, Fernando Vegas, Laura Villacampa Crespo

Orígenes y desarrollo de la tradición constructiva de tapia en la región de Tepeyahualco, México

María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes, Luis Fernando Guerrero Baca

Informe Técnico

Comparativa de resistencia mecánica a la compresión de tierra vertida con dos estabilizantes

Yolanda Aranda, Erick Zarazua, Edgardo Suarez

Adobes estabilizados con materiales reciclados

Estefany Kristel Farías Esquivas, Oscar Andrés Paz Cáceres, María Teresa Méndez Landa

Estabilização alcalina de solos cauliniticos para fabricação de adobes

Adriano da Silva Félix, Beatriz Lemos Santiago, Raimundo Gonçalves Ribeiro Neto, Normando Perazzo Barbosa, Brunna Lima de Almeida Victor Medeiros, Khosrow Ghavami

El techo de mojinete como parte de la arquitectura vernácula y su connotación térmica, Moquegua, Perú

María Angélica Guevara Lactayo, Liliana Elisa Román Chipoco

La arquitectura de tierra en la región de Murcia (España): técnicas constructivas y localización

Francisco Javier López Martínez, Vincenzina La Spina, José Enrique Segura Valera

Análise macro-mecânica da terra como revestimento externo com reforço de fibras

Larissa Castro de Oliveira, João da Costa Pantoja

El adobe en la arquitectura tradicional del Aragón (España). Metodología de estudio

Laura Villacampa Crespo, Camilla Mileto, Fernando Vegas López-Manzanares, Lidia García Soriano

CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

Artículo Científico

La conservación de la arquitectura de tierra de inmuebles con valor ambiental

María de Lourdes Abad Rodas, Diana Idrovo Carpio

El bahareque en la arquitectura prehispánica colombiana

Cecilia López Pérez

Restauración de la Iglesia de San Andrés Apóstol de Pachama (Chile)

Lucía Otero Giménez

Fazendas do interior do Brasil: análise sobre a conservação e disseminação de técnicas construtivas

Rosana S.B. Parisi, Aline Prado Costa, Gustavo Fardin Broglio, Pedro Buscarioli Rogatto, Fabrício de Souza Rodrigues

La construcción con tierra en Guatemala, Patrimonio Cultural de la Nación

Javier Quiñónez Guzmán, Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, Edgar Virgilio Ayala Zapata

Construcciones militares en tierra durante el proceso de expansión territorial del Estado Argentino (siglo XIX)

Guillermo Rolón, Ángela Sánchez Negrette

Pérdida de edificaciones en tierra en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca- Ecuador

María Eugenia Siguencia, Silvana Vintimilla Andrade, Silvia Auquilla Zambrano

Informe Técnico

Edificaciones en tierra intervenidas en la campaña de mantenimiento de San Roque, Cuenca, Ecuador. Métodos visuales en la fase de diagnóstico

María Cecilia Achig-Balarezo, Gabriela Barsallo, Juan Carlos Briones, César Piedra

Consideraciones para la conservación de la arquitectura de tierra en Bolivia

Esdenka Araoz Acosta

Envolvente histórico para una obra de arquitectura contemporánea

Gustavo Glavinich, Laura Luraschi, Silvio Ríos, Mariana Glavinich

El patrimonio arquitectónico vernáculo en el Proyecto Qhapaq Ñan en la Rioja

Luis Alfredo Orecchia, Eduardo Enrique Brizuela

Consolidación estructural del Conjunto Iglesia la Merced de Rancagua, Chile

Álvaro Riquelme Bravo

ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

Artículo Científico

Arquitectura vernácula chipaya para interpelar los hábitats del medio y re-conceptualizar el “habitar”

Humberto Candia Goytia

El adobe: factores históricos gatillantes en la pérdida de la cultura constructiva en Chile

Rodrigo Pérez

Las estufas de secado de tabaco en Salta. Problemáticas de un parque edilicio en refuncionalización

Guillermo Rolón, Carola Herr, Paula Jerez Lazo, Ailén Fernández, Marcos Lamas

Informe Técnico

La Casa de las Rocas, arquitectura de hoy con la aplicación de saberes ancestrales

Fausto Cardoso Martínez

Techos de torta de barro y su innovación tecnológica en el valle árido de Tucumán-Argentina

Pablo Rubén Dorado, Gabriela Soledad Varela Freire, Stella Maris Latina, Mirta Eufemia Sosa

Sistema de gestión y producción en la arquitectura de tierra

Irene Cecilia Ferreyra

Arquitectura contemporánea en Bolivia

Raúl A. Sandoval Tejada, Claudia G. Sandoval Calderón

El uso del tapial en la Cordillera Oriental Salteña, Comunidad de Nazareno

Natalia Soledad Veliz

INVESTIGACIÓN, CAPACITACIÓN, EDUCACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Artículo Científico

Hábitat Mbyá Guaraní. Uso de tecnologías sustentables y metodologías participativas

Pablo Abiuso, María Andrea Benitez, Andres Rogers

Desafíos de los procesos de producción y construcción en adobe en América Latina

Gabriela García, Jorge Amaya, Santiago Ordóñez

La construcción de adobe en la memoria y no en la práctica, Malinaltenango, México

Aarón David Piña Martínez, Martha Leticia Hernández García

Marcos normativos de la construcción con tierra. Avances en Argentina y México

Rodolfo Rotondaro, Yolanda Aranda, Ariel González

Tecnología social y construcción con tierra para micro emprendimientos barriales en Argentina

Rodolfo Rotondaro, Fernando Cacopardo

Los factores de riesgo del Mal de Chagas y su relación con la construcción con tierra

Guillermo Rolón, Pablo Rubén Dorado, Gabriela Varela Freire, Joaquín Olivarez

Informe Técnico

Enseñanza y difusión de la arquitectura con tierra en un ámbito universitario

Eduardo Enrique Brizuela, Verónica Mariana Vargas

Resultados en la enseñanza del diseño de arquitectura con tierra

Alejandro Ferreiro, Helena Gallardo, Javier Márquez

Capacitación restauración de fachadas Belén, Región de Arica y Parinacota, Chile

Camilo Giribas Contreras

Investigación de las técnicas de construcción con tierra en el Noroeste Argentino (NOA)

Stella Maris Latina, Mirta Eufemia Sosa

La arquitectura de tierra en el litoral argentino. Materiales, técnicas y prácticas

Ángela Sánchez Negrette, Edgar Antonio Piñeiro

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN EN ÁREAS HÚMEDAS Y EN LA SELVA

Artículo Científico

Identificación de estabilizantes en la arquitectura de tierra prehispánica en el Golfo de México

Annick Daneels, Alfonso Romo de Vivar, Pedro Morales Puente, Areli Linares Jurado

Biodeterioro de construcciones de tierra y su interacción con agentes ambientales

Guillermo Rolón, Andrea Cavicchioli, Alejandra Fazio, Gabriella Cilla, Mariana Romiti

Informe Técnico

Casa “Uê”: nueva obra contemporánea con tierra en un ecosistema de páramo en Colombia

Lucía Esperanza Garzón

Tierra y agua, selva y ciudad

Silvio Rios Cabrera, Emma Gill Nessi



MATERIALES Y TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS



VALIDACIÓN ANTE NORMA CHILENA DE SISTEMA CONSTRUCTIVO EN MADERA, FARDOS DE PAJA Y TIERRA

Romina Acevedo Oliva¹; Oscar Carrillo Zúñiga²

Centro de Educación Medioambiental Manzana Verde / Estudio Tribal, Chile

¹romina@estudiotribal.cl; ²oscar@estudiotribal.cl

Palabras Claves: Eficiencia energética, reinterpretación arquitectura patrimonial, madera, fardos de paja, tierra

Resumen

El siguiente trabajo se orientó en validar ante la normativa de construcción vigente en Chile un sistema constructivo basado en bio-materiales locales sustentables: madera, fardos de paja de trigo y tierra; materiales que representan en gran medida el patrimonio constructivo en Chile y además son de baja huella de carbono e incluso sumideros de carbono. Se construyeron en total ocho muros de ensayo para someter a cuatro estudios técnicos en laboratorios validados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), los cuales fueron: comportamiento al fuego en el IDIEM de la Universidad de Chile; transmitancia térmica, estructural de compresión lateral y estructural de compresión vertical en el Laboratorio CITEC de la Universidad del Bio-Bio. Los resultados fueron; por un lado, una resistencia térmica (R_t) de $6,67 \text{ m}^2\text{k/W}$ superior en 11 veces a lo exigido para la zona térmica donde se encuentra la ciudad de Concepción; por otra lado, una resistencia al fuego (F) mayor en 8 veces para muros perimetrales de una vivienda de menos de 140 m^2 y de 4 veces para aquellas de superficies superiores a 140 m^2 ; y por último, la necesidad de estructurar con diagonales metálicas o en madera los paramentos de muro según calculo estructural individual de cada proyecto. El estudio contó con el financiamiento de Fondos de Innovación de Innova Bio-Bio Chile y la participación de diversas instituciones y organizaciones. Los resultados permiten el ingreso de proyectos de arquitectura que usen este sistema constructivo en cualquier Dirección de Obras Municipales del país, además de proporcionar los informes exigidos por el Servicio de Vivienda y Urbanización de Chile (SERVIU) para construir vivienda social subsidiada con estos materiales.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Aspectos culturales

La cultura constructiva asociado a la tierra en América, desde un punto de vista histórico, consta desde épocas precolombinas y sólo decae en las primeras décadas del Siglo XX en Chile, según Jorquera (2014); por otro lado, la arquitectura en tierra es por si misma una expresión de la arquitectura vernácula, tomando en consideración a los autores del libro "Casas Hechas a Mano" (May, Reid, 2010) que definen que la arquitectura vernácula, por su propia naturaleza, utiliza materiales que son fácilmente disponibles y, por tanto, se circunscriben a las condiciones geográficas, ecológicas y climatológicas del lugar. Actualmente, desde varios movimientos culturales se plantea el retorno a la construcción con tierra y materiales locales impulsado por la necesidad de sostenibilidad en el planeta, desde el punto de vista de la disponibilidad de recursos e igualdad social, tal como lo plantea el "Laufen Manifiesto" (Heringer, Lepik, 2014), donde se propone la expresión de la identidad local y la comprensión del territorio como ejes del nuevo hábitat humano.

Los desafíos de la construcción con tierra y su adaptación a modos de vida urbana contemporánea, la imagen de la modernidad y la cultura global son también puntos a considerar desde la misma enseñanza de la arquitectura, tal como lo plantea Rodríguez Larain (2013), donde también se plantea la necesidad de investigar sistemas constructivos que representan nuestra cultura local y que precisan cumplir con estándares técnicos modernos para proyectar su uso a futuro

1.2 Aspectos técnicos

En Chile, el desarrollo sustentable está definido en la Ley N° 19.300 de Bases del Medio Ambiente (2011, p.2) como “el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras”. Uno de los grandes desafíos que plantea el desarrollo sustentable es la construcción, por tal razón en 2012 se firmó un convenio marco de colaboración entre el Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía y Ministerio del Medio Ambiente con el objetivo de coordinar, promover, difundir y fomentar la construcción sustentable en el país.

A nivel internacional, los países que participaron en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en Kyoto, Japón, en diciembre de 1997 redactaron conjuntamente un acuerdo internacional sobre el calentamiento global conocido como el Protocolo de Kyoto. Los países que aprueban el documento se comprometen a reducir las seis categorías de gases de efecto invernadero (GEI). En la mayoría de los países industrializados, el gas más importante de efecto invernadero emitido es el dióxido de carbono (CO_2), que representan el 80% a 85% del total de GEI.

Los materiales para la construcción se pueden dividir entre los que son fuentes netas de CO_2 y aquellos que son sumideros de CO_2 . Por un lado se encuentran los metales, materiales sintéticos derivados del petróleo y los cementicios; por otro lado, están los materiales naturales orgánicos de bajo tratamiento industrial, que tienen la capacidad de absorber CO_2 durante la fase de crecimiento propio de las plantas (MacMath, Fisk, 1999). La figura 1 presenta un listado de materiales comunes en la construcción, en ella se constata los fardos de paja como principal sumidero de CO_2 .

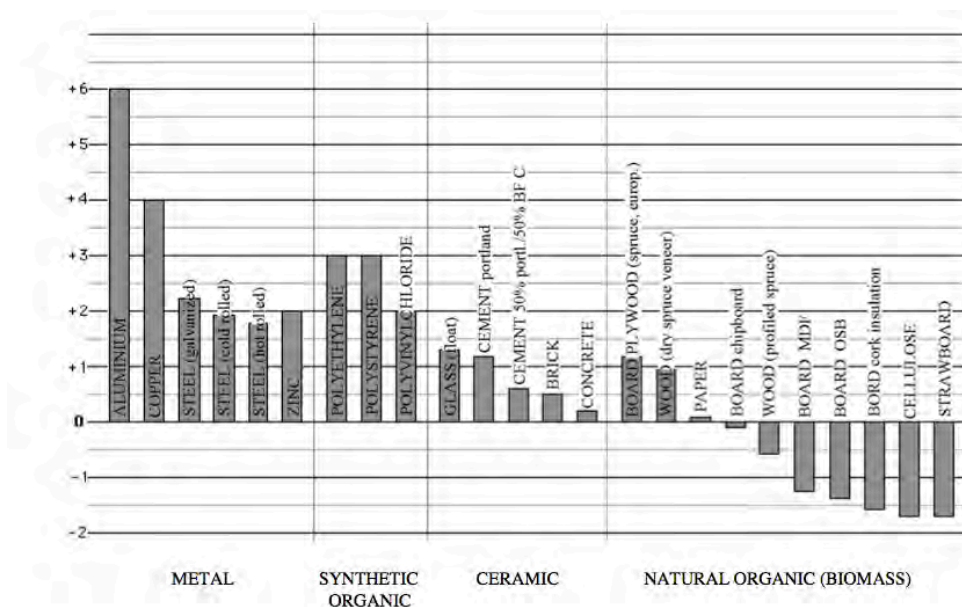


Figura 1. Tabla comparativa de materiales para la construcción (MacMath, Fisk, 1999)

Se intenta validar un sistema constructivo en Chile que posea los atributos ambientales que tienen los fardos de paja y las referencias al patrimonio constructivo que representa el uso de tierra, con este objetivo se realizaron los estudios mínimos para validar un sistema constructivo establecidos en la actual regulación constructiva en Chile, patente en la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC) y su Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) y Normas Chilenas de Construcción (NCh).

2. MÉTODO

2.1 Definición del sistema constructivo a ensayar

Para el presente estudio se definió un sistema constructivo el cual es un elemento estructural destinado a uso como muro divisorio o perimetral de edificios, formado por fardos de paja confinados en una estructura de madera, dispuestos en aparejo tipo "pandereta". Los fardos poseen una densidad aproximada de 90 kg/m^3 y dimensiones de $1 \text{ m} \times 0,45 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$, aproximadamente. La estructura confinante se compone en su totalidad por madera de pino con impregnación por vacío (IPV) de $2'' \times 3''$ ($45 \text{ mm} \times 69 \text{ mm}$), más placa de OSB de 15 mm . Los elementos verticales se distancian al ancho de dos fardos de paja y se componen de dos pies derecho distanciados a $0,30 \text{ metros}$ a eje en sentido perpendicular al muro, con travesaños de $0,25 \text{ m}$. Los elementos horizontales se configuran de manera similar, incorporando travesaños de $0,25 \text{ metros}$ cada $0,43 \text{ metros}$ a eje. Por la cara interna de los componentes verticales y horizontales, se refuerza con placa de OSB de 15 mm . Sobre las caras de muro se aplica un primer revoque de imprimación en base a tierra arcillosa de alta plasticidad (TAAP) y arena de río, en proporción $1:1$, el cual debe penetrar 3 cm dentro del fardo de paja. Posteriormente, una vez seco la capa anterior, se aplica un segundo revoque en base a TAAP, arena y paja de trigo picada en proporción de $1:2:1$, con un espesor de 3 cm interior y 4 cm exterior. Se completa el muro con un último revoque en base a TAAP y arena en proporción de $1:3$ al cual se le agrega 10% de cal hidratada a la mezcla, con un espesor de 1 cm interior y exterior. El ancho total del muro es de 44 cm (figura 2).

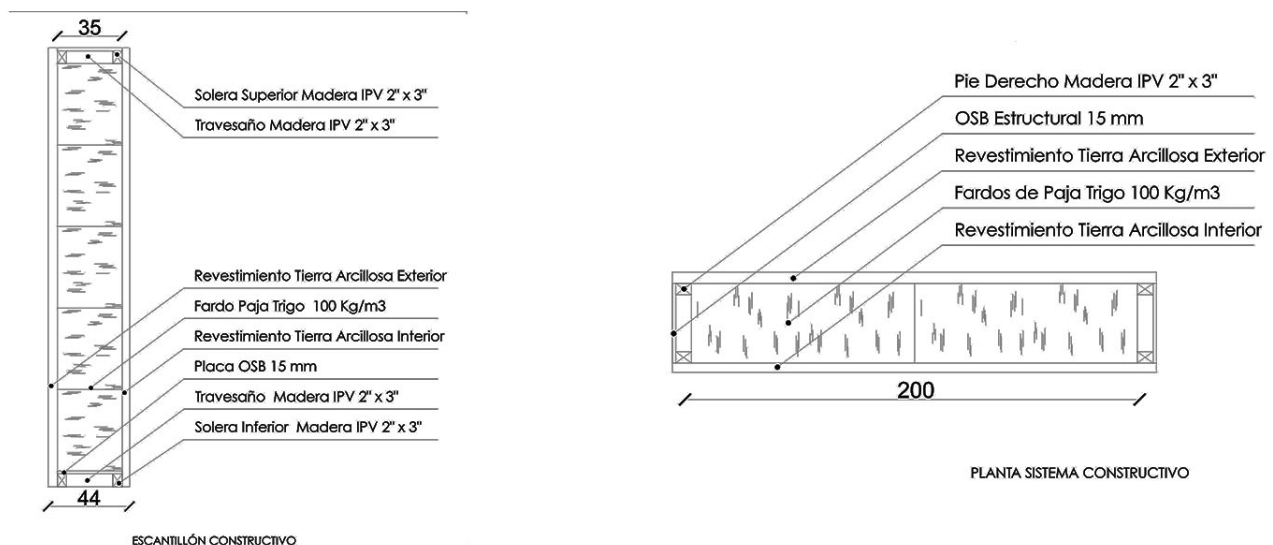


Figura 2. Escantillón constructivo y planta del sistema constructivo

2.2 Estudios según normativa vigente

La actual normativa de construcción en Chile exige la comprobación técnica de las cualidades físicas de los elementos que conforman el muro para permitir su uso en todo el país, de esta forma se construyeron 8 probetas para los 4 ensayos mínimos para validar un nuevo sistema constructivo en Chile

2.2.1. Estudio de transmitancia térmica (NCh851:2008)

Estudio realizado en los Laboratorios del Centro de Investigación de Tecnológicas de la Construcción (CITEC) de la Universidad del Bio-Bio y tiene el objetivo de precisar la resistencia térmica del sistema constructivo, de tal forma poder cumplir con las exigencias de las 7 zonas térmicas en las cuales esta dividido Chile según la normativa actual. El muro de prueba se construye dentro de un bastidor determinado de $1,38 \times 1,54 \text{ metros}$ el cual después se introduce dentro de una termocúpula que registra la transmitancia térmica (U) la

que a su vez permite conocer la resistencia térmica (R_t) de una solución constructiva al dividir el número 1 por el U. La solución ensayada sólo fue a partir de un fragmento de muro, lo cual no incluyó elementos de madera ni placas, sólo los fardos de paja y los revocos en tierra cruda (figura 2).

2.2.2. Estudios de carga horizontal (NCh802:1971)

El Estudio fue realizado en los Laboratorios de CITEC de la Universidad del Bio-Bio y buscó calcular la máxima carga horizontal que puede soportar el muro. Se construyeron 3 probetas de ensayo de un ancho de 2 metros de largo x 2,4 metros de alto x 0,35 metros de ancho, sin revestimientos en tierra. Las probetas fueron sometidas a esfuerzos en la parte lateral del muro por medio de un pistón que le aplica cargas en un intervalo de 5 minutos, aumentando gradualmente la fuerza hasta el colapso estructural del muro de ensayo. Los resultados se promediaron entre todas las probetas ensayadas (figura 2).

2.2.3. Estudios de compresión vertical (NCh801:2003)

Realizado también en laboratorios de CITEC de la Universidad del Bio-Bio y tuvo como objetivo calcular cuanto carga soporta un muro aplicada en la parte superior de la probeta de un ancho de 2 m de largo x 2,4 m de alto x 0,35 de ancho, sin revestimientos en tierra. El estudio también requirió la construcción de 3 muros los cuales se sometieron a un peso controlado en la parte superior del muro por medio de un pistón que le aplica cargas en un intervalo de 5 minutos, aumentando gradualmente la fuerza hasta el colapso estructural del muro de ensayo. Los resultados se promediaron entre todas las probetas ensayadas (figura 2).

2.2.4. Estudio comportamiento al fuego (Nch935/1:1997)

Estudio llevado a cabo en laboratorio IDIEM de la Universidad de Chile y tiene como finalidad determinar el retardo al fuego en minutos de un muro de construcción. Se construyó un muro de ensayo de medidas 2,2 m de ancho, 2,4 m de alto y 0,42 m de ancho. La solución ensayada incluyó todos los elementos constituyentes del muro: madera aserrada, placas de madera y terminación en tierra. El muro se introduce para su ensayo dentro de un bastidor, cuya cara interna queda dentro de un horno, el cual quema de forma controlada la probeta. El ensayo se detiene en el momento que la llama de fuego traspasa el muro o cuando la emisión de gases o temperatura supera los límites establecidos por la norma o en último caso cuando se sobrepasa el tiempo contratado para el ensayo (figura 3).



Figura 3: Descripción de ensayos de transmitancia térmica, carga horizontal, carga vertical y comportamiento al fuego

3. RESULTADOS

3.1 Estudio comportamiento al fuego

El ensayo realizado en el IDIEM constato un retardo de 120 minutos a la acción del fuego (F-120), lo cual significo el máximo del estudio contratado, pudiendo haber logrado resultados superiores, sin embargo F-120 se considera la resistencia de un muro cortafuego, lo cual permite construir cualquier tipo de muro, considerando las exigencias es F-30 para casas sobre 140 m² y solo F-15 para viviendas de menor metraje.

3.2 Estudio estructural de corte (carga horizontal)

El sistema constructivo soporta en su alto de 2,4 metros un total de 400 kg aplicado lateralmente, lo cual no fue tan positivo ya que se estimaba pudiera soportar 700 kg; sin embargo la solución es colocar diagonales metálicas o de madera que puedan soportar los esfuerzos horizontales.

3.3 Estudio estructural de compresión (carga vertical)

El sistema constructivo soporta en su largo de 2 metros de un total aproximado de 18.000 kg fuerza, lo cual es muy positivo cuando se calcule el peso de una vivienda. El resultado significará que el calculista del proyecto podrá suponer una construcción de hasta 2 pisos y una techumbre tan pesada como de arcilla cocida.

3.4 Estudio de transmitancia térmica

Los resultados del estudio térmico fueron de una resistencia térmica (Rt) de 6,67 m²k/W y una transmitancia (U) de 0,151 W/m²k; resultados que sobrepasan con creces el requerimiento de la zona térmica 7 de Chile el cual debe ser mayor a una Rt de 1,67 m²k/W y menor a un U de 0,59 W/m²k

ESTUDIOS			
	Térmico	Estructural	Al Fuego
NORMATIVA VIGENTE	Artículo 4.1.10 O.G.U.C. NCh. 853/2007	NCh. 801 y NCh 802	Artículo 4.3.2, 4.3.3 4.3.4 de la O.G.U.C. NCh 935 Of. 97
DESCRIPCIÓN DE LA NORMATIVA	Fija Resistencias Térmicas mínimas según Zona Térmica; y formas de cálculo de Resistencia Térmica de Materiales para la Construcción	Determina exigencias, resistencia a la Compresión y Corte de Paneles Estructurales.	Establece Resistencias mínimas a la Acción del fuego dependiendo del tipo de Muro; y Norma la resistencia al Fuego de Soluciones Constructivas
EXIGENCIA NORMATIVA	Zona Térmica N° 4 (Concepción, Chillán, Los Angeles) Resistencia Térmica (Rt) de Muros debe ser superior a 0,58 M2k/W	Depende de cada proyecto específico.	F-15: Muros Perimetrales vivienda menor a 140 m2. F-30: Muros perimetrales viviendas mayores a 140 m2. F-60: Muros Medianeros. F-120: Muros Cortafuego
LABORATORIO ACREDITADOR	CITEC UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO	CITEC UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO	IDIEM UNIVERSIDAD DE CHILE
RESULTADO ESTUDIO	Rt: 6,67 M2k/W	Ensayo a la Compresión: superior a 20.000 Kgf. Ensayo al Corte: 267 Kgf	Resistencia superior a 120 minutos (F-120)
EVALUACIÓN RESULTADO	Superior en 1.100% exigencia Zona Térmica 4 y superior en 400% a la Zona Térmica 7 (zonas más heladas del país)	A la compresión da la posibilidad de construir en 2 pisos. Al corte exige incorporar diagonales metálicas o de madera según cálculo estructural específico	Implica que todos los muros construidos con Fardos de Paja y Revestimiento de Tierra son considerados Muros Cortafuego

Tabla 1: Tabla de resumen de resultados del sistema constructivo validado

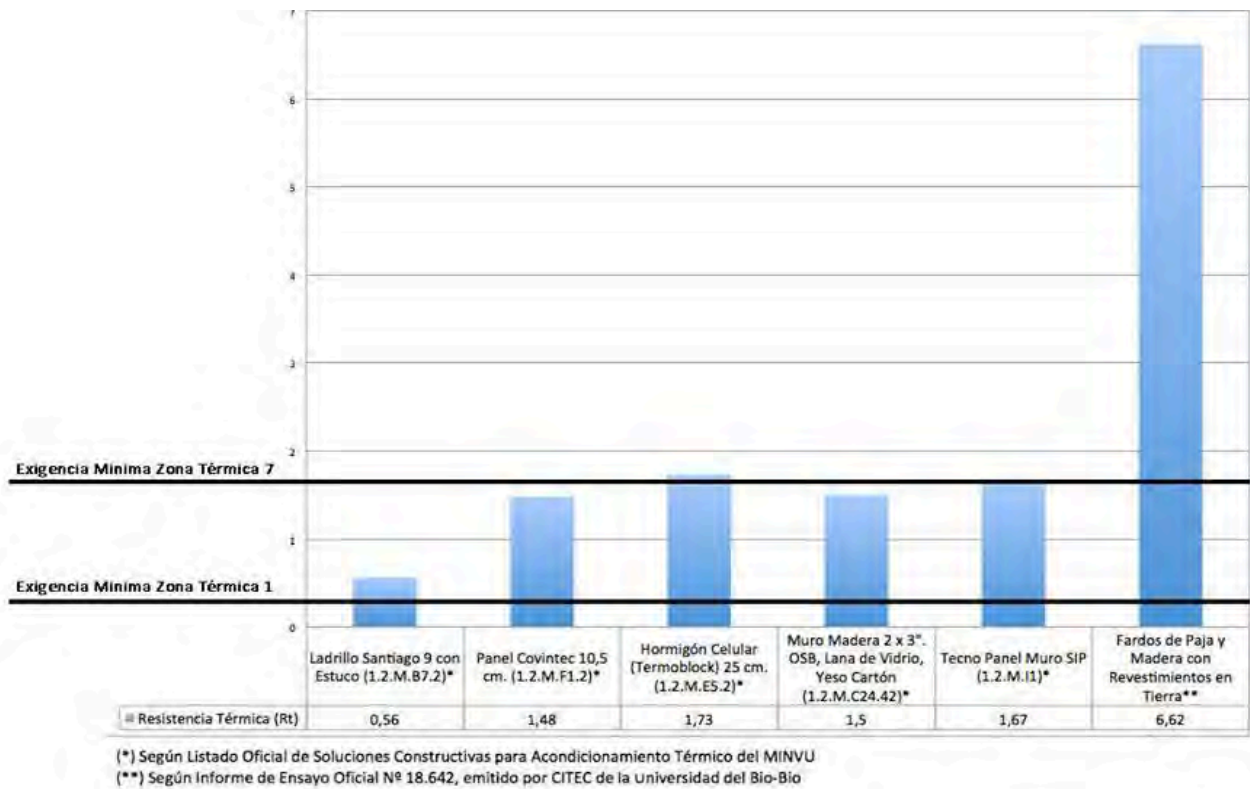


Figura 4: Tabla comparativa de resultados de resistencia térmica de sistemas constructivos de amplio uso en el mercado de la construcción en Chile y sistema constructivo estudiado

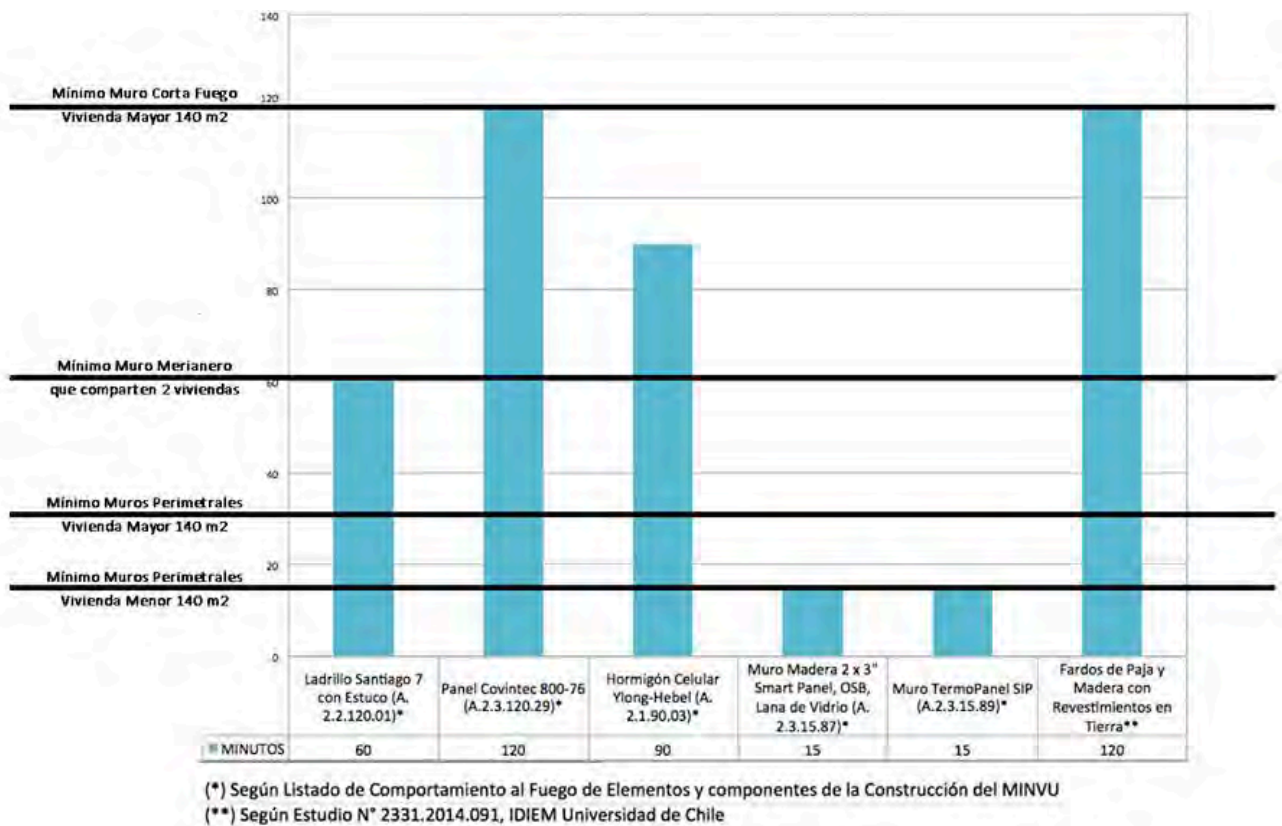


Figura 5: Tabla comparativa de resultados de resistencia al fuego de sistemas constructivos de amplio uso en el mercado de la construcción en Chile y sistema constructivo estudiado

4 CONCLUSIÓN

Se trabajó en la validación de un sistema constructivo atípico, que no se encuentra en ferreterías o empresas dedicadas a la construcción de forma habitual, lo cual presenta una dificultad en la masificación de este sistema constructivo y otros que usen bio-materiales que han demostrado tener parámetros para ser considerado un material de alta sustentabilidad.

Por un lado el desempeño a la acción del fuego significa que es posible construir viviendas con muros con un retardo superior en 4 veces a lo exigido para muros perimetrales; por otro lado, su también excelente desempeño térmico implican que se puede construir muros que necesitan mínimos gastos en calefacción, superior en 11 veces a lo exigido por la normativa actual; por último, desde el punto de vista estructural, se ha podido determinar que la estructura soportante ante sismos debe ser sólo calculada a través del uso de madera y la inclusión de elementos metálicos depende el caso, lo cual puede ser demostrada sólo a través de calculo estructural.

El estudio no contempló ensayos acústicos, por tal razón no es posible construir viviendas de agrupación pareada ni continua, donde es necesaria la determinación de la reducción acústica para cumplir con los estándares normativos actuales en Chile.

La construcción con fardos de paja y tierra cruda en Chile necesita más estudios técnicos y de procesos para ser competitiva en el mercado de la construcción, sin embargo los resultados abren un camino importante para la construcción con materiales locales tradicionales sustentable.

Los resultados permiten el ingreso de proyectos de arquitectura que usen estos sistemas constructivos en cualquier dirección de obras municipales del país, además de proporcionar los informes exigidos por el Servicio de Vivienda y Urbanización de Chile (SERVIU) para construir vivienda social subsidiada con estos materiales; por último, facilita la obtención de créditos bancarios para la construcción de inmuebles que usen este sistema constructivo. Esta información se encuentra abierta y disponible¹ para todos los arquitectos, constructores y maestros que se interesan en realizar proyectos con este sistema constructivo; adicionalmente facilita la regularización de un tipo de construcción que representa una forma ecológica, simple y económica de construir nuevas ciudades, con foco en la sustentabilidad y la cultura local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Heringer, A; Lepik, A. (2014). Laufen Manifiesto, for a humane desing culture. AV proyectos 061 2014

Jorquera, N. (2014). Culturas constructivas que conforman el patrimonio chileno construido en tierra. Revista AUS, Edición 16-2014

Ley Nº 19.300, sobre Bases generales del medio ambiente (2011). Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente. Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/articles-51743_Ley19300_12_2011.pdf

MacMath, R.; Fisk, Pliny (1999). Carbon dioxide intensive ratios: a method of evaluating the upstream global warming impact of long-life building materials. Disponible en: <http://goo.gl/e22hHH> (17 de septiembre de 2015)

May, J; Reid, A. (2010). Casas hechas a mano y otros edificios tradicionales. Ediciones Blume

NCh 802:1971. Arquitectura y construcción - Paneles prefabricados - Ensayo de carga horizontal. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Normalización

NCh801:2003. Elementos de construcción - Paneles - Ensayo de compresión. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Normalización

NCh851:2008. Aislación térmica -Determinación de propiedades de transmisión térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas - Cámara térmica calibrada y de guarda. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Normalización

¹ www.manzanaverde.org

NCh853:2014 Componentes y elementos para la edificación - Resistencia térmica y transmitancia térmica - Método de cálculo. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Normalización

NCh935/1:1997. Prevención de incendio en edificios - Ensayo de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general. Santiago, Chile: Instituto Nacional de Normalización

Rodríguez Larain, S (2013). Aportes de la enseñanza de la arquitectura en tierra a la mitigación de riesgos. Lima, Perú: Ediciones Pontificia Universidad Católica del Perú

AGRADECIMIENTO

La realización de todos los estudios fueron posibles gracias a los aportes de fondos de Innovación de “Innova Biobio” de CORFO y la colaboración de la Red Chilena de Construcción con Fardos de Paja, la Universidad del Bio-Bio, IDIEM de la Universidad de Chile, al arquitecto Juan José García, al Ingeniero Calculista Oscar Gutiérrez y un gran equipo de Voluntarios que permitió la construcción de los 8 muros de ensayo para los 4 estudios.

AUTORES

Romina Acevedo Oliva, Arquitecto Universidad del Bio-Bio. © Magister en Hábitat Sustentable y Eficiencia Energética en Universidad del Bio-Bio. Diplomado Construcción en Tierra “Tradición e Innovación” PUC. Ha desarrollado y construido diversos proyectos en técnicas mixtas en Tierra. Co-fundadora de la ONG Manzana Verde y Estudio Tribal, ejecutando proyectos de los Ministerios de Medioambiente, Desarrollo Social y Vivienda y Urbanismo; Embajada de Canadá, Unión Europea; y Fondos de Innovación e investigación de CORFO e Innova Bio-Bio.

Oscar Carrillo Z., Arquitecto Universidad del Bio-Bio. Diplomado en Gestión del Patrimonio Cultural de la Universidad de Concepción. Se ha desempeñado en la SEREMI MINVU y SERVIU Región del Bio-Bio; en programas de Rehabilitación del Patrimonio en Tierra. Co-fundador de la ONG Manzana Verde y Estudio Tribal, ejecutando proyectos estatales; Embajada de Canadá, Unión Europea; y Fondos de Innovación e investigación de CORFO e Innova Bio-Bio.



UTILIZACIÓN DE SUELOS PROCEDENTES DE LA COLMATACIÓN DE LOS DIQUES PARA LA FABRICACIÓN DE BTC

Carlos E. Alderete¹, Lucia E. Arias²

Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME) - Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina

¹calderete18@hotmail.com; ²ely_arias@hotmail.com

Palabras clave: sustentabilidad, embalses, suelo sedimentado, bloques

Resumen

Es conocido por todos la importancia que tiene la preservación de los recursos naturales cuando se refiere a medio ambiente, a sustentabilidad, a ecología, etc. y, en particular, al cuidado del uso del agua en cada rincón del planeta. En la provincia de Tucumán, Argentina, existe una red importante de pequeños embalses o diques niveladores construidos para regular la crecida descontrolada de ríos en épocas estivales y como embalses de agua destinados al consumo de poblaciones o al riego de campos útiles para la agricultura. En la actualidad, la gran mayoría de ellos están fuera de uso por encontrarse colmatados por el arrastre de sedimentos, que fueron depositándose a través de los años hasta inutilizarlos completamente. Su limpieza o dragado resulta demasiado oneroso, por lo cual dejaron de cumplir con el fin para el cual fueron construidos. Atento a ello, se propuso investigar sobre la posibilidad de utilizar los suelos sedimentados, con el objeto de poder fabricar bloques de tierra compactada (BTC), que sirvieran a las comunidades vecinas de cada embalse para la construcción de sus viviendas. En este sentido, en el país, los antecedentes referidos al tema son escasos y las investigaciones referidas a su utilización en la producción de componentes constructivos son decididamente nulas. Los resultados obtenidos muestran que es posible obtener componentes aptos técnica y económicamente, que reemplacen total o parcialmente a los empleados en la construcción convencional adoptando el estabilizante y el tratamiento adecuado. Se demuestra empíricamente que los bloques obtenidos constituyen un producto adecuado para su empleo en la construcción, con evidentes beneficios económicos y sociales. Consecuentemente, y no menos importante, resulta la posibilidad de rehabilitar dichos embalses para cumplir con la función para el cual fueron concebidos.

1 INTRODUCCIÓN

Argentina se encuentra ubicada entre los 10 países con mayor destrucción de bosques nativos en el mundo, un dato realmente alarmante, si se tiene en cuenta que los bosques son los principales responsables de la conservación natural del medio ambiente. En efecto, regulan los climas de una región, la escorrentía superficial generada por las lluvias, ayudan a la infiltración del agua en el suelo manteniendo el ciclo hidrológico natural y evitando fundamentalmente las inundaciones. Colaboran en mantener la capa fértil de los suelos para beneficio de la agricultura.

Sin embargo, no es el único problema que amenaza la vida en el planeta. El agua potable es sin dudas otro gran elemento vital para la existencia de todo ser vivo. No es casual que las poblaciones se radiquen generalmente a la margen de ríos o de lagunas naturales. Si se tiene en cuenta que tan sólo el 1 % del agua dulce existente en el planeta, es de fácil acceso, se entendería el porqué de la importancia que los países dan a la creación de reservorios como los embalses en todo el mundo. Estos, constituyen sin dudas, un recurso artificial creado por el hombre, que ubicados estratégicamente, colaboran almacenando el agua necesaria para el consumo de las poblaciones aledañas, para el riego de campos para la producción de cultivos y de alimentos y actúan también como reguladores de crecidas de ríos en épocas estivales.

Lamentablemente en la provincia de Tucumán, varios embalses se encuentran colmatados por el acarreo de sedimentos que traen los ríos y los van depositando a través de los años en capas hasta alcanzar el nivel del muro de contención. El dragado de ellos para recuperarlos resulta demasiado oneroso, razón por la cual quedan semienterrados sin función alguna.

El entorno comienza a sufrir las consecuencias, por cuanto ya no existe el reservorio de agua para uso de la población, para riego de los campos colindantes, etc.

Si a esta situación se suma el grave déficit habitacional existente, especialmente en las comunidades rurales por cuanto los planes de viviendas tampoco llegan a esas zonas, es fácil entender por qué los habitantes de esos lugares dejan sus casas y sus campos buscando en las ciudades una mejor oportunidad de vida. Lo cierto es que terminan engrosando las villas perimetrales de las ciudades empeorando su calidad de vida.

Por lo expuesto, es que, desde el Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios (LEME), de la FAU-UNT, se busca una solución a este problema, estudiando la factibilidad de aprovechar el uso de los sedimentos acumulados en los diques, en este caso el dique "El Sunchal", en Tucumán, para ser utilizados en la fabricación de componentes constructivos de BTC, que sean empleados en la construcción de viviendas.

De ser esto posible, se produciría la limpieza de los sedimentos que ocupan el vaso del embalse provocando su puesta en funcionamiento nuevamente como hace aproximadamente 50 años atrás.

En función de las características similares que presentan otros embalses de la zona, que se encuentran en idénticas condiciones, se puede pensar en repetir la estrategia propuesta.

2 OBJETIVOS

En el afán de encontrar una solución al problema al grave déficit habitacional existente en las zonas rurales de la región, se plantea como objetivo del presente trabajo, el aprovechamiento integral de suelos procedentes de la sedimentación y de la colmatación de diques o de embalses para la producción de mampuestos de BTC para la construcción de viviendas.

Teniendo en cuenta los reglamentos que en Argentina rigen la producción y la utilización de mampuestos para muros, que exigen una resistencia mínima de 5 MPa (50 kgf/cm²)¹², se propone como objetivo general del trabajo, el diseño de mezclas y métodos de estabilización de suelos procedentes de la colmatación de diques, que garanticen alcanzar tales resistencias con la máxima economía.

2.1 Generales

Determinar a partir de las distintas técnicas de estabilización de suelos, el diseño de mezclas que conduzca a obtener con los suelos procedentes de la colmatación de diques, componentes de BTC que alcancen una resistencia mínima a rotura por compresión simple de 5 MPa (50 kgf/cm²).

2.2 Particulares

- Estudiar las características físicas de los sedimentos existentes en el dique El Sunchal, ubicado en la provincia de Tucumán, Argentina, colmatado desde hace muchos años.
- Determinar la variación de resistencia a compresión por estabilización química, ensayando probetas elaboradas con mezclas diseñadas a partir del uso de distintos aglomerantes.

¹ Reglamento CIRSOC 103, Parte III - Construcciones de mamposterías sismo resistentes

² Reglamento CIRSOC 501 y 501-E. Construcciones de mampostería de bajo. Compromiso estructural

- Analizar la resistencia de probetas ensayadas a rotura por compresión simple a la edad de 28 días.
- Analizar la relación entre la resistencia a tracción de probetas ensayadas a la edad de 28 días, con la resistencia a compresión simple.
- Analizar la variación de resistencia de BTC ensayadas a rotura por compresión simple a la edad de 28 días.

3 METODOLOGÍA

El estudio consistió en la caracterización de los sedimentos procedentes del embalse señalado (figura1) para la elaboración de probetas estabilizados con distintos aglomerantes. Para ello, se tomaron distintas muestras de los suelos sedimentados aguas arriba del paredón de contención del dique, a lo ancho del embalse, a distintas profundidades y hasta los 50 m anteriores al muro de contención.

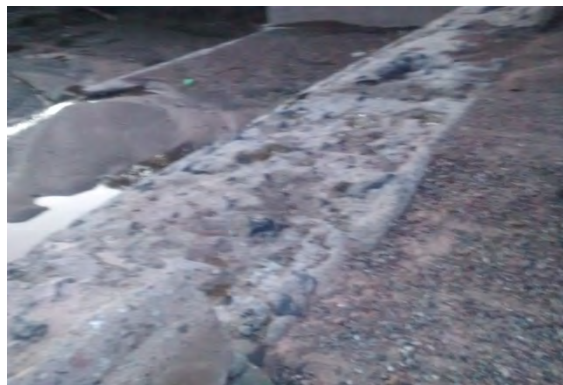


Figura 1. El muro del embalse aguas arriba y aguas abajo

Debido al tamaño de la superficie a estudiar, y con el objeto de que el análisis sea lo más preciso posible, se determinó que los puntos de estudio no deberían estar alejados a más de 5 m aproximadamente uno de otro.

El análisis posterior de los datos extraídos permitió observar que la sedimentación de partículas arrastradas por la corriente a lo largo de la vida del embalse no es uniforme en cuanto a sus características.

Teniendo en cuenta que el proceso de dragado o de extracción del material se realizará con máquinas y que ese material se irá acopiando a medida que se efectúe la extracción antes de ser utilizado, se procedió al mezclado de todo el material extraído. Para ello, se tomaron muestras de los distintos puntos y se dejaron secar para luego realizar el mezclado y obtener un suelo de características homogéneas.

De los resultados obtenidos, se determinaron las mezclas más apropiadas para la elaboración de BTC que verifiquen la resistencia de referencia de 5 MPa (50 kgf/cm^2) según establece el reglamento CIRSOC.

Se establecieron los siguientes pasos procedimentales:

- a) Determinación de las propiedades físicas del suelo de la zona de estudio, mediante ensayos normalizados de laboratorio.
- b) Diseño de mezclas. Preparación de mezclas según diferentes dosificaciones, a fin de verificar la influencia de cada variable interviniente, en las propiedades mecánicas de probetas.
- c) Preparación de probetas cilíndricas de 6 cm de diámetro y 6 cm de altura (relación 1:1), variando la presión de compresión para cada mezcla, conforme a las máquinas existentes en el mercado, con el objeto de determinar su influencia en las propiedades mecánicas finales.

- d) Determinación de la resistencia máxima por rotura a compresión simple de las probetas, ensayadas a la edad de 28 días de fabricación.
- e) Determinar la resistencia a tracción indirecta por compresión diametral de probetas ensayadas a la edad de 28 días.
- f) Determinación de la resistencia máxima por rotura a compresión simple de BTC, ensayados a la edad de 28 días de fabricación.
- g) De la discusión de resultados surgen las conclusiones finales.

4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Ensayos físicos

a) Granulometría por vía seca (IRAM 10512)

El resultado de granulometría por vía seca arrojó la curva granulométrica que se observa en la figura 2. De acuerdo a la composición granulométrica, el suelo posee una predominancia de material arenoso con buena cantidad de limos.

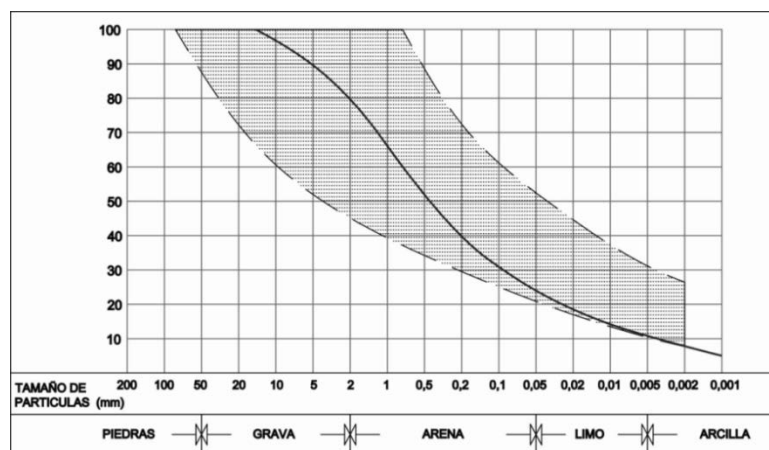


Figura 2. Distribución granulométrica del suelo analizado

Las distribuciones granulométricas presentan curvas sin cambios bruscos de pendiente, respondiendo a una distribución continua y extendida. Se compara el resultado de la distribución granulométrica, por vía seca, del suelo estudiando con las curvas límites recomendadas por la norma UNE 41410 (AENOR, 2008), donde se verifica que esta presenta resultados satisfactorios para la elaboración del BTC.

b) Granulometría por vía húmeda (IRAM 10507)

Los suelos, en general, no presentan un contenido de grande de material fino pasante del tamiz N° 200. Los ensayos realizados arrojan en general resultados que varían entre el 14% y el 18%. Se recuerda que este porcentaje de suelo pasante, incluye a las fracciones de limos y de arcillas. Para su determinación individual, se recurrió al ensayo de sedimentación.

c) Ensayo de sedimentación (IRAM 10515)

Pasadas las 24 h se realizaron las lecturas correspondientes a las tres muestras estudiadas, determinándose un porcentaje promedio de limos del 9 %, mientras que el de arcilla fue del 8%.

d) Ensayo de materia orgánica (IRAM 1647)

Por tratarse de sedimentos procedentes del arrastre de lluvias y ríos durante su recorrido por la cuenca, aguas arriba del embalse, se supone la probable existencia de materia orgánica (especialmente humus), decantada en los diferentes estratos en profundidad a través del tiempo.

La determinación de su presencia se realiza a través de un estudio de colorimetría según la IRAM 1647, consistente en lavar la muestra de árido fino con una solución al 3% de hidróxido de sodio (NaOH), conocido como soda cáustica. Los ácidos de la materia orgánica se neutralizan con la soda produciendo, después de 24 horas de reacción, un líquido de cierta coloración que se interpreta de la siguiente manera: el resultado fue una coloración muy cercana al amarillo pardo correspondiente a un árido aun aprovechable.

Por tal motivo, ante la duda de que el suelo pudiera ser perjudicial para las reacciones químicas del cemento, se resolvió mezclarlo con un 10% de cal viva y dejarlo en reposo con agua saturada durante 48 h. La muestra fue secada en horno a 110°C a peso constante y se repitió el ensayo, acusando como resultado un color amarillento claro.

Por tal motivo, se decidió repetir este procedimiento con todo el suelo a ensayar en adelante.

e) Ensayo de plasticidad (IRAM 10501, IRAM 10502)

La determinación de las cantidades necesarias de agua que deben adsorber las partículas finas de suelo para pasar de un estado a otro, permitió determinar el límite líquido LL y el límite plástico LP del suelo, así como su índice de plasticidad IP.

Los resultados obtenidos de las muestras analizadas de suelo, permitió clasificarlos según figura 3.

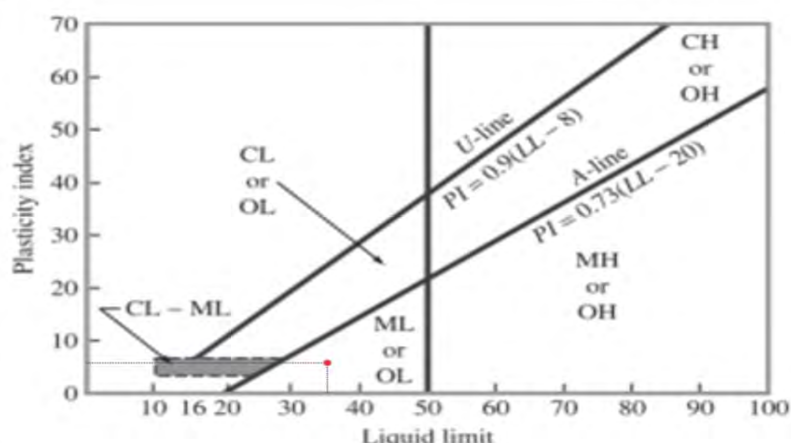


Figura 3. Ubicación del suelo analizado dentro de la carta unificada de suelos

Los resultados mostraron que se trata de un suelo tipo ML, es decir, correspondiente a un suelo limoso inorgánico de baja compresibilidad.

f) Compactación (humedad óptima - densidad máxima) (IRAM 10511)

Los ensayos realizados de acuerdo al método de compactación por Proctor y por presión de moldeo, mostraron que en la medida que se aumentaba la presión de compactación para un idéntico suelo, disminuía, al mismo tiempo, la capacidad de adsorción de agua por parte de las partículas del suelo.

De tal forma se obtuvo, para tres muestras diferentes del mismo suelo, lo siguiente: que mientras el ensayo de Proctor normal necesitaba de un 20,1% de humedad para obtener la máxima densidad seca, correspondiente a 1576 g/cm³, para una presión de compactación de 5 t se requerían 18,65% de humedad, el 16,54% para una presión de moldeo de 10 t y, finalmente, para una presión de 15 t, se necesitaban 14,95% de humedad en las muestras.

Los resultados obtenidos confirman una vez más que las presiones de moldeo, que se ejercen en la fabricación del BTC, entregan mayores energías al suelo comprimido que las entregadas en el ensayo de Proctor Estándar.

Lo mismo ocurre con la densidad máxima seca del suelo. A medida que se incrementa la presión de compactación, entonces podrá contener mayor cantidad de partículas de suelo

dentro del mismo volumen aparente, incrementándose de esta manera el peso unitario de la probeta.

4.2 Ensayos mecánicos

a) Resistencia a compresión de probetas (VN-E33– 67)

Se prepararon probetas cilíndricas de 6 cm de diámetro por 6 cm de altura, con una relación de esbeltez igual a la unidad, con una máquina disponible en el LEME para tal fin. La máquina, posee un manómetro para controlar la presión ejercida. Además está conectada a una computadora provista de un software especialmente diseñado para registrar la fuerza que ejerce la prensa. Contiene también un dispositivo que permite regular la carga máxima a ejercer, a fin de lograr siempre la misma presión de moldeo, eliminando así, un posible factor de dispersión de los valores de los resultados finales obtenidos de los ensayos.

Las probetas fueron colocadas en cámara de curado durante 28 días, hasta la fecha de ensayo. Como encabezado se utilizaron placas de neopreno de 4 mm de espesor a fin de asegurar la correcta distribución de las cargas.

El ensayo se realizó en una prensa mecánica de accionamiento manual marca “Cosacov”, y aro dinamométrico de 3000 kg.

Los resultados obtenidos sobre probetas, curadas y ensayadas a los 28 días de edad, verifican que es posible alcanzar los 5 MPa de resistencia exigida por las normas.

Los valores registrados en la tabla 1 fueron afectados por un factor de corrección por esbeltez de las probetas ($FC=0,85$), recomendado en las normas.

Tabla 1. Resistencia a la compresión de probetas, para distintas dosificaciones de aglomerantes, presiones de moldeo y humedad de compactación ensayadas a los 28 días de edad.

Serie	Dosificación		Presión de moldeo (MPa) ; Humedad Optima (%)		
	Tierra	Cemento	$P_1=5$ MPa ; $H=18,65\%$	$P_2=10$ MPa ; $H=16,54\%$	$P_3=15$ MPa ; $H=14,95\%$
1	10	0	1,71	2,32	2,81
2	10	1	2,92	3,24	4,31
3	8	1	4,36	5,43	6,24
4	6	1	5,95	6,74	7,97

Se observa que mezclando una parte de cemento, con 10 partes de suelo, es imposible alcanzar el objetivo buscado, independientemente de la presión de moldeo ejercida. Para proporciones de una parte de cemento por ocho partes de suelo, aplicando a las muestras una presión de moldeo de 15 MPa, y asegurando en la mezcla una humedad de 14,95% de agua medida en peso, es posible alcanzar los 5,14 MPa.

Lo mismo ocurre para mezclas más ricas en cemento. Mezclando una parte de cemento por seis partes de suelo es posible superar los 5 MPa con una presión de moldeo del suelo de 10 MPa, mientras la humedad de moldeo sea del 16,54% de agua medida en peso.

b) Resistencia a tracción de probetas (IRAM 1524)

El ensayo de tracción se realizó en forma indirecta, por compresión diametral de probetas de 6 cm de diámetro por 12 cm de altura. Se utilizaron los mismos diseños de mezclas empleadas para los ensayos a rotura por compresión simple, y curadas en idénticas condiciones. Se ensayaron cinco probetas por cada serie.

En tabla 2 se vuelcan los resultados obtenidos de los que se deduce que, independientemente de las dosificaciones empleadas, los resultados apenas alcanzan los 0,2 MPa de resistencia máxima a rotura por tracción; en el mejor de los casos, es decir para una relación de una parte de cemento por seis partes de suelo, con 14,95% de humedad de compactación y 15 MPa de presión de moldeo.

Tabla 2. Resistencia a tracción de probetas, para distintas dosificaciones de aglomerantes, presiones de moldeo y humedad de compactación ensayadas a los 28 días

Serie	Dosificación		Presión de moldeo (MPa) ; Humedad Optima (%)		
	Tierra	Cemento	P ₁ =5 MPa ; H=18,65%	P ₂ =10 MPa ; H=16,54%	P ₃ =15 MPa ; H=14,95%
1	10	0	0,03	0,04	0,05
2	10	1	0,06	0,07	0,09
3	8	1	0,09	0,12	0,17
4	6	1	0,12	0,16	0,20

Puede apreciarse de los resultados obtenidos que los valores resultantes del ensayo indirecto por tracción de las probetas de suelo-cemento resultan ser aproximadamente de un 2% del correspondiente a rotura por compresión simple a la misma edad de ensayo.

c) Resistencia a compresión de BTC (IRAM 12586)

Se realizaron en 30 bloques de BTC con cada mezcla seleccionada, respetando el contenido de humedad para cada presión de moldeo ejercida sobre el suelo comprimido. Se obtuvieron 10 datos de cada dosificación adoptada. Se utilizó una bloquera, tipo CINVARAM, con una caja de 18 cm x 36 cm, la que entrega una energía de moldeo a la mezcla de 5 MPa. Los bloques de BTC realizados con presiones de moldeo de 10 MPa y de 15 MPa se efectuaron con una máquina hidráulica, tipo industrial, de una empresa del medio.

El ensayo se realizó sobre pilas de tres bloques superpuestos sin mezcla de asiento, determinándose, como tensión máxima de rotura, a aquel valor alcanzado a partir del cual no se podía seguir cargando más las muestras. Las pilas fueron conservadas en laboratorio, protegidas de la corriente de aire, humedecidas durante 27 días, y tapadas con plástico para conservar la humedad.

Para el ensayo, las pilas fueron encabezadas con placas de neopreno, de 4 mm de espesor en cada cara de asiento. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Resistencia a compresión de BTC para distintas dosificaciones de aglomerantes, presiones de moldeo y humedad de compactación ensayadas a los 28 días de edad.

Serie	Dosificación		Presión de moldeo (MPa) ; Humedad Optima (%)		
	Tierra	Cemento	P ₁ =5 MPa ; H=18,65%	P ₂ =10 MPa ; H=16,54%	P ₃ =15 MPa ; H=14,95%
3	8	1	3,49	4,34	5,12
4	6	1	4,76	5,39	6,38

Se observa que para las mezclas de diseño adoptadas, denominadas serie 3 y 4, los valores obtenidos resultan entre un 20 a un 25 % inferiores a los valores obtenidos en las probetas.

El objetivo buscado que es superar los 5 MPa de resistencia sólo es posible para proporciones de una parte de cemento por 8 partes de suelo, con una presión de moldeo del suelo de 15 MPa. Para menores presiones de moldeo de los BTC, es necesario enriquecer la mezcla utilizando seis partes de suelo por una parte de cemento.

7 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que es posible el aprovechamiento de suelos sedimentados en el embalse "El Sunchal", de la provincia de Tucumán, para la fabricación de BTC, que cumplan con una resistencia mínima de 5 MPa (50 kgf/cm²).

El suelo extraído del depósito de suelo sedimentado, como consecuencia de la colmatación

de dicho embalse, puede ser utilizado para la construcción de viviendas de los habitantes de la población existente a ese lugar.

Los resultados obtenidos muestran que es posible obtener componentes aptos técnica y económicamente, que reemplacen total o parcialmente a los empleados en la construcción convencional adoptando el estabilizante y el tratamiento adecuado. Especialmente en lugares donde el uso de materiales convencionales implican elevados costos especialmente por fletes y acarreos.

Se demuestra empíricamente que los bloques obtenidos, constituyen un producto confiable para su empleo en la construcción, con evidentes beneficios económicos y sociales.

El trabajo realizado demuestra que es posible replicar este estudio, en otros embalses de la región que posean similares características en cuanto a ubicación y morfología de la cuenca hídrica, con resultados alentadores para obtener una respuesta al problema habitacional de las comunas rurales del interior de la provincia.

Paralelamente y no menos importante resulta el hecho que el dragado de estas obras de ingeniería, implicaría volver a ponerlos en funcionamiento para cumplir con los objetivos para los cuales fueron creados. Entre ellos, la regulación de crecidas de los ríos para evitar daños irreparables aguas abajo, aprovechamiento de agua para consumo de los habitantes de la zona, riego para la agricultura y aprovechamiento de las tierras fértiles para su cultivo, por citar algunas.

En síntesis es posible por un lado reducir un problema de elevado impacto ambiental con la rehabilitación de los embalses colmatados y por otro, realizar construcciones más amigables con el medio ambiente, mediante el uso de materiales y tecnologías apropiables de reducido gasto energético.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENOR (2008). Norma Española UNE 41410. Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación.

IRAM 1524 (1982). Preparación y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y de tracción por compresión diametral.

IRAM 1647 (1994). Mecánica de suelos. Agregados para hormigón de cemento Portland. Métodos de ensayo. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales

IRAM 10501 (1968). Mecánica de suelos. Métodos de determinación del límite líquido y del índice de fluidez. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales

IRAM 10502 (1968). Mecánica de suelos. Método de determinación del límite plástico e índice de plasticidad. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales

IRAM 10507 (1959/Revisión 1986). Mecánica de suelos. Método de determinación de la granulometría mediante tamizado por vía húmeda. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales

IRAM 10511 (1972). Mecánica de suelos. Método de Ensayo de Compactación en Laboratorio. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

IRAM 10512 (1977). Mecánica de suelos. Métodos de análisis granulométrico. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.

IRAM 10515 (1968). Mecánica de suelos. Preparación de muestras para análisis sedimentométrico y para determinación de las constantes. Buenos Aires, Argentina: Instituto Argentino de Racionalización de Materiales

IRAM 12586 (1980) Ladrillos y bloques cerámicos para la construcción. Métodos de determinación de resistencia a la compresión

VN-E33-67 (1967). Ensayo de compresión de probetas compactadas de suelo-cal y suelo-cemento. Buenos Aires, Argentina: Dirección Nacional de Vialidad -1º Distrito

AUTORES

Carlos Eduardo Alderete, ingeniero civil, orientación estructuras; director del Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios-LEME-FAU-UNT profesor adjunto, Cátedra Construcciones I, Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) - Universidad Nacional de Tucumán (UNT); integrante del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda-CRIATiC - Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán; miembro de la Red Iberoamericana de Arquitectura y Construcción con Tierra – PROTERRA.

Lucía Elizabeth Arias, ingeniera civil, orientación estructuras; docente de la Cátedra Construcciones I, Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) - Universidad Nacional de Tucumán (UNT); integrante del Laboratorio de Materiales y Elementos de Edificios-LEME-FAU-UNT; integrante del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda-CRIATiC - Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán; miembro de la Red Iberoamericana de Arquitectura y Construcción con Tierra – PROTERRA.



LA ARQUITECTURA TRADICIONAL DE TIERRA EN LOS PUEBLOS DE ESPAÑA. EL CASO DE TITAGUAS (VALENCIA)

Laura Balaguer Garzón¹; Camilla Mileto²; Fernando Vegas López-Manzanares³

Universitat Politècnica de València, España,

¹laubagar@arq.upv.es; ²camil2@cpa.upv.es; ³fvegas@cpa.upv.es

Palabras clave: arquitectura tradicional, tapia, adobe, técnicas constructivas

Resumen

La arquitectura tradicional en España, y particularmente aquella construida en tierra, se caracteriza por la variedad de materiales y técnicas constructivas empleadas, las cuales se adaptan a la realidad geográfica y climática del lugar donde se ubican. Tanto en zonas rurales como urbanas, el territorio peninsular posee una gran riqueza de este patrimonio, habitualmente relegado a un segundo plano en pro de la arquitectura monumental de tierra, contribuyendo así a su deterioro y abandono. El presente artículo se centra en el estudio del patrimonio tradicional de tierra de Titaguas, un pequeño pueblo situado al este de la Península Ibérica, donde existe un amplio abanico de técnicas constructivas de tapia, adobe y entramado. Así pues, se pretende poner en valor este tipo de arquitectura, cuyos valores culturales, técnicos y medioambientales siguen teniendo validez en el mundo contemporáneo. La investigación parte de un estudio bibliográfico de las técnicas constructivas en tierra, tras el cual se procede a una recopilación de información in situ que se materializa en una base de datos. A continuación se realiza una selección de casos de estudio representativos con el objetivo de definir las características propias de cada técnica constructiva, estableciendo puntos en común entre las mismas. Dado el carácter aislado y local de los estudios de arquitectura de tierra no monumental, resulta fundamental el registro de las escasas fuentes orales sobre las técnicas constructivas tradicionales en la zona. Los resultados se presentan en forma de un catálogo de casos de estudio que contiene información detallada sobre las características constructivas y materiales de distintas construcciones, permitiendo establecer comparaciones entre las mismas. Con el objetivo de sentar las bases para un futuro estudio, se describen brevemente las lesiones más frecuentes así como las intervenciones realizadas en los casos estudiados, teniendo así una visión general del estado de conservación de esta arquitectura.

1 INTRODUCCIÓN

En la Península Ibérica, la realidad geográfica, climática y social que caracteriza las diversas regiones determina la variedad de materiales y técnicas constructivas empleadas en la arquitectura tradicional, particularmente en aquellas construcciones realizadas en tierra, las cuales están presentes tanto en zonas rurales como urbanas. Esta arquitectura, de remoto origen, tiene un valor cultural innegable en el conjunto del patrimonio peninsular dados los diferentes niveles de conservación en que se encuentran las construcciones así como por su adaptación a un medio natural concreto. Pese al progresivo abandono y sustitución que sufrieron estos lenguajes constructivos durante el siglo XX, numerosos estudios nacionales e internacionales realizados en las últimas décadas han puesto su foco de atención en las técnicas constructivas tradicionales en tierra, tanto por su valor patrimonial como por las lecciones de construcción sostenible que subyacen a las mismas. Dichas investigaciones han derivado en numerosas intervenciones en inmuebles de tierra, tanto tradicionales como monumentales, en las que se han adoptado diversos criterios de intervención.

Por otra parte, cabe señalar el carácter aislado y local de las investigaciones sobre la arquitectura vernácula de tierra en contraposición a los grandes estudios que se centran generalmente en el patrimonio monumental. Esta circunstancia contribuye al desprestigio de las técnicas constructivas tradicionales en tierra, las cuales son reemplazadas paulatinamente por técnicas actuales estandarizadas que originan fenómenos de

incompatibilidad material, constructiva y estructural. En el caso de muchos núcleos de población rurales de la península como Titaguas, el abandono de estas técnicas constructivas tradicionales de tierra coincide con el declive económico y la despoblación de los mismos.

En el interior de la provincia de Valencia, próximo a los límites con las provincias de Teruel y Cuenca, se ubica el término municipal de Titaguas, el cual ha sido testigo del paso de las distintas culturas que se han asentado en la Península Ibérica a lo largo de la historia. Titaguas se sitúa junto con otros municipios de la comarca en la zona conocida como altiplano de la Serranía Alta, que se caracteriza por un relieve accidentado dada su ubicación en la vertiente sur de la sierra de Javalambre y por un clima continental con oscilaciones térmicas -diarias y anuales- acentuadas, precipitaciones en forma de nieve y frecuentes heladas en invierno, con lógicas diferencias zonales (Rodrigo, 2000). Las migraciones rurales desde este pueblo hacia las grandes ciudades durante el siglo XX han provocado un notable descenso de su población, que ha traído consigo el consecuente abandono de numerosas construcciones, las cuales se encuentran actualmente en estado de ruina.

Este estudio sobre la arquitectura tradicional de tierra en Titaguas se enmarca dentro de un trabajo de investigación más amplio¹, que analiza tipológica y constructivamente las intervenciones en este patrimonio en la Península Ibérica. Previo al estudio de las actuaciones en el patrimonio que son objeto de la investigación, resulta esencial conocer los materiales y técnicas constructivas originales que conforman las construcciones tradicionales, por lo que la primera fase de la investigación se centra en el conocimiento profundo de los mismos, y es a ésta a la que se refiere el presente artículo.

2 OBJETIVOS

El estudio parte de la hipótesis de que el patrimonio de tierra es un ejemplo indiscutible de sostenibilidad, dado que nace de las tradiciones y materiales propios de un lugar concreto y se adapta a su realidad geográfica, climática y cultural a la vez que optimiza los recursos naturales disponibles teniendo en cuenta la economía local. Siguiendo este planteamiento, la comprensión y posterior restauración de la arquitectura de tierra supone un avance hacia el ahorro energético y económico puesto que permite recuperar soluciones técnicas adaptadas a un entorno específico y reutilizar construcciones existentes en riesgo de abandono y en progresivo deterioro.

En base a esta hipótesis inicial, se establece como objetivo general de la investigación la puesta en valor de la arquitectura tradicional de tierra en el municipio de Titaguas, ya que constituye un patrimonio con amplios valores (culturales, medioambientales, técnicos, etc.) y sigue siendo una arquitectura válida en el mundo contemporáneo. La investigación propuesta se centra en estudiar y catalogar tanto las técnicas constructivas tradicionales características del municipio y las tipologías arquitectónicas asociadas a las mismas así como su estado de conservación y los fenómenos de degradación más frecuentes en estas construcciones. Una vez evaluados y analizados los casos estudiados, se reflexiona en posteriores etapas de la investigación acerca de los criterios y técnicas de intervención en este patrimonio vernáculo, estableciendo finalmente una serie de directrices en torno a la protección y conservación de la arquitectura tradicional no monumental construida en tierra en la zona, que no quedan reflejadas en el presente artículo.

El fin último de esta investigación es contribuir a la preservación de la arquitectura vernácula de tierra y promover las técnicas de intervención tradicionales, sostenibles y compatibles con la misma, ya que respetan el rico patrimonio existente a la vez que fomentan la

¹ Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación "La restauración y rehabilitación de arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica. Líneas guía y herramientas para una intervención sostenible" (Ref.: BIA2014-55924-R; investigadores principales: Camilla Mileto y Fernando Vegas López-Manzanares).

eficiencia en la utilización de los recursos disponibles y permiten alcanzar las exigencias normativas y estándares de confort higrotérmico actuales.

3 METODOLOGÍA

La metodología de esta investigación se basa en la recopilación y catalogación de la información obtenida a través de diversas fuentes directas e indirectas seguida del análisis pormenorizado de un número determinado de casos de estudio que reflejan la situación actual del patrimonio tradicional de tierra en Titaguas. Se plantean tres fases de la investigación:

- a) Recopilación de información sobre la arquitectura tradicional construida en tierra en el municipio de Titaguas y elaboración de una base de datos
- b) Análisis y evaluación de los casos de estudio representativos de la realidad constructiva del municipio
- c) Extracción de conclusiones en base al análisis de casos de estudio y difusión de los resultados de la investigación

Esta metodología se aplica al estudio de otros municipios que son objeto de la investigación llevada a cabo en la Península Ibérica, de modo que, en su fase última, será posible la comparación y el análisis cruzado de los resultados para extraer conclusiones generales.

3.1 Recopilación de información y elaboración de base de datos

La primera fase de la investigación comprende la recopilación de la mayor cantidad de información posible sobre la arquitectura tradicional construida en tierra en la zona estudiada. La información documental y gráfica sobre esta arquitectura disponible en los pequeños municipios rurales como Titaguas es escasa o inexistente debido a su carácter no monumental, por lo que la investigación inicial se focaliza en la toma de datos in situ en el núcleo de población.

Resulta esencial para la investigación el conocimiento previo del contexto geográfico, histórico, cultural y social donde se ubica el patrimonio de tierra, de ahí que se realice inicialmente un estudio de la bibliografía y la cartografía disponible sobre el área indicada. Si bien esta documentación bibliográfica está compuesta fundamentalmente por publicaciones de ámbito local, la cartografía permite localizar las áreas pobladas dispersas en toda la extensión del municipio más allá del núcleo de población principal, estando éstas no necesariamente habitadas en la actualidad.

Por otra parte, cabe señalar la importancia del estudio previo a la toma de datos de la bibliografía centrada en la arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica, puesto que ofrece una visión general sobre el estado conservación de este patrimonio y el carácter de las intervenciones realizadas en el mismo. Se toma la propuesta de clasificación pormenorizada de las técnicas constructivas en tierra de algunos autores, que facilita la organización de la información recopilada en el trabajo de campo.

Teniendo presente el amplio abanico de técnicas constructivas de tierra que pueden aparecer durante el trabajo de campo y con el conocimiento de la realidad cultural y condicionantes geográficos del territorio, comienza esta laboriosa tarea en el término municipal de Titaguas. A diferencia de otros municipios cercanos que poseen varios núcleos de población, el término municipal estudiado cuenta únicamente con un pueblo, del mismo nombre, y algunas construcciones aisladas repartidas por la zona, por lo que el tiempo empleado en la toma de datos no es tan amplio como en otros casos. No obstante, y pese a que la información recogida en esta primera fase de trabajo pretende ser lo más completa posible, esta aproximación no es suficiente para conocer a fondo el lugar, por lo que posteriormente se requieren nuevas visitas para solventar dudas concretas.

Antes de abordar la toma de datos in situ se elabora una ficha de inventario (Figura 1), que recoge información sobre diferentes aspectos del edificio y les asigna un código numérico asociado al municipio en el que se ubican.

La ficha se divide en dos bloques y contiene información sobre los siguientes campos:

a) Datos generales del edificio

Se recoge la dirección, las coordenadas GPS, el tipo de edificio, fotografías, el emplazamiento y la técnica constructiva.

b) Estado actual del edificio: lesiones visibles e intervenciones recientes

Se indica si las lesiones o las intervenciones se realizan en la cimentación, la fábrica, los revestimientos, la coronación u otros elementos del edificio.

Los datos introducidos en las fichas, posteriormente revisados, se completan con documentación gráfica y anotaciones adicionales, que permiten elaborar una base de datos con una clara visualización de la información. Esta tarea da paso a la elaboración de un conjunto de mapeados de técnicas constructivas de tierra en el municipio, que reflejan la distribución de las mismas en este territorio acotado y que permiten establecer comparaciones con otros municipios próximos.

FICHA DE INVENTARIO		18.0801
DATOS GENERALES		
DIRECCIÓN	Titaguas	
COORDENADAS GPS	51°54'11.54"N 0°55'27.64"O	
TIPO DE EDIFICIO	Vivienda	
TÉCNICA CONSTRUCTIVA	Teja canalada de lodillo con rajas de yeso Zócalo de mangosterio (planta baja) Coronación protegida con cubierto de tejas cerámicas curvas y cielo de ramilletes y tejas	
FOTOGRAFÍAS		
ESTADO ACTUAL		
LESIONES ANTES DE LA INTERVENCIÓN	Cimentación	
	Fábrica	Lavado y erosión de la superficie Pérdida de material Aparición de grietas
	Revestimientos	
	Coronación	Humedades por falta de estanqueidad en las juntas de los elementos de protección.
Otros elementos	Nuevos huecos ajeros al diseño original.	
INTERVENCIÓNES	Cimentación	
	Fábrica	Reintegración de logias y partes faltantes con mortero de cemento y yeso. Rejuntado de grietas y juntas horizontales con mortero de yeso. Instalación de luminarias y cubilado de alumbrado público.
	Revestimientos	
	Coronación	
	Otros elementos	Sustitución de carpinterías por otras nuevas, no tradicionales. Revestimiento del zócalo de mangosterio con pintura.

Figura 1. Ficha de inventario

Esta fase de la investigación se complementa con el registro de las fuentes orales sobre las técnicas constructivas tradicionales a través de entrevistas a habitantes de la zona, no solamente del término municipal estudiado sino también de otros municipios de la comarca donde se ubica dada la similitud de las construcciones tradicionales. Esta información, obtenida en la mayoría de los casos de manera espontánea, resulta de vital importancia para conocer el proceso de ejecución de estas soluciones constructivas tradicionales, pues habitualmente solo quedan recogidas en fuentes documentales aquellas pertenecientes a la arquitectura monumental.

3.2 Análisis de casos de estudio

La segunda fase de la investigación comprende el análisis de los casos de estudio, que oscila entre 25 y 30 construcciones en cada comarca estudiada, de los cuales 2 se ubican en el término municipal de Titaguas. La selección de los casos de estudio se realiza atendiendo a la variedad de técnicas constructivas y tipologías arquitectónicas presentes en

el municipio, considerando además los criterios y técnicas empleados en las intervenciones recientes en el patrimonio de tierra.

Este análisis se realiza en base a diversos parámetros (las técnicas constructivas, los procesos patológicos, las técnicas de intervención y los criterios empleados) con la intención de definir un proceso de evaluación de casos de estudio lo más objetivo posible. Esta fase requiere, del mismo modo que la precedente, una sistematización del proceso de análisis, por lo que se elabora una nueva ficha que refleja información más amplia que la de inventario general.

El primer bloque de esta ficha recopila la información general del edificio (dirección, coordenadas GPS, tipo de edificio, fotografías, emplazamiento, levantamiento gráfico, breve descripción y nivel de protección) y define la técnica constructiva con la que se construyó en su momento. Dentro del abanico de técnicas constructivas de arquitectura de tierra presentes en la Península Ibérica (tapia, adobe y entramado) existen distintas variantes (AA. VV., 2011) características de una zona concreta, por lo que se describe la que aparece en el edificio. Este tipo de técnicas se presenta generalmente en las fábricas, por lo que adicionalmente se requiere definir constructivamente otras partes del edificio (cimentación, revestimientos, coronación y otros elementos significativos).

La segunda parte de la ficha analiza las lesiones derivadas de los procesos patológicos que afectan al edificio antes de la intervención. Para facilitar la introducción de datos y el posterior análisis se agrupan las lesiones en función de la parte del edificio a la que afectan: cimentación, fábrica, revestimientos, coronación y otros elementos. Para cada una de estas partes, se identifican las lesiones que aparecen con mayor frecuencia en la arquitectura de tierra según la bibliografía de referencia.

En tercer lugar se evalúan las técnicas de intervención empleadas en las intervenciones recientes teniendo en cuenta la solución constructiva original y el estado de conservación del edificio. Del mismo modo que en los bloques anteriores, se diferencian las actuaciones según se hayan realizado en la cimentación, la fábrica, los revestimientos, la coronación u otros elementos del edificio. La evolución de los resultados de las intervenciones también queda reflejada en este bloque.

La última parte de la ficha contempla el análisis de los criterios de intervención, que resulta una tarea compleja puesto que se pretende que esta evaluación se realice desde un punto de vista lo más objetivo posible. Inicialmente se agrupan las intervenciones en cinco categorías distintas (conservación, reintegración, reconstrucción, demolición y otras intervenciones), estableciéndose posteriormente una serie de parámetros para identificar la aplicación de los principios generales de la restauración arquitectónica propuestos por el teórico Giovanni Carbonara (1997). Estos parámetros se centran en las distintas partes del edificio, citadas en bloques anteriores (cimentación, fábrica, revestimientos y coronación).

A partir de los resultados obtenidos en el análisis de casos de estudio, y considerando al mismo tiempo la información disponible en la base de datos elaborada previamente, es posible definir las características arquitectónicas y materiales del patrimonio de tierra en la zona así como los fenómenos de degradación más habituales en esta arquitectura. A continuación se describen las técnicas de intervención empleadas generalmente en estos edificios, la evolución de los resultados de las mismas en el tiempo y los criterios de intervención.

En base a los resultados de la investigación, se realiza finalmente una reflexión sobre la necesidad de conservar o restaurar los inmuebles realizados con técnicas constructivas tradicionales de tierra en el territorio objeto de estudio.

4 RESULTADOS

Si bien el estudio realizado en Titaguas debe entenderse en el contexto de la comarca donde se ubica, cuyo análisis se desarrolla de forma extensa en el proyecto de investigación de ámbito peninsular, es posible extraer algunos resultados referidos exclusivamente a este

municipio que reflejan la situación actual de su patrimonio tradicional construido en tierra. El término municipal presenta un núcleo de población principal y algunas construcciones aisladas en el territorio, algunas de las cuales son de uso ocasional o nulo.

El número de construcciones tradicionales de tierra inventariadas en el municipio tras la recopilación de datos in situ asciende a 34, localizadas todas ellas en el centro histórico y zona de ensanche próxima del pueblo de Titaguas (Figura 2). Cabe señalar que la localización de los inmuebles se ha realizado a través de una visualización exterior, por lo que puede que existan más casos que no hayan sido detectados en la toma de datos debido a que las fachadas no estén realizadas con técnicas constructivas de tierra. No obstante, queda abierta la posibilidad de incluir nuevos inmuebles en el inventario del municipio, ampliando así los conocimientos sobre la arquitectura de tierra en la zona.

Aunque en otros municipios próximos predomina fundamentalmente la tapia en sus diversas variantes como técnica constructiva tradicional, solo en Titaguas puede apreciarse un amplio abanico de soluciones constructivas ejecutadas con tierra (adobe con piezas de distinta granulometría y dosificación, cinco variantes de tapia y entramados) en estados de conservación variables. La gravedad de los fenómenos de degradación presentes en la fábrica de tierra así como el nivel de intervención en las construcciones inventariadas es variable, pudiendo también presentar muestras de actuaciones anteriores a las últimas décadas.



Figura 2. Localización de inmuebles construidos con técnicas constructivas de tierra en Titaguas

En la segunda fase de la investigación se decide que el número de casos de estudio en Titaguas para su posterior análisis detallado es de 2, entre un total de 25 - 30 localizados en toda la comarca de la Serranía. La selección de casos se realiza con la intención de reflejar conjuntamente la realidad patrimonial de la comarca, por lo que se atiende a variables como las técnicas constructivas de tierra, las tipologías arquitectónicas, los fenómenos de degradación y las intervenciones recientes en las construcciones. Los edificios evaluados son una vivienda situada en el casco histórico y una construcción rural auxiliar, ambos de titularidad privada y actualmente en uso.

Seguidamente se exponen los resultados de la investigación tras la evaluación de la información registrada en la base de datos, teniendo en cuenta también aquellas construcciones situadas en municipios próximos a esta zona.

4.1 Técnicas constructivas de tierra

La localización geográfica de los inmuebles inventariados ofrece una visión general de la distribución de las diferentes técnicas constructivas de tierra en el pueblo. De este modo, se observa claramente que las diversas construcciones de tierra se concentran en el centro histórico y la zona de ensanche de forma dispersa, alternándose con edificios ejecutados predominantemente con soluciones constructivas que emplean piedra. Dada la importante presencia de piedra apta para la construcción en el término municipal así como en los municipios próximos, las técnicas constructivas de tierra emplean este material en algunas de sus variantes y conviven con otras soluciones como la mampostería y la sillería.

De forma análoga a lo que sucede en otras regiones y con diversas soluciones constructivas tradicionales, el amplio abanico de técnicas de tierra presentes en Titaguas es una muestra de la habilidad técnica y la espontaneidad de sus constructores, que aprovechan los recursos disponibles en el entorno y se adaptan a las condiciones climáticas de la zona. Por más que el proceso de ejecución de cada técnica (tapia, adobe o entramado) siga siempre una serie de pasos comunes, la técnica del constructor y la humildad de sus recursos determinan las variantes propias de una zona concreta, como es el caso de Titaguas.

Aunque existen diversas clasificaciones de las técnicas constructivas tradicionales en tierra fruto de los extensos estudios sobre la materia, se ha optado por la que a continuación se presenta (AA. VV., 2011).

a) Tapia

La tapia constituye la técnica constructiva de tierra más frecuente en la localidad, generalmente formando parte de las soluciones estructurales y de cerramiento de distintos inmuebles, que incluyen desde construcciones rurales auxiliares como pajares o almacenes de maquinaria agrícola hasta las viviendas más representativas del pueblo. Las diferencias en el proceso de ejecución de muros de tapia residen en las características del encofrado (tapial), el tipo de tierra (y estabilizante, si lo hubiera) y las soluciones de acabado (Vegas, García, Cristini, 2014). La tapia se presenta en múltiples variantes, cada una de las cuales plasma las características propias que han dejado en ellas los constructores.

La tapia simple, propia de las construcciones rurales auxiliares y de las viviendas más humildes y antiguas de Titaguas, emplea únicamente tierra vertida y apisonada dentro del tapial. Con frecuencia se incluyen, mezclados con el material base, áridos gruesos de diversa granulometría obtenidos del entorno próximo.

Por otra parte, la tapia puede estar suplementada en sus paramentos para mejorar la consistencia de los módulos, de modo que incorpora otros elementos constructivos que se colocan en el interior del tapial antes de apisonar cada tongada. Las variantes de este tipo de tapia presentes en el municipio de Titaguas son la tapia caliscostrada (también llamada tapia calicastrada) y la tapia careada de ladrillo, ambas disponiendo los respectivos refuerzos en el paramento exterior de la fábrica.

La tapia calicostrada es aquella que presenta pelladas regulares de cal dispuestas contra el encofrado entre las tongadas de tierra, de modo que una vez retirado el encofrado se descubre un revestimiento (costra) que mejora considerablemente la durabilidad de la fábrica. En el municipio de Titaguas, los constructores optaron por incorporar yeso en lugar de cal para reforzar las fábricas de tapia de las construcciones rurales ganaderas dada la proximidad de yacimientos de este material, como sucede de forma similar en otros municipios de la comarca o de regiones cercanas (El Rincón de Ademuz, Teruel). Asimismo, a partir de las observaciones realizadas en inmuebles en avanzado estado de deterioro se concluye que se disponía, adicionalmente, una capa de yeso sobre cada tongada apisonada de piedra, reforzando así la fábrica y logrando una mayor traba con las cuñas que conforman el característico revestimiento exterior.

La tapia careada de ladrillo se ejecuta colocando estas piezas cerámicas macizas en el interior del tapial contra el paramento exterior. Los ladrillos se disponen en hiladas, respetando intervalos regulares, dotando a la fachada del inmueble de una característica

imagen. Aunque esta técnica abunda en municipios cercanos, en Titaguas se localiza únicamente en una vivienda en el centro de la villa, la llamada “Casa del Tío Retor”, la cual data del año 1783 y se erige como una de las construcciones más representativas del centro histórico. Las piezas cerámicas empleadas son rasillas, con la dimensión longitudinal predominante sobre las demás, dispuestas a soga en cuatro hiladas separadas y en intervalos uniformes en la altura de módulo. En este caso, la tapia careada con ladrillo presenta una costra de yeso, ejecutada con la misma técnica de la tapia calicostrada.

Finalmente, la tapia suplementada en las juntas incorpora refuerzos entre hiladas de tapia ejecutados como una unidad dentro del tapial. Las variantes de tapia suplementada en las juntas presentes en Titaguas comprenden la tapia con rafas² de yeso y, en contados casos, la tapia con juntas de yeso, dada la abundancia de yacimientos de este material en el entorno próximo.

La llamada tapia con rafas de yeso permite el refuerzo de las esquinas de la fábrica mediante la incorporación de pilares de este material, los cuales se encofran en cada hilada. Las rafas, con su característica forma ondulada, protegen las juntas y cubren la franja correspondiente a los mechinales de las agujas, proporcionando al edificio una imagen distintiva en el pueblo. En el caso de Titaguas, los inmuebles de tapia con rafas de yeso corresponden a viviendas de propietarios pudientes situadas en el centro histórico.

La tapia con juntas de yeso presenta una superficie horizontal continua entre hiladas que facilita la colocación de las agujas inferiores del tapial dispuesto posteriormente. Si bien esta variante es habitual en el sur de Aragón, su presencia en los municipios próximos a Titaguas es escasa, limitándose en la localidad objeto de estudio a una vivienda en el casco urbano, a cuya tipología se asocia generalmente la tapia suplementada con juntas de yeso.

Las variantes descritas pueden aparecer de manera independiente o combinarse entre sí (Figura 3), dando lugar a soluciones singulares de gran belleza arquitectónica y, al mismo tiempo, de mayor durabilidad que la tapia simple. Por otra parte, en la mayoría de los casos se dispone un zócalo de mampostería de altura variable (entre 50 centímetros y la altura de la planta baja) con el objetivo de preservar la fábrica frente a los fenómenos de degradación originados por la acción del agua del subsuelo. Aunque en esta zona son frecuentes los refuerzos de esquina de las fábricas con pilares de yeso para reducir la erosión a la que están sometidos estos puntos críticos, se observa algún caso aislado de tapia reforzada con pilares de sillería en el municipio.

b) Adobe

La abundancia de piedra en las proximidades justifica la escasa presencia del adobe como técnica constructiva tradicional en el municipio de Titaguas, donde únicamente se registran dos inmuebles de uso agrícola: uno de fábrica de adobes y otro con pilares constituidos por estas piezas.

Si bien los adobes suelen tener unas dimensiones características de cada región, en torno a las cuales pueden efectuarse variaciones, el formato de las piezas trabadas que conforman los pilares es de 30 x 15 x 15 centímetros. Se trata de unas dimensiones que rompen con las proporciones habituales en la Península Ibérica de 2:1.

Las piezas encontradas están elaboradas con barro y paja, en el caso de la fábrica; y barro, yeso y áridos gruesos, en el caso de los soportes. En ambos casos, las piezas se reciben con mortero de yeso, dada la abundancia de este material en la zona.

c) Entramado

² La tapia con rafas resulta de combinar el tapial con machones de yeso con el tapial de brencas de yeso (medialunas de material más resistente insertadas en cada tramo de las tapias reforzadas), dando lugar a la aparición de característicos machones curvilíneos (De Hoz, Maldonado, Vela, 2003).

Estos sistemas constructivos tradicionales están compuestos por elementos estructurales de madera que configuran un entramado de postes verticales y horizontales, en los que se rellenan con tierra los espacios entre los mismos.

Existen múltiples variantes para rellenar los paños en función de la técnica empleada, siendo la más común en Titaguas aquella denominada “tapialete” (Figura 4), característica del Bajo Aragón (Villacampa, 2015). El “tapialete” es un muro conformado por un encofrado en el que se vierte yeso, mampuestos y cascotes sin apenas apisonar; que se caracteriza por su singular superficie con oquedades presente en varias viviendas ubicadas en el casco urbano del pueblo. Del mismo modo que sucede con la tapia en Titaguas, este tipo de fábrica puede reforzarse en sus esquinas, como es el caso de los pilares de yeso que protegen estos puntos críticos de las construcciones.



Figura 3. Tapia calicostrada careada con ladrillo y con rafas de yeso en las esquinas



Figura 4. Entramado con paños de “tapialete” y reforzado con pilares de yeso

4.2 Fenómenos de degradación

La arquitectura de tierra puede perdurar durante siglos si se garantiza la protección de los focos de degradación más comunes de la fábrica: la base y la coronación. Por este motivo, las fábricas tradicionales de tierra descritas en el apartado anterior presentan generalmente un zócalo de piedra o se ubican directamente en planta primera, contando además con un elemento de coronación que las protege de la acción de agentes externos.

Los factores que pueden propiciar el desarrollo de procesos patológicos se clasifican en intrínsecos, con origen en el comportamiento del material empleado y del terreno donde se asienta la fábrica; y extrínsecos, que engloban agentes ambientales (agua, aire, temperatura, etc.), biológicos (insectos, animales y plantas), mecánicos (roturas mecánicas accidentales, problemas y errores de ejecución, etc.) y antrópicos (diseño, construcción, uso, etc.) (Rodríguez et al, 2011).

Se realiza una identificación, susceptible de ampliaciones, de las lesiones más frecuentes en las fábricas de tierra analizadas en el municipio de Titaguas, teniendo en cuenta que estas alteraciones se refieren a los edificios en los que no se ha realizado una intervención reciente.

a) Lesiones producidas por agentes ambientales

La presencia de agua en los muros de tierra se manifiesta inicialmente de modo sutil, en forma de cambios de color, temperatura y humedad de su superficie; dejando paso a una progresiva erosión y pérdida de material que puede desembocar en una desestabilización estructural (Mileto, Cristini, García, 2014). De este modo, en la superficie de los muros estudiados de tierra se identifica frecuentemente una pérdida del revestimiento debido fundamentalmente a la acción del agua, cuya degradación dependerá de las características propias de cada variante.

En el caso particular de la tapia calicostrada de yeso, con una costra (revestimiento) rígida que protege el interior del muro, suele producirse un lavado de este último como

consecuencia de la pérdida total o parcial de la coronación y la posterior entrada de agua a través de la misma. El progresivo desprendimiento de la costra, motivado por el continuo abombamiento de la superficie, culmina finalmente con la exposición total del núcleo del muro a la intemperie en una etapa de deterioro más avanzada (Figura 5).

Por otra parte, el “tapialete” dispuesto para rellenar los paños de entramado está expuesto a la erosión continua y progresiva de su superficie, que deja vistos los mampuestos y cascotes debido a la pérdida del revestimiento irregular de yeso.

En la coronación del muro, uno de los puntos más vulnerables de la fábrica, la pérdida de los elementos de protección conlleva una erosión progresiva seguida de una pérdida de material, pudiendo afectar a la estabilidad del muro de tierra.

b) Lesiones producidas por agentes antrópicos

Los daños estructurales en las fábricas de tapia tienen su origen en el diseño y la ejecución de los muros, dado que su naturaleza constructiva garantiza la durabilidad a lo largo del tiempo. De este modo, se observan frecuentemente grietas y fisuras en la superficie de los muros así como pérdidas de plomo de las fábricas de tierra respecto a la vertical o entre sus elementos constructivos.

Asimismo, la falta de mantenimiento de los edificios, su consecuente a la par que progresivo abandono (Figura 5) y las actuaciones con elementos constructivos impropios no solo alteran su imagen sino que contribuyen paulatinamente al deterioro de los muros de tierra.



Figura 5. Desprendimiento de costra en una tapia calicostrada con rafas de yeso por acción de agentes ambientales, en progresivo aumento por falta de mantenimiento

5 CONCLUSIONES

La investigación presentada en el artículo se ampliará en etapas posteriores dado que se encuentra en proceso de desarrollo, por lo que los resultados expuestos son susceptibles de ser modificados durante el transcurso de la misma. No obstante, la fase inicial de la investigación permite identificar tanto las técnicas constructivas tradicionales en tierra propias del municipio de Titaguas como los fenómenos de degradación más frecuentes, aportando adicionalmente un conocimiento superficial sobre las dinámicas de intervención recientes más habituales.

Pese a que no se localiza un gran número de inmuebles de tierra respecto al total de edificios que conforman el pueblo, existe un amplio abanico de técnicas constructivas tradicionales que emplea este material: tapia, adobe y entramado, en sus múltiples variantes. Esta arquitectura, heredera de las formas de vida tradicionales, es el resultado del saber hacer de constructores anónimos que erigían edificios fieles a su entorno urbano e integrados en el paisaje, puesto que empleaban los recursos naturales disponibles y se adaptaban a las condiciones climáticas de la zona.

Las técnicas constructivas tradicionales han desaparecido progresivamente con el paso del tiempo como consecuencia de los cambios en las formas de vida que las vieron nacer. La pérdida de estas técnicas ha ido de la mano de la implantación gradual de soluciones estandarizadas, las cuales emplean materiales ajenos que derivan en diversos fenómenos de incompatibilidad material, estructural y constructiva con la arquitectura tradicional. Estas nuevas técnicas empleadas en las reparaciones de los inmuebles tradicionales de tierra por parte de constructores anónimos traen consigo nuevos fenómenos de degradación, que comienza a manifestarse en las fábricas, y se añaden a las lesiones derivadas de la acción de agentes atmosféricos y la falta de mantenimiento.

La posterior evaluación de las intervenciones en los casos de estudio permitirá establecer una serie de conclusiones en torno a la oportunidad de cada tipo de intervención e identificar cuál es más aconsejable en función de las circunstancias del edificio, siempre guiándose por los criterios de conservación, compatibilidad y sostenibilidad.

Aunque resulta desalentador observar el ruinoso estado de conservación en el que se encuentran algunas construcciones tradicionales de tierra así como las crecientes lesiones que afectan a algunos edificios en uso, sorprende encontrar iniciativas cuyo objetivo es poner en valor la arquitectura tradicional y difundir el legado de la sabiduría constructiva popular. Prueba de ello son los paneles informativos dispuestos en las calles del pueblo por la Fundación Simón de Rojas, los cuales exponen brevemente, de forma clara y concisa, las técnicas constructivas características de la zona (Titaguas y otros municipios próximos), contribuyendo así al conocimiento y la valoración del patrimonio propio por parte de sus habitantes y sus eventuales visitantes.



Figura 6. Panel informativo sobre la arquitectura tradicional en Titaguas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AA. VV., (2011). Terra Europae. Earthen architecture in the European Union. Pisa: Edizioni ETS.
- Carbonara, G. (1997). Avvicinamento al restauro. Nápoles: Liguori.
- De Hoz Onrubia, J.; Maldonado Ramos, L.; Vela Cossío, F. (2003). Diccionario de construcción tradicional: tierra. San Sebastián: Editorial Nerea.
- Mileto, C.; Vegas, F.; García, L.; Cristini, V. (eds) (2014). Earthen architecture. Past, present and future. Londres: CRC Press.
- Rodrigo, C. (2000). La Serranía: análisis geográfico comarcal. Valencia: Centro de Estudios La Serranía.
- Rodríguez, M. A.; Monteagudo, I.; Saroza, B.; Nolasco, P.; Castro, Y. (2011). Aproximación a la patología presentada en las construcciones de tierra. Algunas recomendaciones de intervención. In: Informes de la Construcción. Vol. 63. Julio-septiembre 2011. p. 97-106.
- Vegas, F.; Mileto, C.; Cristini, V.; García Soriano, L. (2014). La tapia en la Península Ibérica. In: Mileto, C.; Vegas, F. (ed) La restauración de la tapia en la Península Ibérica. Valencia: TC Cuadernos.

Villacampa, L. (2015). Dinámicas de transformación y técnicas de intervención en la arquitectura tradicional de Montalbán y Peñarroyas. Trabajo Final de Máster (Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico). Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universitat Politècnica de València. Valencia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los habitantes de Titaguas su colaboración durante el trabajo de campo y la información aportada a la investigación.

AUTORES

Laura Balaguer Garzón: Doctoranda en Arquitectura en el marco del Programa de Formación de Personal Investigador de la Universitat Politècnica de València (UPV); estudiante del Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico de la UPV; Arquitecta por la UPV (2013); Técnico Superior de Investigación en el Instituto de Restauración del Patrimonio (UPV); becaria de colaboración en diversos proyectos de investigación (UPV).

Camilla Mileto: Arquitecta por IUAV (1998), Máster CPA (2002) y Doctora por la UPV (2004). Es profesora del Depto. de Composición Arquitectónica de la ETSA de la UPV donde imparte docencia sobre restauración arquitectónica, arquitectura histórica y tradicional, técnicas constructivas tradicionales. Desde 2009 es Subdirectora del Instituto de Restauración del Patrimonio Arquitectónico de la UPV. Su labor de investigación se centra en la restauración de la arquitectura histórica monumental y no monumental y en el conocimiento de las técnicas constructivas tradicionales. Nombrada en comités internacionales.

Fernando Vegas López-Manzanares: Arquitecto (1990), doctor (2000) y profesor de la ETS Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia. Su trayectoria científica se ha concentrado en el estudio, restauración y puesta en valor del patrimonio tanto monumental como vernáculo en su diversa manifestación material (tierra, yeso, madera, etc.), técnica, cultural e histórica. La experiencia práctica en estudios, proyectos y obras de restauración de grandes y pequeños monumentos, entre los cuales algunos lugares emblemáticos de la Alhambra, así como otros ejemplos.



A INFLUÊNCIA DA SUPERFÍCIE ESPECÍFICA E DO TEOR DE PIGMENTOS DE SOLOS SOBRE O PODER DE COBERTURA DE TINTAS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Fernando de Paula Cardoso¹; Rita de Cássia Silva Sant'Anna Alvarenga²; Anôr Fiorini de Carvalho³; Thainá Silveira Garcia Mendes⁴

¹Departamento de Engenharia Civil, UFV, Viçosa, MG, Brasil,

¹fernandodepaulacardoso@gmail.com; ²ritadecassia@ufv.br; ⁴thaina.mendes@ufv.br

³Departamento de Solos, UFV, Viçosa, MG, Brasil, anorcarvalho@gmail.com

Palavras-chave: tintas, pigmentos de solos, poder de cobertura

Resumo

Devido à natureza heterogênea dos solos, as tintas produzidas com os seus pigmentos de acordo com o método desenvolvido pelo projeto Cores da Terra - UFV apresentam discrepâncias em relação ao poder de cobertura. Tais discrepâncias, segundo as experiências dos membros do projeto, podem tem relação com a superfície específica dos pigmentos e com os seus teores nas formulações das tintas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi estudar a influência da superfície específica e do teor de pigmentos de solos sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil. Para isso, foram selecionadas 15 amostras de solos de diferentes origens, que foram tratadas e caracterizadas quanto à superfície específica. Foram produzidas amostras de tintas de acordo com o método desenvolvido pelo projeto Cores da Terra. O teor de pigmentos foi definido para cada amostra de tinta em função de um padrão de viscosidade. As tintas foram aplicadas sobre cartelas padronizadas, que foram escaneadas após a secagem. O poder de cobertura foi calculado por meio da análise de imagens, de onde foram obtidas as relações entre as razões de contraste. Com as relações, foi possível calcular o coeficiente de correlação linear. Verificou-se que não existe correlação perfeita entre superfície específica e o teor de pigmentos com o poder de cobertura. Concluiu-se que para avaliar de maneira eficiente a influência da superfície específica e do teor de pigmentos sobre o poder de cobertura é necessário conhecer as características específicas de cada pigmento.

1 INTRODUÇÃO

O projeto Cores da Terra dedica-se à pesquisa e difusão de processos de produção de tintas para a construção civil com pigmentos de solos. Diversos estudos já foram realizados com o objetivo de melhorar o desempenho das tintas, principalmente em relação à resistência à abrasão e ao poder de cobertura. Sendo a superfície específica dos pigmentos e o teor de pigmentos nas formulações considerados pela literatura especializada como fatores determinantes do poder de cobertura das tintas, pretende-se com esse trabalho comprovar se, no caso dos pigmentos de solos de diferentes origens, o aumento da superfície específica e do teor de pigmentos acarreta um aumento do poder de cobertura.

2 OBJETIVO

Estudar a influência da superfície específica e do teor de pigmentos de solos de diferentes origens sobre o poder de cobertura de tintas para a construção civil.

3 METODOLOGIA

Este estudo consistiu na seleção dos solos, tratamento para a obtenção dos pigmentos, análise granulométrica, medição da superfície específica, preparação das amostras de tintas, cálculo do teor de pigmentos, aplicação em cartelas padronizadas, obtenção de

imagens e, por fim, a análise das imagens. Os procedimentos adotados em cada passo estão apresentados nos itens subsequentes.

3.1 Seleção e tratamento dos solos para a obtenção dos pigmentos

Foram utilizados 30 solos coletados pelo projeto Cores da Terra no Estado de Minas Gerais, que constituíam uma coleção de amostras já utilizadas em outras pesquisas. As amostras foram selecionadas em função da cor. As cores predominantes da coleção de amostras foram o branco, o ocre, o marrom e o roxo. Desse agrupamento, foram selecionados materiais com origens variadas, totalizando ao final 15 amostras, sendo cinco da cor branca, quatro da cor ocre, quatro da cor marrom e dois da cor roxa.

O tratamento dos solos foi realizado conforme o método desenvolvido por Cardoso (2015), que consiste na desagregação e dispersão mecânica em meio líquido das partículas com o uso do disco *cowles* acoplado a um agitador mecânico, seguida do peneiramento em trama de 180µm (80 mesh ASTM).

O tempo de desagregação e dispersão variou em função das características dos solos e o processo se deu por encerrado quando o vórtice criado pelo material em plena agitação se estabilizou, o que caracteriza a situação na qual não há mais absorção de água e ocorre a estabilização da viscosidade.

A referida peneira, apesar de permitir a passagem de silte e de areia em frações finas, foi definida em função da correspondência de sua trama/abertura com a das meias de *nylon*, o que facilita a apropriação do processo, considerando os preceitos da tecnologia social¹.

Após o peneiramento, foram retiradas alíquotas do material produzido para a medição da superfície específica e, sem seguida, os pigmentos foram armazenados em recipientes com tampa devidamente identificados.

3.2 Análise granulométrica

Para a análise granulométrica, o método empregado foi o da pipeta, conforme Embrapa (1997), que se baseia na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. A análise foi feita após o tratamento dos pigmentos.

3.3 Superfície específica

A superfície específica foi medida pelo método de adsorção de BET, por equipamento da marca *Quantachrome*, modelo *Nova 2200 e*.

A determinação da superfície específica foi feita por meio da teoria de Brunauer, Emmett e Teller, que se baseia no fenômeno da adsorção física de gases nas superfícies externas e internas de um material poroso (Fagerlund, 1973).

Nesse método, o gás passa por uma amostra resfriada à temperatura do nitrogênio líquido (77 K), sob pressões de até 2 atm. e pressões relativas (P/P_0) inferiores a 0,3. O N² adsorvido fisicamente em cada pressão produz uma alteração na composição de saída, registrada por um detector de condutividade térmica, ligado a um registrador potenciométrico. Ao aquecer a amostra, pela perda de contato do N² líquido com a célula de amostragem, o N² é dessorvido. A área dos picos é proporcional à massa de N² dessorvida. A partir do volume de N² obtido no ensaio e utilizando a equação de BET, determina-se o volume de nitrogênio necessário para recobrir a superfície adsorvente com uma monocamada.

¹ Segundo Dagnino (2009), tecnologia social compreende produtos, técnicas e/ou metodologias reaplicáveis desenvolvidos na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social

3.4 Preparação das amostras de tinta

Para a preparação das amostras de tinta, o primeiro passo foi a medição da viscosidade de cada pigmento diluído em água com o viscosímetro copo *Ford*, com orifício nº4. O tempo de referência determinado para a passagem dos pigmentos diluídos pelo orifício foi de 15 segundos. A correção da viscosidade, quando necessária, se deu com a adição de água, agitação e nova medição, até que todos os pigmentos diluídos levassem o mesmo tempo para a passagem pelo orifício.

Em seguida, foram retiradas alíquotas de cada amostra de pigmento diluído para o cálculo do teor de pigmentos. Para isso, as alíquotas foram armazenadas em recipientes metálicos previamente pesados e levados à estufa pelo tempo de 48 horas a 100°C. Ao final, as amostras foram colocadas em dessecador por 15 minutos e em seguida realizada nova pesagem.

O teor de sólidos determinou o teor de veículo utilizado. O veículo utilizado foi o poliacetato de vinila, da marca *Cascorez* categoria universal e o seu teor foi de 30% do teor de pigmentos presente em cada amostra.

Assim foram obtidas as fórmulas para a produção das amostras de tinta, apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Fórmulas definidas para a produção das amostras de tinta com mesma viscosidade para cada pigmento.

Amostra	Pigmento (g)	Solvente (g)	Veículo (g)
1	118,18	463,86	35,46
2	143,18	220,24	42,95
3	106,04	258,47	31,81
4	94,22	338,64	28,27
5	75,73	301,23	22,72
6	98,22	313,56	29,47
7	132,91	299,78	39,87
8	118,77	321,36	35,63
9	59,12	288,39	17,73
10	281,28	314,54	84,38
11	119,78	196,03	35,93
12	106,90	492,19	32,07
13	111,06	394,78	33,32
14	224,47	467,97	67,34
15	162,04	298,61	48,61

3.5 Aplicação das tintas e obtenção das imagens

As amostras de tinta foram transferidas do recipiente para a bandeja de pintura, deixando uma folga entre o nível da tinta e a superfície de descarte, que é realizada para a preparação do rolo. Na primeira utilização do rolo (rolo ainda seco), deve-se prepará-lo corretamente de forma que este fique impregnado com tinta de forma homogênea. Para tanto, o rolo foi colocado na bandeja, na extremidade oposta da superfície de descarte, de forma que apenas o revestimento do rolo ficasse submerso na tinta. Em seguida, o rolo foi arrastado até o final da superfície de descarte. Na superfície de descarte o rolo foi movimentado para que a tinta fosse impregnada de forma homogênea na lã. Isso foi verificado segurando o rolo ao ar e verificando se existia uma tendência ao giro. Havendo

giro, constata-se que existe uma área com maior acúmulo de tinta, que tende a ficar para baixo.

As tintas foram aplicadas sobre cartelas *BYK* ref. PA 2811, com o uso de rolos de lã de carneiro com largura de 9 cm e altura da lã de 12 mm.

À cada demão, as cartelas foram deixadas para secar na horizontal pelo tempo de 24 horas e em seguida levadas ao scanner para a obtenção das imagens. O scanner utilizado foi o *HP Photosmart C4480*, com resolução de 600 dpi.

O procedimento indicado foi realizado três vezes, ou seja, foram aplicadas três demãos, conforme a Figura 1. O número de três demãos foi o limite estabelecido para considerar a tinta como econômica.



Figura 1. Imagens escaneadas da mesma cartela obtidas a cada demão de tinta aplicada.

3.6 Análise das imagens

A análise das imagens foi realizada por meio da comparação da cobertura obtida na terceira demão com a cobertura total do fundo, obtida por meio da aplicação de 10 demãos sobre a parte lateral da cartela, conforme indicado na figura 2.



Figura 2. Cobertura obtida na terceira demão e cobertura total (extremidade direita da cartela).

A comparação foi feita por meio da leitura do fator B (brilho) do padrão de cores HSB. O fator B consiste na luminosidade ou escurecimento relativo da cor, geralmente medido como a porcentagem de 0 (preto) a 100 (branco). Medindo-se o fator B sobre os fundos preto e

branco, obtém-se o quanto de preto e branco da cartela estão sendo transmitidos através da película de tinta seca. Com esses números, calcula-se a razão de contraste, dada pela fórmula:

$$RC (\%) = (V_p/V_b) \cdot 100 \quad (1)$$

Onde V_p é o valor de refletância obtido sobre a parte preta e V_b o valor de refletância obtido sobre a parte branca da cartela.

A análise das imagens foi feita por meio do software *Photoshop*. Em cada espaço da cartela (preto e branco, para a cobertura obtida na terceira demão e para a cobertura total) foram definidos 10 pontos aleatórios de leitura do fator B.

Os dados obtidos da terceira demão e da cobertura total foram transferidos para uma planilha e em seguida foram calculadas as razões de contraste. A comparação entre a cobertura obtida na terceira demão e a total foi dada pelo quociente obtido da razão de contraste obtida na terceira demão pela razão de contraste obtida na cobertura total. O número resultante foi chamado de relação entre as razões de contraste. Quanto mais próximo de 1,0 esse número, mais próxima do padrão obtido na cobertura total está a cobertura obtida na terceira demão.

3.7 Relação entre superfície específica, teor de pigmentos e poder de cobertura

O estudo da influência da superfície específica e do teor de pigmentos sobre o poder de cobertura foi feito a partir da organização das superfícies específicas e dos teores de pigmentos de cada amostra em ordem crescente, seguida do estudo da correlação entre os fatores por meio do cálculo do coeficiente de correlação linear de *Pearson*. O coeficiente mede o grau da correlação e a direção dessa correlação, se positiva ou negativa, entre duas variáveis.

Este coeficiente assume apenas valores entre -1 e 1 e é representado por ρ . Se ρ é igual a 1,0, significa que existe uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis. Se ρ é igual a -1, significa que existe uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, ou seja, se uma aumenta, a outra sempre diminui. E, se ρ é igual a 0, significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra.

Este estudo busca responder à pergunta: O aumento da superfície específica das partículas dos pigmentos e do teor das mesmas nas formulações das tintas acarreta um aumento do poder de cobertura?

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados da análise granulométrica dos pigmentos realizada após o tratamento dos solos para obter os pigmentos.

Tabela 2. Resultados da análise granulométrica dos pigmentos.

Amostra	Areia fina (%)	Silte (%)	Argila (%)
1	0,10	96,10	3,80
2	18,57	55,71	25,71
3	12,16	44,59	43,24
4	21,88	12,50	65,63
5	1,01	26,26	72,73
6	27,50	47,50	25,00
7	5,26	44,21	50,53
8	15,28	29,17	55,56
9	1,01	40,40	58,59
10	12,99	41,65	45,36

11	40,32	8,06	51,61
12	12,50	5,68	81,82
13	28,36	55,22	16,42
14	11,90	61,90	26,19
15	33,33	14,04	52,63

Nas tabelas 3 e 4 estão apresentadas, respectivamente, as relações entre superfícies específicas e razões de contraste e entre os teores de pigmentos e razões de contraste.

Tabela 3. Relação entre superfícies específicas e razões de contraste.

Amostra	Superfície específica em ordem crescente (m ² /g)	Relação entre razões de contraste
1	5,04	0,93
3	39,96	0,98
14	43,56	0,97
4	51,12	0,86
2	56,16	0,96
5	59,04	0,95
13	59,76	0,94
6	66,96	0,97
9	71,28	0,97
12	74,16	0,82
7	76,32	1,00
11	78,84	0,90
8	80,64	0,88
15	91,80	0,88
10	100,08	0,99

Tabela 4. Relação entre teores de pigmentos e razões de contraste.

Amostra	Teor de pigmento em ordem crescente (%)	Relação entre razões de contraste
9	20,50	0,97
12	21,72	0,82
5	25,14	0,95
1	25,48	0,93
4	27,82	0,86
13	28,13	0,94
6	31,32	0,97
8	36,96	0,88
3	41,02	0,98
7	44,34	1,00
14	47,97	0,97
15	54,26	0,88
11	61,10	0,90
2	65,01	0,96
10	89,42	0,99

Castro (2009) afirma que, quanto maior a superfície específica dos pigmentos, maior o poder de cobertura, e que a capacidade da tinta de obstruir a transmissão da luz visível depende de fatores como a relação entre o índice de refração do pigmento e do meio no qual está disperso, o teor de pigmentos, a qualidade da dispersão, o tamanho, a forma e a estrutura das partículas.

O coeficiente de correlação linear de *Pearson*, obtido para a correlação superfícies específicas vs relação entre as razões de contraste, foi $\rho = -0,12$ e para a correlação teores de pigmentos vs relação entre as razões de contraste foi $\rho = 0,30$.

Nos dois casos, verifica-se que não existe uma correlação perfeita entre os fatores estudados, ou seja, o aumento da superfície específica e do teor de pigmentos não acarretou o aumento do poder de cobertura das tintas.

Para o caso dos pigmentos de solos, outros fatores parecem exercer influência sobre o poder de cobertura. Em outro estudo (Cardoso, 2015), também foi possível comprovar que os fatores relação entre o índice de refração do pigmento e do meio no qual está disperso e a qualidade da dispersão não exerceram influência direta sobre o poder de cobertura.

Por outro lado, percebe-se que os fatores superfície específica e teor de pigmento exercem grande influência sobre a viscosidade, que foi o parâmetro adotado para a produção das amostras de tinta estudadas. Para a mesma viscosidade, as superfícies específicas variaram entre 5,04 m²/g e 100,08 m²/g, e os teores de pigmento variaram entre 20,50% e 89,42%.

Verificou-se que foram alcançados poderes de cobertura satisfatórios em 8 das 15 amostras, a saber 2, 3, 5, 6, 7, 10, 13 e 14. Por outro lado, entre as amostras que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios não foi verificada nenhuma similaridade entre suas superfícies específicas e seus teores de pigmento.

Conforme Uemoto e Silva (2005), uma tinta látex industrializada precisa apresentar teor de pigmentos que varia entre 30,4 e 45,9% para alcançar um poder de cobertura satisfatório. No caso das amostras de tinta que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios, subtraindo do teor de pigmentos de cada amostra a fração areia fina (tabela 2) – pelo fato desta decantar e por isso não fazer parte do teor útil de pigmentos – tem-se como resultado teores de pigmentos que variam entre 43,28 e 97,98%. Portanto, nota-se que é necessário um teor de pigmentos elevado para produzir tintas com pigmentos de solos que apresentem desempenho razoável quanto ao poder de cobertura.

Sabendo-se que não existe uma correlação perfeita entre os fatores estudados e que algumas das amostras de tinta alcançaram poderes de cobertura satisfatórios com teores e composições de pigmentos variadas, as explicações para tais comportamentos podem ter relação com as características específicas dos pigmentos.

A diversidade de pigmentos utilizada pressupõe a diversidade de suas composições. Cada pigmento é composto por partículas com superfícies específicas distintas, como se pode verificar na Tabela 3. Quanto menor o tamanho da partícula, maior a sua superfície específica e maior a sua reatividade físico-química.

Parte das argilas comportam-se como colóides, que são partículas com pelo menos uma de suas dimensões dentro do intervalo de 1nm a 1µm que mantém-se dispersas – dispersão coloidal – em um meio devido ao movimento browniano e, portanto, não se depositam pela ação da gravidade.

Outra parte das partículas das argilas, com pelo menos uma das dimensões dentro do intervalo de 1µm a 2µm, já forma suspensões e não dispersões coloidais e, nesse caso, as partículas se depositam pela ação da gravidade, mesmo havendo forças de repulsão.

A constituição mineral das partículas das argilas determina a presença e o tipo de cargas elétricas ativas em suas bordas e/ou superfícies. As cargas promovem interações físico-químicas que resultam na dispersão das partículas por meio de forças de repulsão ou na

floculação por meio de forças de atração, o que determina o comportamento das dispersões coloidais e das suspensões.

O afastamento das partículas promovido pela forças de repulsão é positivo nos caso das tintas, pois garante a estabilidade das suspensões, a homogeneidade e a uniformidade da película formada sobre a superfície, ou seja, um poder de cobertura satisfatório. No entanto, isso só ocorre se o teor de pigmentos for o suficiente. Caso contrário, a pintura apresenta um aspecto uniformemente transparente, o que demanda várias demãos para alcançar a cobertura total.

No caso da floculação promovida pelas forças de atração, ocorre a formação de agregados ou grumos, que tendem a decantar pela ação da gravidade, o que resulta em misturas heterogêneas de difícil aplicação. Nesse caso, a pintura apresenta manchas com regiões densas, repletas de materiais agregados, e espaços praticamente vazios, com cobertura muito baixa, o que também demanda várias demãos para alcançar a cobertura total.

Além das argilas, partículas de silte (dimensões entre 2 μ m e 50 μ m) também participaram da composição dos pigmentos utilizados, sendo que o limite superior do tamanho das partículas foi limitado pela trama de 180 μ m (80 *mesh* ASTM). Apesar das partículas de areia fina (dimensões entre 50 μ m e 200 μ m) passarem pela trama, estas não contribuem com o poder de cobertura como já foi mencionado.

Na tabela 2, verifica-se que a granulometria dos pigmentos é muito variada. Consequentemente, as superfícies específicas calculadas também são muito variadas, pois são o resultado das contribuições de vários tamanhos de partículas, sendo as predominantes as correspondentes à fração argila.

Percebe-se, por outro lado, que, entre as amostras de tintas que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios, predomina a fração silte na composição dos pigmentos, o que valida os resultados obtidos em outro estudo (Cardoso, Carvalho, Fontes, 2014) que atribuem à fração silte o bom desempenho das tintas quanto ao poder de cobertura. Nesse caso, as partículas de silte mantêm-se suspensas no meio devido ao poder emulsificante do poliacetato de vinila, que também contribui para manter suspensas as partículas das argilas.

Portanto, constata-se que com as frações argila e silte constituindo os pigmentos é possível produzir tintas com poderes de cobertura satisfatórios. No entanto, o conhecimento da influência da superfície específica e do teor dos pigmentos sobre o poder de cobertura ainda se apresenta como um limite.

5 CONCLUSÕES

A tentativa de realizar um estudo utilizando pigmentos de origens e características diversas em busca de uma regularidade de comportamento quanto ao poder de cobertura, tendo-se como parâmetros a superfície específica e o teor de pigmentos, mostrou-se limitada. Porém, mesmo em meio à diversidade de origens e características, foi possível produzir tintas que apresentaram poderes de cobertura satisfatórios. Disso, constata-se que existem condições que foram satisfeitas por estas amostras de tinta que garantiram o desempenho satisfatório.

Portanto, este estudo significou um passo, pois permitiu agrupar as amostras de tinta. O próximo passo depende de um conhecimento mais aprofundado de cada pigmento, por meio da realização de análises químicas, mineralógicas e da produção de imagens microscópicas, assim como do estudo reológico das tintas.

No contexto do desenvolvimento da tecnologia social, conhecendo as características dos pigmentos que determinam o bom desempenho das tintas, bem como maneiras de reconhecer tais características sem depender de procedimentos sofisticados, pode ser possível produzir tintas com qualquer tipo de solo a partir da correção de fatores negativos, adicionando-se às formulações outros pigmentos com características definidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cardoso, F. P. (2015). Desenvolvimento de processos de produção e avaliação do desempenho de tintas para a construção civil manufaturadas com pigmentos de solos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Cardoso, F. P.; Carvalho, A.F.; Fontes, M.P.F. (2014). Resistência à abrasão de tintas imobiliárias produzidas com pigmentos obtidos por dispersão mecânica de solos. Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, 1, Guimarães. Anais do I CLB/MCS. Guimarães, Portugal: Universidade do Minho. CD-ROM.

Castro, C. D. (2009). Estudo da influência das propriedades de diferentes cargas minerais no poder de cobertura de um filme de tinta. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

Dagnino, R. P. (2009). Tecnologia social: Ferramenta para construir outra sociedade. Campinas: Unicamp.

Embrapa (1997). Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.

Fagerlund, G. (1973). Determination of specific surface by the BET method. *Materials and Structures*, (6), 239-245.

Uemoto, K. L.; Silva, J. (2005). Caracterização de tintas látex para construção civil: diagnóstico do mercado do estado de São Paulo. *Boletim Técnico*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

AUTORES

Fernando de Paula Cardoso: Graduado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; Mestre em Engenharia Civil (Engenharia da Construção) pela UFV; Estudante de doutorado em Engenharia Civil na UFV; Pesquisador do projeto Cores da Terra, vinculado aos Departamentos de Solos e Engenharia Civil da UFV; e membro das Redes TerraBrasil e PROTERRA.

Rita de Cássia Silva Sant’Anna Alvarenga: Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa – UFV; Mestrado e Doutorado em Engenharia Civil pela USP; Professora adjunta do Departamento de Engenharia Civil da UFV.

Anôr Fiorini de Carvalho: Graduação, mestrado e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa; Coordenador do projeto Cores da Terra; Professor adjunto do Departamento de Solos da UFV; Coordenador do projeto Cores da Terra.

Thainá Silveira Garcia Mendes: Estudante de graduação em Engenharia Civil na Universidade Federal de Viçosa.



DESENVOLVIMENTO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO NO VALE HISTÓRICO PAULISTA, BRASIL

Andrea Cavicchioli¹; Guillermo Rolón²; Lauro Maia Cavalcanti³; Joseane Fontaine³;

¹Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, Brasil, andrecav@usp.br

²CRIATIC - Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda, Conicet, Argentina, guillerolon02@gmail.com

³Instituto Socioambiental RPPN Fazenda Catadupa, Brasil, lauro@valehoteis.com.br; joseanefontaine@hotmail.com

Palavras-chave: Vale Histórico Paulista, argamassas, latossolo vermelho-amarelo, terra de formigueiro, terra de cupinzeiro.

Resumo

Vale Histórico Paulista é o termo com o qual hoje se designa uma importante região ligada ao surgimento da cafeicultura no Brasil no XIX século, no trecho paulista da bacia do Rio Paraíba de Sul. O patrimônio arquitetônico construído do Vale Histórico apresenta, geralmente, condições de conservação prejudicadas pela ação dos agentes climáticos e, por causa disso, a preservação e o restauro das argamassas de revestimento e a busca de materiais compatíveis e resistentes é um objetivo fundamental. A finalidade desse trabalho foi desenvolver e testar formulações de argamassas baseadas no uso de matérias primas locais, incluindo terra de diversas fontes (inclusive terras extraídas de montículos de formigueiro e de cupinzeiro), fibras e extratos vegetais. Dentre todas as formulações testadas, as argamassas baseadas no uso de terra de cupinzeiro apresentaram propriedades de adesão e resistência à ação da água significativamente superiores aos demais tipos de terra, mostrando vantagem adicional na inclusão na formulação do extrato aquoso (mucilagem) do cacto do gênero *Opuntia*.

INTRODUÇÃO

No Brasil, todas as principais técnicas de arquitetura com terra, herança da tradição ibérica (taipa de pilão, adobe e pau-a-pique) estiveram amplamente presentes durante o período colonial. Esse é o caso, também, do estado de São Paulo, muito embora aqui a técnica da taipa de pilão tenha de certa forma se sobressaído com relação ao adobe, muito mais presente em outras regiões do país. Esse fato está refletido na proporção de construções históricas (igrejas, capelas, solares, casarões, fazendas, casas bandeiristas) feitas com a utilização das duas técnicas nesse território. Uma exceção bastante significativa a essa tendência pode ser encontrada no Vale do Rio Paraíba do Sul, palco da introdução da cultura do café no século XIX e local por excelência de sua produção entre 1820 e 1880. Nessa região, as três técnicas de construção com terra coexistem, fato que se deve possivelmente à influência de imigrantes mineiros que, esgotado o ciclo do ouro, começaram a descer a Estrada Real rumo ao litoral e se instalaram nas margens do Caminho Novo da Piedade contribuindo de maneira determinante para a implantação do café no Brasil.

Vale Histórico Paulista

Com a expressão Vale Histórico Paulista, designa-se hoje a região correspondente aos municípios de Queluz, Silveiras, Areias, São José do Barreiro, Arapeí e Bananal, na bacia paulista do Rio Paraíba do Sul cravada na porção nordeste do estado de São Paulo, na divisa com o Rio de Janeiro e Minas Gerais (Figura 1).

Essa expressão foi claramente cunhada em época recente e indica a área de desenvolvimento do primeiro ciclo do café ao longo do trecho paulista do Caminho Novo da Piedade, a estrada que a partir da segunda metade do século XVIII veio a ligar a província

de São Paulo com a capital da colônia (Carrilho, 2006).

As circunstâncias que levaram à escolha dessa região, tanto no Rio de Janeiro como em São Paulo, são debatidas por vários autores (ex. Hollanda, 1975). O fato é que, no século XIX, durante algumas décadas nesse Vale se produziu a maior parte de todo o café que foi comercializado pelo mundo afora e isso foi motivo do acúmulo de enormes riquezas por partes dos cafeicultores locais (Carrilho, 2006).

Com isso, a região passou a ter um expressivo nível de desenvolvimento que redundou na ampliação dos centros urbanos – sobretudo Bananal – e na construção de refinadas residências, urbanas e rurais, daqueles que logo viriam a adquirir o título de *Barões do Café*. Literalmente, pois suas fartas contribuições para os cofres do estado e sua influência política induziram a coroa imperial à efetiva outorga de títulos nobiliárquicos.

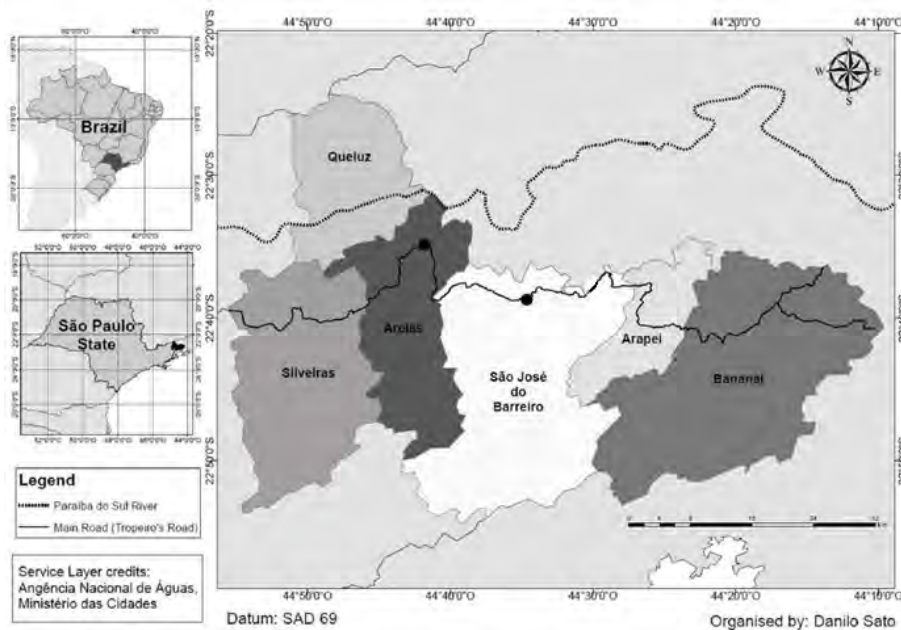


Figura 1. Localização do Vale Histórico Paulista (Fonte: Fazio et al. 2015)

Toda essa pujança social e econômica teve um ciclo relativamente curto e, no final do século XIX, a região sofreu um rápido declínio, tendo como principais causas o fim da escravidão, a perda de fertilidade do solo e a consequente migração das lavouras do café para o oeste do estado. Os impactos foram tão intensos e a decadência tão marcante que o escritor Monteiro Lobato se refere a esses distritos como a *Cidades Mortas*, no livro homônimo (2009).

A herança do ciclo do café é constituída pelos remanescentes das construções erguidas naquela época, objeto de um levantamento detalhado em recente trabalho (Cavicchioli et al., 2013). Destacam-se as sedes de várias fazendas, onde a técnica de eleição foi o adobe, igrejas (essencialmente taipa de pilão) e outros tipos de edificações urbanas onde se encontram todas as três técnicas (em determinados casos, simultaneamente na mesma construção, como no Solar Aguiar Valim em Bananal). Nas cidades, a taipa tende a predominar nos municípios mais ao oeste (Queluz e Areias) e o adobe mais em Bananal, ao leste.

Atualmente, devido sobretudo às condições de empobrecimento econômico da região e de abandono – nunca realmente amenizadas por adequadas iniciativas do poder público – não há dúvida de que a situação de conservação da grande maioria das construções históricas seja de precariedade, quando não mesmo de sérios riscos de perdas, em determinados casos até bastante iminentes. A isso se soma o substancial esquecimento dos saberes tradicionais de construção conjugado com formas evidentes de desconhecimento de preceitos primários de conservação e restauro, explicitando-se frequentemente em intervenções equivocadas e prejudiciais.

Nesse quadro, parece evidente a importância de se avançar em pesquisas científicas voltadas para o tema das argamassas de revestimento que desempenham um papel fundamental nos mecanismos de preservação das edificações com terra, tendo particularmente em vista o fato desse elemento arquitetônico ser um daqueles onde se concretizam com mais frequência ações desacertadas em processos de restauro.

Argamassas de revestimento

Pode-se definir as argamassas de revestimento seguindo a ABNT/NBR 13529 (Gomes, 1995) como sendo “uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento”. Seu uso, nos dias de hoje, visto como uma prática normal e até no olhar contemporâneo das construções históricas seu emprego muitas vezes é dado como óbvio e natural. Contudo, não há consenso a respeito de sempre haver existido a necessidade deste revestimento de argamassa de proteção para as paredes das construções em terra e tampouco existe uma opinião absoluta com relação a quando essa prática tenha surgido e se estabelecido (Oliveira, 1959 apud Gomes, 1995).

De todo modo, hoje a tendência é reconhecer a importância que as argamassas para revestimentos exercem na proteção das edificações em terra, principalmente em regiões de clima tropical como o Brasil. Houben e Guillaud (1989, apud Mattaraia e Ino, 2002. p.1269) já alertavam para esta necessidade quando escreviam que

em todas as regiões onde o clima é caracterizado por uma pluviometria elevada e por chuvas que incidem quase horizontalmente, os revestimentos protetores são indispensáveis. Esta disposição é imperativa para regiões onde as vicissitudes do clima são associadas a uma tradição arquitetural que negligencia as proteções da base e do topo da parede.

Entretanto, no caso da arquitetura com terra, essa tendência não parece, em muitos casos, vir acompanhada da preocupação com as efetivas propriedades das argamassas usadas e, em particular, com seu desempenho com relação às características intrínsecas dos materiais usados nos demais elementos arquitetônicos, notadamente as paredes construídas com algumas das técnicas de terra. É um fato amplamente observado e relatado na literatura (Mattaraia, Ino, 2002) de que, hoje em dia, é comum adotar o uso de materiais baseados na mistura de cimento e areia, ainda que estudos indiquem ser essa solução não compatível com o substrato, provocando patologias ainda piores do que podem ocorrer sem o reboco. O cimento, em particular, por ter propriedades físicas bastante distintas (p. ex. coeficientes de retração e dilatação), tende a descolar facilmente e arrastar pedaços da alvenaria de terra.

Se, por outro lado, na prática do restauro tende-se a adotar soluções empíricas e composições determinadas a partir de conhecimento atuais, por outro poucos são os registros a respeito da proporção dos materiais empregados nas argamassas tradicionais, sobretudo no que tange ao aglomerante usado. No Brasil, utilizou-se a cal de conchas marinhas desde os primeiros tempos de colonização, nas argamassas e revestimentos de construção principalmente no litoral, no entanto, historiadores e pesquisadores como Oliveira (1959, apud Gomes, 1995) e Coutinho (1973, apud Gomes, 1995) afirmam e acreditam ser a argila a principal escolha como aglomerante, sobretudo devido à dificuldade em se conseguir conchas marinhas para a obtenção de cal em regiões afastadas do litoral brasileiro. Em particular, os resultados das análises do NTPR (Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração) baseadas em centenas de amostras de antigas argamassas, indicam que, no Brasil, desde o século XVI até o início do século XX, oitenta por cento (80%) das argamassas eram *bastardas*, ou seja, aquelas que contêm argilominerais na sua composição (Oliveira, 1995, apud Gomes, 1995).

Apesar dessas constatações, raras também são as pesquisas que versam sobre o assunto e esse vácuo de estudos mais aprofundados acarretam em uma ausência de segurança por

parte de quem se encontra na necessidade de escolher soluções de restauro de edificações históricas, facilitando a opção por saídas equivocadas e inapropriadas. Cabe destacar que o objetivo não é necessariamente a reprodução de receitas originais, mas sim de formulações testadas e verificadas tanto nos aspectos de resistência aos fatores de agressão quanto de compatibilidade com os materiais estruturais que, esses sim, precisam ser preservados em sua integridade.

Terra de cupinzeiro

O uso de terra extraída de ninhos de insetos sociais como cupins e formigas como matéria prima para uso em restauro de construções com terra não é original. Além de alguns relatos de literatura (p. ex., Pereira, 2008), os moradores das regiões rurais que lidam com esse tipo de técnicas mencionam com certa frequência essa prática.

No tocante aos cupins, esses são insetos da ordem dos isópteros geralmente conhecidos por se alimentarem da madeira para seu metabolismo. Especificamente, os cupins da terra ou cupins do pasto (*Cornitermes cumulans*) se destacam nas regiões rurais por construírem seus ninhos em forma de montículos de terra em áreas de campo aberto, geralmente usadas para pastagem. Nesse processo, esses insetos provocam alterações substanciais das características químicas, físicas e biológica das partículas de solo, um processo considerado como uma estratégia para se defenderem do ataque de outros organismos predadores, fato que lhes fez merecer o apelido de engenheiros do solo (Jouquet et al, 2016). Uma das características da tática de construção de ninhos por parte dos cupins é o emprego de matéria fecal ou saliva como aglutinador de partículas. Os que usam saliva são os cupins que criam fungos (*fungi feeding termites*) e esses estão concentrados na África e no Sudeste asiático, fato que faz presumir que as espécies presentes na região do Vale Histórico devem ser dos grupos que se alimentam de solo ou madeira (*wood and soil feeding termites*) e que usam matéria fecal como aglutinante. Além disso, outro aspecto a ser considerado na relação entre os cupins e o solo é a atuação desses insetos na alteração ou reorganização da própria estrutura da terra, de maneira a torná-la mais adequada para a construção dos túneis subterrâneos e dos montículos. Geralmente, isso se dá na forma de um enriquecimento partículas argilosas e de matéria orgânica, inclusive tendo como um dos resultados finais uma maior resistência à água das estruturas expostas ao relento.

De acordo com o estudo sobre o tema baseado em algumas espécies de *soil-feeding termites* (Contour-Ansel et al. 2000), nos montículos foram encontradas quantidades elevadas de polissacarídeos, não encontrados em ninhos de cupins *fungi feeding*. Isso induziu a concluir que tais polissacarídeos são o produto de matéria vegetal ingerida e digerida pelos cupins com o auxílio de enzimas de bactérias residentes no aparato digestivo desses insetos. Os polissacarídeos investigados foram caracterizados por seus produtos de hidrólise, entre os quais se detectou quantidades de estaquiose, manose, galactose, maltose, xilose e arabinose superiores às aquelas presentes em solos não tratados pelos cupins. De acordo com os autores, tais polissacarídeos são solúveis em meio ácido e em água quente e apresentam interação potencial com diversos componentes do solo (argilas e ácidos húmicos e fúlvico). Pereira (2008) destaca com muita pertinência que essa matéria orgânica deve apresentar em sua composição também substância peptídica e material lignínico não digerido.

É interessante observar que, hoje em dia, muitos textos e pesquisas em português citam o uso de baba de *cupim* como aditivo de materiais para uso em construção civil, referindo-se com essa expressão a misturas comerciais de extratos orgânicos de origem vegetal, tais como óleos, resinas e extratos aquosos de plantas suculentas e cactos (Pereira, 2008). Trata-se, claramente, de substâncias não realmente obtidas a partir dos cupins, mas que, possivelmente, apresentam em sua composição (entre outras) espécies químicas da mesma natureza que aquelas que, aparentemente, estão efetivamente presentes nas estruturas dos ninhos desses isópteros.

Uso de extratos vegetais como aditivos em construção civil

A literatura sobre o uso de extratos vegetais, em particular de cactos, como aditivo em construção civil foi discutido, entre outros, por Oliveira, Sawitzki e Fonseca (2005) e por Magalhães e Almeida (2010), em ambos os casos com uma revisão da literatura disponível.

Em particular, Oliveira, Sawitzki e Fonseca (2005) sustentam a hipótese do uso recorrente de seivas de cactos nas argamassas nos países latino-americanos durante o período colonial e com base nisso pesquisa no seu resgate na composição das argamassas.

As informações disponíveis indicam que ainda existem questionamentos sobre a efetiva contribuição desse tipo de aditivo, mas em geral há certo consenso sobre seu papel na melhora do desempenho mecânica das argamassas e sua resistência à absorção de água. Resultados empíricos nesse sentido foram apresentados por ambos os autores citados e suas fontes.

A composição da mucilagem de cactos inclui polissacarídeos, açúcares livres e proteínas, assim como no caso dos agregantes orgânicos encontrados na terra de cupinzeiro- o que, por um lado, explicaria o efeito de estabilização de argamassas de terra e, por outro, está em consonância com a viscosidade desses extractos e os métodos de obtenção utilizados. Para essa finalidade, utiliza-se procedimento de imersão a frio durante várias horas ou a quente por alguns minutos, eventualmente acompanhados por procedimentos mecânicos de esmagamento.

OBJETIVO

O patrimônio arquitetônico construído do Vale Histórico apresenta, geralmente, condições de conservação prejudicadas pela ação dos agentes climáticos. Nesse sentido, a preservação e o restauro das argamassas de revestimento e a busca de materiais compatíveis e resistentes é uma tarefa fundamental. O objetivo desse trabalho foi desenvolver e testar formulações de argamassas baseadas no uso de matérias primas locais, incluindo terra de diversas fontes, fibras e extratos vegetais impermeabilizantes.

METODOLOGIA ADOTADA

Nesse trabalho, objetivou-se realizar uma avaliação preliminar da adequação, para uso como argamassas de revestimento, de formulações baseadas no emprego de fontes alternativas de matérias primas argilosas, a dizer, terras extraídas de ninhos (montículos) de formigas (doravante chamada *terra de formigueiro*) e de cupins de pasto (*terra de cupinzeiro*). As dosagens dos diversos ingredientes na formulação foram definidas com base em recomendações de literatura e envolveram também o uso de fibras vegetais e do extrato aquoso de um cacto suculento (*mucilagem*). Todas as matérias primas são muito abundantes no Vale Histórico Paulista e foram retiradas diretamente de uma única área do distrito de Formoso no município de São José do Barreiro (SP).

Matérias-primas

- Terra comum

Para fins de comparação, um conjunto de amostras de argamassa foi realizado utilizando sub-solo (*terra comum*) extraído nas proximidades da Fazenda Catadupa (localização: 22°39'54.54"S, 44°31'54.10"O, altitude 600m), região caracterizada por um solo latossolo vermelho-amarelo desenvolvido de rochas cristalinas e depósitos coluviais (Ab'Saber, 1966; RadamBrasil, 1983). Antes do uso, essa terra foi peneirada em malhas de 1,41 mm. Teste granulométrico, realizado junto ao Laboratório de Caracterização de Rochas de Sistemas Petrolíferos do Instituto de Energia e Ambiente (USP) por um analisador de distribuição de tamanho de partículas (S3550, versão Bluewave 1, marca Microtrac), resultou nas seguintes proporções: 13% de areia, 77% de silte e 10% de argila.

- Terra de formigueiro e de cupinzeiro

Esses substratos foram extraídos diretamente de montículos de formigas e cupins de pasto (família *Termitidae*) presentes na mesma área e foram tratado e analisados previamente da mesma forma que a terra comum, apresentando as seguintes granulometrias:

- terra de formigueiro: 23% de areia, 63% de silte e 14% de argila
- terra de cupinzeiro: 7% de areia, 82% de silte e 11% de argila

- Areia

A areia usada na formulação de argamassa foi um produto comercial de origem fluvial que, antes do uso, foi lavada com água e peneirada em malha de 0,425 mm.

- Fibras vegetais

Fibras vegetais foram obtidas a partir de uma gramínea comum da região e recolhida em quantidade suficiente. As fibras foram picotadas manualmente com uma faca em segmentos de 2-4 cm e ressecadas ao ar a temperatura ambiente durante alguns dias.

- Mucilagem

A extração da mucilagem foi realizada a partir de exemplares do cacto suculento do gênero *Opuntia*, cuja identificação mais provável seja *O. monacantha*. A extração ocorreu por simples imersão em água fria de ramos da planta cortados em pedaços de 4-5 cm no período de 60h e na proporção de 1:1 (em volume) de água:massa vegetal. No final desse período, a mucilagem foi filtrada e usada imediatamente.

Composição das argamassas

Para a preparação das argamassas, as terras foram todas individualmente misturadas com areia na proporção de 1 volume de terra para 2 volumes de areia. Essas misturas base foram usadas como ponto de partida para elaborar três variantes distintas (Tabela 1) de acordo com o ensaio previsto. Em particular, a variante 1 não levou mucilagem por se entender que, para o teste de aderência, esse ingrediente não afetaria o desempenho da argamassa. Já, seguindo uma argumentação parecida, as fibras vegetais não foram utilizadas nos ensaios úmidos. Nesse conjunto de testes, o efeito da mucilagem foi avaliado comparando-se o desempenhos de argamassas contendo (variante 2) ou não (variante 3) a mucilagem.

Tabela 1. Variantes da formulação de argamassa usadas nos ensaios

	Volume de mistura base de terra*/areia	Volume de fibras**	Volume de mucilagem	Ensaio em que foi utilizada
Variante 1	1	1/3	0	Teste de aderência
Variante 2	1	0	1/3	Ensaio úmido
Variante 3	1	0	0	Ensaio úmido

*Para todas as variantes, sempre se preparou três conjuntos de argamassas, cada um baseado num tipo de terra (terra comum, terra de formigueiro e terra de cupinzeiro).

**Antes de usar as fibras, essas (já misturadas com a terra) foram hidratadas com o dobro de volume de água. O solvente foi deixado evaporar por completo durante 30 dias e a mistura resultante re-hidratada para o preparo das camadas de argamassa

Ensaio de aderência

O teste de aderência foi tomado de Minke (2012) e adaptado. O procedimento adaptado consistiu em umidificar as argamassas (variante 1) e aplicar manualmente, com a ajuda de uma colher de pedreiro, camadas de aproximadamente 2 cm de espessura na face de maior superfície de um tijolo maciço industrializado de argila vermelha de 22,5x10,5x5,5 cm, previamente molhado por imersão em água. A umidificação das argamassas para a

aplicação foi controlada cuidadosamente de acordo com as recomendações de Neves et al. (2010). Os corpos de prova, todos preparados em triplicata, foram deixados secando ao ar a temperatura ambiente e de pé durante 15 dias. Ao final desse período, o desempenho de cada argamassa pronta foi avaliado em função de três parâmetros:

- Se houve colapso da camada depositada;
- Se houve formação de trincas e rachaduras e em que tamanho e proporção;
- Resposta a aplicação de leves marteladas aplicadas à superfície das argamassas.

Ensaio úmidos

Para avaliar a resposta das formulações de argamassa aos potenciais efeitos prejudiciais da água e da umidade do ar, foram propostos e realizados dois ensaios: o teste de absorção por contato e o teste de resistência à erosão.

• Teste de absorção por contato

Usou-se as misturas umidificadas das variantes 2 e 3 para realizar corpos de prova cilíndricos (8,0 cm de altura e 5,0 cm de diâmetro) por meio de moldes específicos em aço, posteriormente deixados secar ao ar livre a temperatura ambiente durante 60 dias apoiados numa superfície plana ligeiramente lubrificada com óleo mineral. Passado esse período, a superfície lateral dos cilindros foi revestida com uma fina camada de um verniz impermeabilizante. Estando o verniz completamente seco, os corpos de prova foram deixados na estufa a 90 °C durante 24h, resfriado em dessecador, pesado e revestido em sua superfície lateral por uma folha de alumínio – visando minimizar as trocas de vapor de água com o ar circundante – e em sua face superior (a que não entrou em contato com o óleo) por papel de filtro, preso lateralmente por fita adesiva isolante. A esse ponto, após nova pesagem, cada agregado de argamassa foi parcialmente mergulhado em água destilada numa altura de 1 cm pelo lado da face coberta com o filtro e medidas da absorção de água foram realizadas, por pesagem, a intervalo de tempo pré-determinados.

• Teste de resistência à erosão

Para realizar os corpos de prova para esse ensaio, procedeu-se exatamente como no caso anterior, com a diferença que os cilindros foram moldados em tamanhos de 2,5 cm de altura e 7,5 cm de diâmetro. Passado o período de secagem, os agregados de argamassa foram posicionados em baixo de gotejadores de água montados a partir de buretas convencionais de laboratório de 50 mL, dotadas de torneiras para o ajuste da vazão. O ponto de gotejamento estava a uma distância de 150 cm acima dos corpos de prova. O ensaio consistiu em gotejar água destilada em cima dos agregados a uma vazão constante de aproximadamente 1 gota/s e cronometrar o tempo necessário para provocar um furo completo no corpo de prova. Devido às diferenças intrínsecas de cada bureta, notaram-se variações no tamanho das gotas nos sistemas de gotejamento. Assim, para compensar eventuais efeitos decorrentes de tais diferenças, os tamanhos das gotas foram estimados através da coleta e pesagem de um conjunto fixo de gotas em cada aparelhagem e levados em consideração na interpretação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados do ensaio de aderência

A avaliação dos corpos de prova foi realizada após o período de 15 dias e ao final desse período observou-se que nenhum deles apresentava quaisquer sinais de rachadura nem trincas de menores dimensões.

Em seguida, procedeu-se ao teste aderência propriamente dito por meio de marteladas de leve intensidade realizadas com o máximo de igualdade de força aplicada e os resultados estão sumarizados no gráfico da Figura 2. O gráfico representa o número de batidas aplicadas a cada superfície até seu colapso: no caso dos corpos de prova destacados com

um asterisco (*) não houve queda da camada de argamassa nem perdas de material e isso se deu com todos os sistemas que receberam até 30 marteladas.

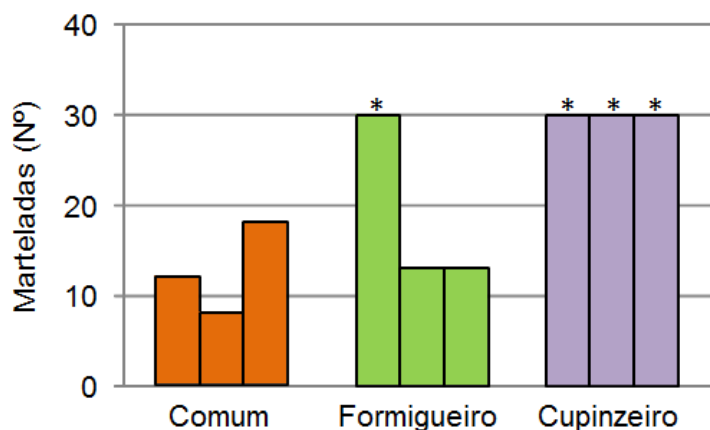


Figura 2. Resultados do ensaio de aderência por marteladas

Observa-se claramente que somente as argamassas realizadas a partir de terra de cupinzeiro tiveram 100% de eficiência no teste, demonstrando o melhor desempenho nesse aspecto avaliado. Na percepção pessoal dos autores, ficou bastante evidente a fragilidade das argamassas de terra comum e de formigueiro e a boa robustez das camadas baseadas em terra de cupinzeiro que, ademais, mantiveram sua estabilidade nas semanas posteriores à realização do ensaio na mesma posição vertical.

É possível que o emprego de tijolos industrializados – com superfície particularmente lisa e, de um modo geral, propriedades bastante distintas das superfícies das alvenarias com terra – possa ter tido um papel no resultado insatisfatório da terra comum e da terra de formigueiro. Destarte, a adequação dessa formulação com esses materiais não precisa necessariamente ser descartada e deverá ser objeto de uma avaliação mais aprofundada, eventualmente com ajustes na composição (por exemplo, com a verificação de um possível benefício associado ao uso de mucilagem de cacto). Contudo, o que merece destaque nessa discussão é a performance da terra de cupinzeiro e o excelente nível de compactação e aderência demonstrado.

Resultados dos ensaios úmidos

O primeiro teste úmido realizado com as seis formulações propostas foi o de absorção e os gráficos das Figuras 3 e 4 apresentam os resultados obtidos. Em particular, na Figura 3 estão separados os resultados obtidos sem (esquerda) e com (direita) a adição de mucilagem de *Opuntia*.

A primeira observação pode ser dirigida ao primeiro estágio da absorção de água (até 500 min, isto é, primeiras oito horas, aproximadamente) e essa evidência que o melhor desempenho coube à argamassa de terra de cupinzeiro, ainda que em seguida ($t > 500$ min) seu comportamento tenha se equiparado àquele das outras duas argamassas (ensaio sem mucilagem) ou pelo menos da argamassa com terra de formigueiro (ensaio com mucilagem). Isso confirma que efetivamente a terra de cupinzeiro apresenta em si um grau de resistência à penetração de água e, conforme mostrado pela Figura 4, tal comportamento não parece melhorar muito significativamente com a adição de mucilagem, embora haja um indicativo nessa direção.

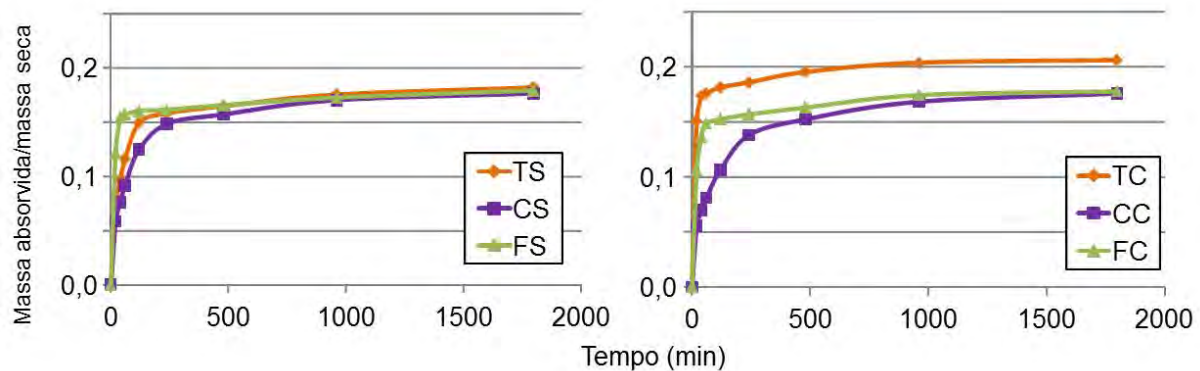


Figura 3. Resultados do ensaio de absorção: curvas da variação, com o tempo, das razões massa de água absorvida/massa seca de cada corpo de prova. Argamassas realizadas sem (S, esquerda) e com (C, direita) a adição de mucilagem de *Opuntia*. Siglas: T (terra comum), F (terra de formigueiro), C (terra de cupinzeiro).

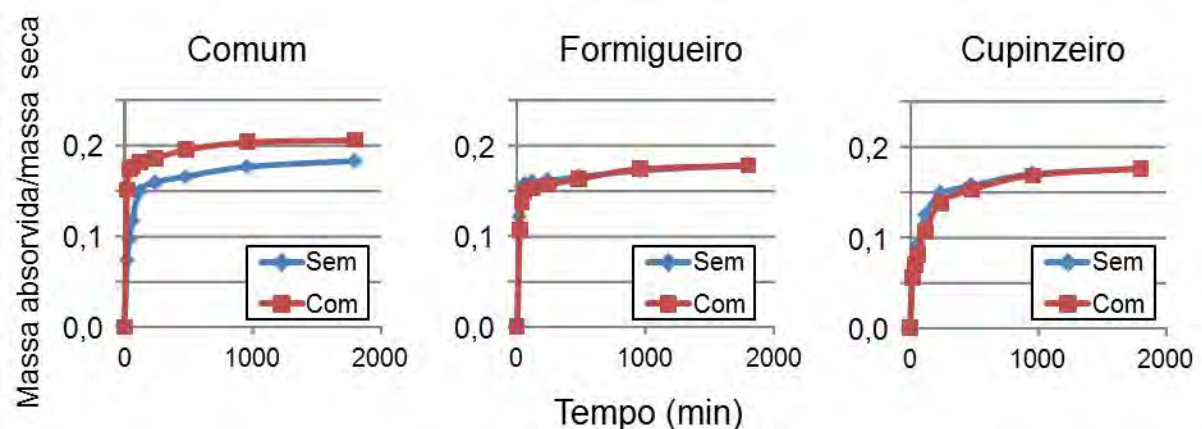


Figura 4. Resultados do ensaio de absorção: detalhe dos resultados da Figura 3 por tipo de terra.

A argamassa a base de terra de formigueiro, ainda que com desempenho menos eficiente que a terra de cupinzeiro, responde de forma parecida à adição de mucilagem. Já a terra comum, inesperadamente, parece ganhar em capacidade de absorção com a adição de mucilagem. Para tanto, supõe-se que a adição de mucilagem na terra comum tenha gerado aumento de porosidade do material, algo a ser investigado de forma mais aprofundada; contudo, erros experimentais não são excluídos e, portanto, fica caracterizada a necessidade de maiores estudos a esse respeito.

Passando ao ensaio de erosão, os gráficos da Figura 5 mostram tanto os valores originais de volume de água pingada para alcançar a perfuração dos corpos de prova, como os dados corrigidos com base no volume das gotas de cada gotejador usado no teste.

Independentemente da forma de se avaliar os resultados, o ensaio confirmou o melhor desempenho de ambas as argamassas baseadas no uso de terra de cupinzeiro no quesito abordado. Ademais, aqui é bastante inequívoco o efeito positivo da adição de mucilagem de *Opuntia*, com uma nítida melhora na resistência à erosão provocada pela incidência da água.

Ora, é importante notar que é provável que para esse efeito devam contribuir tanto a maior resistência mecânica dessa argamassa como um melhor nível de impermeabilidade, visto que a perfuração do corpo de prova depende não somente da erosão induzida pela pressão exercida pelas gotas de água em queda, mas também do enfraquecimento da estrutura da argamassa causado pela absorção da água e pela desagregação das partículas minerais. Assim, há razões por crer que, para tal sinergia entre o uso de terra de cupinzeiro e a adição de mucilagem, a terra de cupinzeiro por si só garanta boas resistência mecânica e resistência à penetração de água de partida (Figuras 2-4) e que o extrato vegetal

presumivelmente contribua acrescentando resistência mecânica adicional, já que sua participação na impermeabilidade da argamassa se mostrou pouco expressiva (Figura 4).

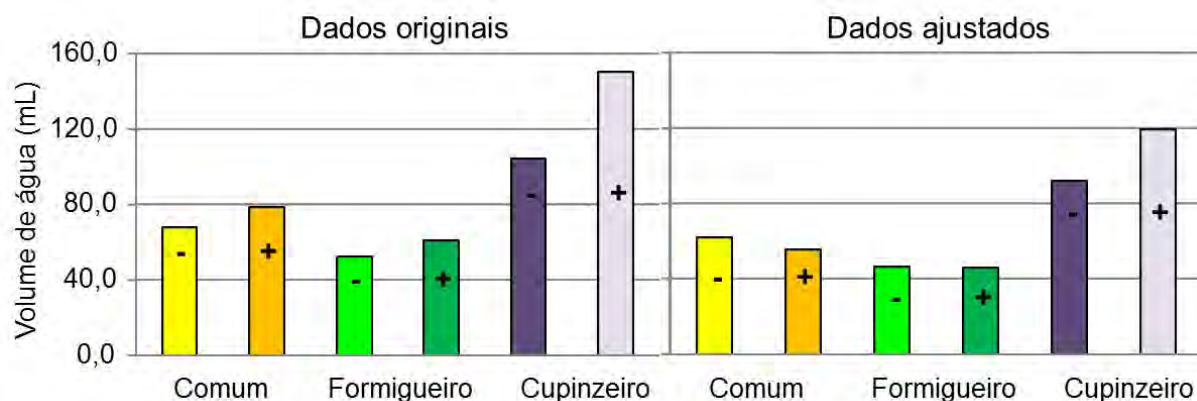


Figura 5. Resultados do ensaio de erosão: volume de água que foi necessário pingar em cada corpo de prova para provocar perfuração dos mesmos. À esquerda, dados originais do ensaio; à direita, dados corrigidos pelo tamanho das gotas de cada sistema de gotejamento. O símbolo + indica quais argamassas receberam a adição de mucilagem de *Opuntia*.

Já os dados obtidos com as argamassas a base de terra comum e terra de formigueiro mostram que, ainda que efetivamente a perfuração tenha ocorrido com a incidência de um maior volume de água nas argamassas corrigidas com mucilagem, não é possível associar essa maior resistência a tal adição, pelo menos não exclusivamente. Pois, coincidentemente os corpos de provas que apresentaram maior resistência foram também aqueles que estavam sujeitos à pressão de gotas menores, por causa da diferença entre os gotejadores. Esse fato está mostrado pela inversão na resposta das duplas indicadas como (-) e (+) no gráfico à direita da Figura 3. Nesse sentido, esses resultados ainda são inconcludentes e precisarão ser verificados (por exemplo, utilizando o mesmo aparato para todos os tipos de argamassas na realização do teste), muito embora o resultado negativo obtido pela terra comum no teste de absorção corrobore a validade dos dados ajustados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho, foram desenvolvidas e testadas algumas formulações de argamassas de revestimento para construções históricas com terra, com foco no emprego de matérias primas disponíveis *in natura* no Vale Histórico Paulista (Vale do Paraíba, Brasil). Nessa região, que abriga edificações do século XIX de grande significado cultural, está patente a necessidade de melhor compreensão dos processos voltados para o restauro de seu patrimônio arquitetônico.

Em particular, foram comparadas as performances de argamassas realizadas com terra comum e com terras extraídas de montículos de formigueiro e de cupinzeiro e foi avaliado o efeito da adição de mucilagem extraída de cacto do gênero *Opuntia*.

Os resultados indicaram que as argamassas produzidas a partir de terra de cupinzeiro são superiores às demais em todos os aspectos avaliados (resistência mecânica e resistência à ação da água). A adição de mucilagem contribui para uma maior resistência à erosão provocada pela ação da água, efeito que se supõe estar associado ao aumento da capacidade de adesão, já que esse aditivo não altera significativamente a tendência dessa argamassa de absorver água.

As argamassas realizadas com os outros tipos de terras não apresentam ainda características adequadas para seu uso, sobretudo em função do desempenho insatisfatório no que tange à estabilidade física (aderência) na superfície de suporte, mas se considera que haja margens para aprimoramentos.

Não se tem elementos ainda para interpretar esses resultados com base na composição das terras e da mucilagem já que a obtenção desses dados não estava dentro do escopo desse

trabalho, mas tal pesquisa abre uma série de perspectivas científicas nessa direção e fornece orientações concretamente positivas para os interessados em restaurações sustentáveis do patrimônio edificado com terra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber, A. (1966). O domínio dos mares de morros no Brasil. *Geomorfologia*, v. 2, p. 1-9.
- Carrilho, M. J. (2006). Fazendas de café oitocentistas no Vale do Paraíba. *Anais do Museu Paulista*, v. 14, n. 1, p. 59-80.
- Cavicchioli, A.; Perroni, M. S.; Sato, D. P.; Andrade, F. N. S. (2013). Arquitetura em terra no vale histórico paulista-Brasil. In: Seminário Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, 13, Valparaíso. SIACOT 2013: Anais ... Valparaíso: Rede Proterra; CD-ROM.
- Contour-Ansel, D.; Garnier-Sillam, E.; Lachaux, M.; Croci, V. (2000). High performance liquid chromatography studies on the polysaccharides in the walls of the mounds of two species of termite in Senegal, *Cubitermes oculatus* and *Macrotermes subhyalinus*: their origin and contribution to structural stability, *Biology and Fertility of Soils*, v. 31, p. 508–516.
- Fazio, A. T.; Cavicchioli, A.; Penna, D. S. A.; Chamberg, F. S.; Faria, D. L. A. (2015). Towards a better comprehension of biodeterioration in earthen architecture: study of fungi colonisation on historic wall surfaces in Brazil, *Journal of Cultural Heritage*, v. 16, p. 934-938.
- Gomes, A. O. (1995). Argamassas para revestimentos de edificações. Disponível em http://www.reciclar.ufba.br/palestras/sppg/adailton/argamassas_revestimentos.htm. Acessado em: 27/5/2016.
- Hollanda, S. B. (1975). Vale do Paraíba: velhas fazendas. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- Jouquet, P.; Bottinelli, N.; Shanbhag, R. R.; Bourguignon, T.; Traoré, S.; Abbasi, S. A. (2016). Termites: The neglected soil engineers of tropical soils. *Soil Science*, v. 18, p. 157-165.
- Lobato, M. (2009). Cidades mortas. 2ª ed. São Paulo: Editora Globo.
- Magalhães, A. C. T. V.; Almeida, J. G. (2010). O uso da mucilagem de cacto em pastas de gesso: efeitos na absorção de água e na resistência à flexão estática. *Ambiente Construído*, v. 10, p. 139-151. Disponível em http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12087/1/ARTIGO_Uso%20MucilagemCacto.pdf. Acessado em 24/6/2016.
- Mattaraia, R. A.; Ino, A. (2002). Argamassa de revestimento para construções em terra crua. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 9, Foz do Iguaçu. p.1269-1277. Disponível em http://www.infohab.org.br/entac2014/2002/Artigos/ENTAC2002_1269_1278.pdf. Acessado em 24/6/2016.
- Minke, G., 2012. Building with earth. Design and Technology of a sustainable architecture, Basel: Birkhäuser ed.
- Neves, C. M. M.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Cevallos, P. S.; Hoffmann, M. V. (2009). Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo. Rede Ibero-americana PROTERRA. Disponível em <http://www.redproterra.org>. Acessado em 24/6/2016.
- Oliveira, M. M.; Sawitzki, R. L.; Fonseca, T. C. C. S. (2005). A seiva de cactos como aditivo de argamassas antigas. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, 6; International Symposium On Mortars Technology, 1, Florianópolis. SBTA 2005: Anais... Florianópolis. Disponível em <http://www.gtargamassas.org.br/eventos/file/257-a-seiva-de-cactos-como-aditivo-de-argamassas-antigas?start=20>. Acessado em 24/6/2016.
- Pereira, H. N. (2008). *Saliva de cupim*: Recent experiments with termite mound soil and termite saliva as stabilizers for earthen structures. In: Terra 2008: The 10th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage, Bamako. Terra 2008: Proceeding. Los Angeles: The Getty Conservation Institute. Disponível em http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/terra_2008.pdf. Acessado em 24/6/2016.
- Radambrasil (1983). Projeto Radambrasil, levantamento de recursos naturais. Folhas SF. 23/24. Rio de Janeiro, MME, v. 32.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Profa. Dra. Lucy Gomes de Sant'Anna e o Laboratório de Caracterização de Rochas de Sistemas Petrolíferos do Instituto de Energia e Ambiente da USP pelas análises granulométricas.

AUTORES

Andrea Cavicchioli, doutor em química pela Universidade de São Paulo e especialista em química analítica, é docente e pesquisador da mesma instituição. Sua principal linha de pesquisa é o estudo de estratégias de diagnóstico e conservação do patrimônio cultural e natural. Currículo completo em <http://lattes.cnpq.br/2583862022834436>

Guillermo Rolón, doutor pela Universidad de Buenos Aires com especialização em arqueologia (FFyL), mestre em restauro e gestão integrada do patrimônio edificado (UPV/EHU), arquiteto, investigador Adscripto do CRIATiC (FAU-UNT) e investigador Adjunto do CONICET; membro da Rede Ibero-americana PROTERRA. Currículo completo em <http://lattes.cnpq.br/7173672607554572>.

Carlos Lauro Maia Cavalcanti, gestor ambiental, pós-graduado com especialização em gestão ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, gestor da unidade de conservação reserva particular do patrimônio natural (RPPN) Fazenda Catadupa, instituto socioambiental voltado para pesquisa e restauração de patrimônios históricos materiais e imateriais e conservação de patrimônios naturais.

Joseane Fontaine, gestora ambiental, pós-graduada com especialização em gestão ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, gestora da unidade de conservação reserva particular do patrimônio natural (RPPN) Fazenda Catadupa, instituto socioambiental voltado para pesquisa e restauração de patrimônios históricos materiais e imateriais e conservação de patrimônios naturais.



EFEITO DA PERCENTAGEM DE FINOS NO DESEMPENHO DE ADOBES COM ATIVAÇÃO ALCALINA

Adriano da Silva Félix¹; Beatriz Lemos Santiago²; Raimundo Gonçalves Ribeiro Neto³; Brunna Lima de Almeida Victor Medeiros⁴; Normando Perazzo Barbosa⁵; Khosrow Ghavami⁶

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - Universidade Federal da Paraíba - Campus João Pessoa, Brasil,

¹adriano.s.felix@hotmail.com; ³rnetogoncalves@hotmail.com; ⁵nperazzob@yahoo.com.br

² Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal da Paraíba - Campus João Pessoa, Brasil,
beatrizlemos_s@hotmail.com

⁴ Departamento de Engenharia de Materiais - Universidade Federal de Campina Grande - Campus Campina Grande, Brasil,
prof.brunna.almeida@gmail.com

⁶Prof. Emérito da Universidade Federal da Paraíba - Campus João Pessoa, Brasil
ghavami@puc-rio.com.br

Palavras-chave: adobe, ativação alcalina, estabilização, caulim.

Resumo

A construção com terra tem grande potencial pelos menores custos, energia incorporada e impactos ambientais gerados. Porém, o adobe, técnica construtiva que utiliza terra, apresenta elevada suscetibilidade à ação da água. A ativação alcalina é um método de estabilização que pretende melhorar esta característica. A presente pesquisa trata-se da análise da influência da quantidade de ligante alcalino ativado e de diferentes percentagens de finos na resistência mecânica e à ação da água em adobes. A pesquisa tem como objetivo identificar a influência do teor de ligante alcalino (1%, 2% e 3%) no desempenho dos blocos; verificar a influência da quantidade de finos (10%, 20% e 30%) no desempenho da ativação alcalina; e verificar o efeito das variáveis anteriores na resistência à ação da água e à compressão nos adobes ativados alcalinamente. Foram utilizados os seguintes materiais: solo, caulim, metacaulim (MK), resíduo cerâmico (RC), silicato de sódio, hidróxido de sódio, água destilada e água. Primeiramente o solo foi caracterizado. Logo após passou-se a produção dos ligantes utilizando o método de Polisialatosiloxo de sódio. O ligante foi misturado manualmente ao solo, acrescido de diferentes quantidades de caulim, e logo após foram moldados corpos de prova cúbicos com 5 cm de aresta, que passaram 7 e 28 dias de cura em estufa a 65° C. Posteriormente foram realizados os ensaios de resistência à água e à compressão. A resistência à ação da água diminuiu com o aumento da quantidade de finos. Inverso do que ocorreu com o aumento da quantidade de ligante, que fez aumentar a durabilidade. No que diz respeito à resistência à compressão os resultados mostram-se similares ao da resistência à água. A resistência mecânica dos blocos tende a diminuir com o aumento do tempo em estufa, sendo os de 7 dias mais resistentes que os de 28.

1 INTRODUÇÃO

Materiais de construção industrializados por vezes apresentam custos elevados, além de envolver um processo produtivo de grande consumo de energia e de geração de impactos ambientais negativos. Produtos que sejam alternativas à estes, com menor custo, menos energia incorporada e com produção de menores impactos no meio ambiente podem ser boas alternativas para problemas como o do déficit habitacional. Dentre estas alternativas está a construção com terra, que apresenta vários benefícios como a disponibilidade, bom desempenho térmico, absorção e liberação de umidade que mantêm o ambiente saudável, produção de uma quantidade mínima de poluição, baixo consumo energético, fácil reincorporação à natureza e fácil geração de tecnologias apropriadas, como afirmam Barbosa e Mattone (2002).

Dentre as inúmeras técnicas que apresentam a terra como matéria prima está o adobe, que vem sendo usado desde as primeiras civilizações. O adobe é produzido por meio de uma

mistura de solo que contenha, segundo Barbosa e Ghavami (2007), entre 15% e 35% de argila, e a adição de água gera uma massa plástica, que após ser moldada manualmente é seca ao ar livre, atingindo rigidez sem necessidade de cozimento (Degirmenci, 2008).

Da ausência da queima decorre uma fragilidade da técnica, sua elevada suscetibilidade à ação da água. Assim, faz-se necessário intervir na matriz do solo para estabilizá-lo, fazendo com que os adobes tenham mais durabilidade. Barbosa e Ghavami (2007) mostram algumas maneiras de estabilização, dentre elas: densificar a terra reduzindo poros e capilaridade; fazer uso de produtos químicos hidrofugantes para reduzir a absorção de água pelos grãos de solo; envolver os grãos de terra por uma fina camada de material impermeabilizante capaz de fazer o fechamento dos poros e canais capilares, como emulsões asfálticas; formar ligações químicas entre os cristais de argila e cal; e criar um esqueleto sólido inerte que se opõe ao movimento dos grãos, é o caso dos agentes de ligação, tais como cimento Portland.

Pelas vantagens mencionadas do uso do material, vê-se coerente a investigação de novos métodos de estabilização do solo. No tipo de estabilização aqui investigado, por ativação alcalina, um fato que pode contribuir para seu sucesso é a presença, na argila (partícula constituinte da terra), de sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3) na forma amorfa.

Na ativação alcalina, ou geopolimerização, termo sugerido por Davidovits (1991), a coesão do material é devida aos componentes que reagem mineralogicamente no seu interior em um ambiente de pH elevado. Assim, as partículas de aluminossilicato sólidas em meio aquoso altamente alcalino produzem um aluminossilicato sintético dito "geopolimérico". Dessa forma suas estruturas são designadas por polysialatos onde SiO_4 e AlO_4 tetraédricos estão ligadas rotativamente por partilha de átomos de oxigênio formando um material de caráter amorfo ou semicristalino com elevada resistência mecânica (Davidovits, 1991). A Tabela 1 sumariza tais compostos.

Tabela 1. Nomenclatura do geopolímero (Davidovits, 1982).

Designação	Símbolo	Fórmula	Fração	
			Si:Al	$\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$
Poli-sialato	PS	-Si-O-Al-	1	2
Poli-(sialato-siloxo)	PSS	-Si-O-Al-O-Si-O-	2	4
Poli-(sialato-disiloxo)	PSDS	-Si-O-Al-O-Si-O-Si-O-	3	6

Estudos realizados por Davidovits (1982) mostraram, que geopolímeros foram sintetizados utilizando o precursor de caulinita, $\text{Si}_2\text{O}_5\cdot\text{Al}_2(\text{OH})_4$, uma fonte de silício (SiO_2), e soluções de hidróxido de sódio e / ou hidróxido de potássio com diferentes concentrações, numa temperatura da síntese de 150°C . As temperaturas de síntese costumam variar entre 25°C a 100°C , o que influencia tanto a cinética da reação, quanto nas propriedades que determinam o tipo de aplicação do produto sintetizado (Gomes, 2008; Bakharev, 2005; Davidovits, 1987).

O metacaulim e resíduos industriais são os precursores mais utilizados para a obtenção do geopolímero, por serem compostos, em sua maioria, por sílica e alumina. Porém, como dito anteriormente, a própria argila presente na terra a ser ativada alcalinamente contém, mesmo que em poucas proporções, sílica e alumina amorfas. Desta forma, a quantidade de argila presente na reação pode influenciar para o sucesso desta. É sobre esta hipótese que o presente estudo tratará, o efeito da percentagem de argila presente na ativação alcalina, utilizando aqui como precursores o metacaulim e o resíduo cerâmico.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo verificar o efeito da quantidade de argila (caulim) no desempenho da ativação alcalina de adobes; identificar a influência do teor de ligante alcalino (1%, 2% e 3%) no desempenho dos blocos; e verificar o efeito das variáveis anteriores na resistência à compressão e resistência à ação da água nos adobes ativados alcalinamente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizados os seguintes materiais: solo local, metacaulim (MK), resíduo cerâmico (RC), caulim, silicato de sódio industrializado (Na_2OSiO_3), hidróxido de sódio (NaOH), água destilada e água da rede de distribuição pública. Todos ensaios foram realizados no Laboratório de Ensaios de Materiais e Estruturas (LABEME) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

3.1 Caracterização do solo

O solo foi caracterizado em seu estado natural, antes de ser a ele adicionado caulim, sua composição granulométrica e índices físicos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização do solo em estado natural

Composição granulométrica do solo in natura (%)	
Areia (0,06 mm a 2,0 mm)	60
Silte (0,002 mm a 0,06 mm)	27
Argila (< 0,002 mm)	13
Limites de Atterberg (%)	
Limite de liquidez	28,2
Limite de plasticidade	19,7
Índice de plasticidade	11,3

3.2 Precursor geopolimérico (MK e RC)

Na ativação alcalina foram utilizados dois precursores geopoliméricos, o metacaulim, por ser um dos mais comuns para este tipo de ativação, pois sua composição é rica em sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3), e o resíduo cerâmico proveniente de telhas indústria local e triturado em moinho de bolas, por razões ambientais e devido ao fato de ser também rico nestes óxidos. Suas composições químicas foram verificadas por ensaio de fluorescência de raios X (FRX) e está indicado na Tabela 3.

Tabela 3. Composição química dos precursores utilizados

Composto químico	Metacaulim (%)	Resíduo Cerâmico (%)
Sílica (SiO_2)	54,003	60.101
Alumina (Al_2O_3)	38,584	24.398
Hematita (Fe_2O_3)	3,585	6.814
Potássio (K_2O)	0,723	2.809
Cálcio (CaO)	0,380	1.649

Sódio (Na ₂ O)	0,171	0.171
Magnésio (MgO)	1,236	1.815
Outros	1,318	2.243

3.3 Água

Para a produção das soluções alcalinas, com silicato de sódio, foi utilizada água destilada (H₂O_{dest.}), já para obter a plasticidade necessária às misturas, foi utilizada água potável (H₂O_{pot.}).

3.4 Soluções alcalinas (silicato de sódio)

Nas soluções alcalinas foi utilizado o silicato de sódio industrializado encontrado no comércio local, este apresentou relação SiO₂/Na₂O = 2,17 em peso e pH de aproximadamente 13.

3.5 Misturas

O método proposto por Davidovits (1982) para gerar os compostos do tipo NaPSS (polissialatosiloxo de sódio) foi o abordado para a produção do ligante geopolimérico. O método consiste na mistura de alumino-silicatos em solução alcalina, onde a composição da mistura tenha razões molares de óxidos dentro dos valores indicados na Tabela 4.

Tabela 4. Razão molar necessária para a formação de geopolímeros. (Davidovits, 1982).

Razões molares dos óxidos	
Na ₂ O/SiO ₂	0,20 a 0,28
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3,50 a 4,50
H ₂ O/Na ₂ O	15,00 a 17,50
Na ₂ O/Al ₂ O ₃	0,80 a 1,20

Foram preparadas misturas com percentagens do ligante ativado alcalinamente de 1%, 2% e 3% em relação à massa do solo. Ao solo, por sua vez, foram adicionados 10%, 20% e 30% de caulim (argila caulínica), além do solo em estado natural, chamado aqui de referência. As proporções dos materiais para a produção do ligante alcalino podem ser verificadas na Tabela 5.

Tabela 5. Proporções utilizadas na ativação do solo

Solo	Ativador alcalino %	% Ativador alcalino				% H ₂ O _{pot.}
		Precursor (MK ou RCV)	Na ₂ O.2SiO ₃	NaOH	Água destilada	
100	1%	0,37	0,36	0,04	0,22	12,0
100	2%	0,74	0,73	0,08	0,44	10,4
100	3%	1,12	1,10	0,12	0,66	10,4

A quantidade de água potável apresentada na Tabela 5 foi utilizada no solo de referência do estudo realizado por Félix et al. (2015), enquanto nas demais misturas a percentagem variou. Quando acrescido 10% de caulim ao solo ativado com 1% de ligante a quantidade de água na mistura foi 14%, já quando ativado com 2% e 3% de ligante a quantidade caiu para 12% e 10%, respectivamente. Com 20% de caulim no solo ativado com 1% de ligante a

quantidade de água foi 18%, caindo para 14% quando ativado com 2% e 3% de ligante. Já com 30% de caulim no solo ativado com 1% e 2% de ligante a quantidade de água foi 18%, caindo para 15% no solo ativado com 3% de ligante.

Os materiais foram misturados e moldados manualmente, produzindo corpos de prova de formato cúbico com 5 cm de aresta. Após a desmoldagem os corpos de prova ficaram em sacos plásticos por 3 dias para ajudar a conservar a água da mistura (Sumajow, Rangan, 2006). Na sequência foram levados à estufa elétrica para curar em uma temperatura de 65°C, onde permaneceram 7 e 28 dias para posteriormente serem identificados (tendo em vista que agora estavam secos permitindo a fixação da tinta) para serem feitos os ensaios de resistência à água e a compressão. Para cada mistura foram produzidos 9 corpos de prova: 3 para o ensaio de resistência a água, 3 para resistência à compressão de 7 dias e 3 para resistência à compressão 28 dias. Os resultados derivam da média aritmética dos resultados individuais de cada corpo de prova.

As etapas do processo de mistura podem ser verificadas na Figura 1.

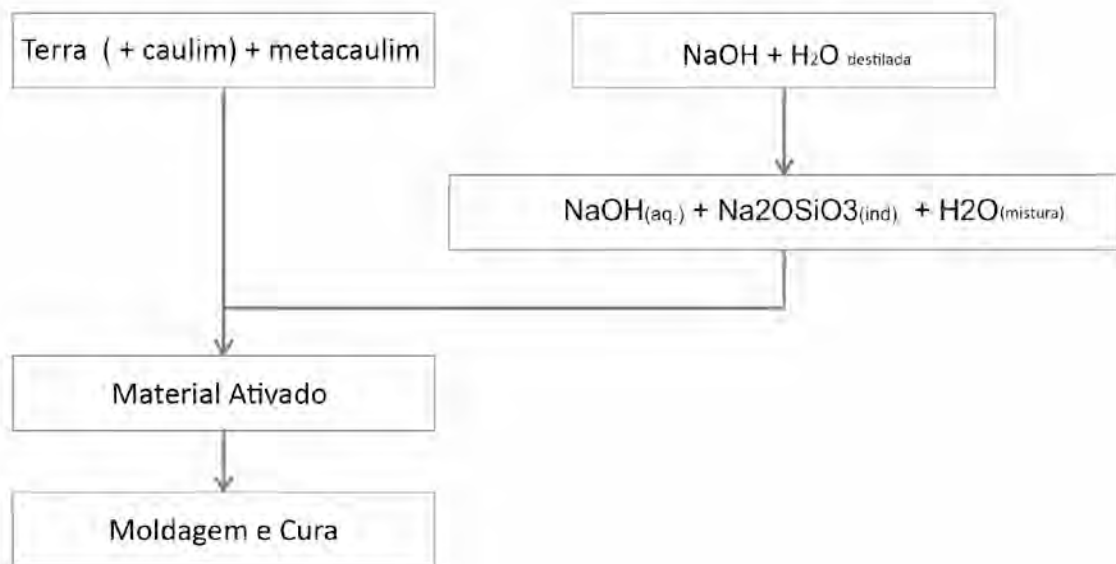


Figura 1. Processo de moldagem dos corpos de prova

3.6 Ensaios de integridade sob ação da água, absorção de água e perda de massa

Os ensaios de integridade dos corpos de prova sob imersão em água e de absorção de água foram feitos considerando-se uma adaptação da norma NBR 8492 ABNT, 2012).

Após moldagem os corpos de prova passaram por cura de 7 dias em estufa a 65°C, após resfriamento em temperatura ambiente foi iniciado o ensaio com sua imersão em água com duração de 24 horas. A absorção de água pelas amostras foi determinada pela equação 1 nas amostras onde foi possível determinar sua massa após o ensaio.

$$W = \frac{P_w - P_s}{P_s} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

W: absorção de água (%)

Pw: massa úmido (g)

Ps: massa seca (g)

A perda de massa foi determinada pela (equação 2).

$$M = \frac{P1 - P2}{P2} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

M: Perda de massa (%)

P1: Massa antes do ensaio (g)

P2: Massa depois do ensaio (g)

3.7 Ensaios de resistência à compressão

Para a realização do ensaio de resistência à compressão foi utilizado uma prensa manual com capacidade de carga de 10 toneladas que pode ser visualizada na figura 2.



Figura 2. Máquina para o ensaio de resistência à compressão

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Integridade e absorção de água

A maioria dos corpos de prova estabilizados por meio da ativação alcalina (62,5%) apresentou integridade sob ação da água. As amostras de referência mostraram-se quase sempre resistentes, exceto a que apresentava 1% de ligante utilizando o resíduo cerâmico como precursor. Quando passamos para as amostras que receberam adição de caulim, pode-se verificar a diminuição da durabilidade, nenhum dos corpos de prova com caulim continuou íntegro sob à água quando estabilizado com 1% de ligante. As amostras com 30% de caulim só resistiram quando estabilizadas com 3% do ativador alcalino. Nota-se também o aumento da absorção de água a medida que a quantidade de finos é maior na mistura, fato devido a área maior área de superfície apresentada por tais partículas. Estes resultados podem ser vistos com mais detalhes na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados dos ensaios de determinação da resistência a ação da água e da absorção de água.

Caulim (%)	Ligante (%)	Massa (g)	Integridade dos corpos de prova imersos em água por 24h	Massa úmida (g)	Massa seca (g)	Massa de água (g)	Absorção de água (%)	Perda de massa (g)	Perda de massa (%)
Metacaulim (MK)									
Ref.	1%	248,2	sim	277,4	247,0	28,5	11,5	1,2	0,5
	2%	244,5	sim	269,9	244,0	25,4	10,4	0,5	0,2
	3%	226,6	sim	249,3	226,5	22,6	10,0	0,1	0,0
10%	1%	235,9	não	--	--	--	--	--	--
	2%	238,0	sim	264,1	236,3	25,9	10,9	1,7	0,7
	3%	224,8	sim	249,6	224,5	24,7	11,0	0,3	0,1
20%	1%	233,0	não	--	--	--	--	--	--
	2%	238,3	sim	269,4	234,5	31,1	13,0	3,8	1,6
	3%	220,4	sim	246,4	220,1	25,9	11,8	0,3	0,1
30%	1%	214,8	não	--	--	--	--	--	--
	2%	220,4	não	--	--	--	--	--	--
	3%	213,0	sim	239,9	212,7	26,8	12,6	0,3	0,1
Resíduo cerâmico (RC)									
Ref.	1%	240,6	não	--	--	--	--	--	--
	2%	252,1	sim	277,4	251,7	25,7	10,2	0,4	0,15
	3%	249,1	sim	271,4	245,4	26,0	10,4	3,7	1,5
10%	1%	240,5	não	--	--	--	--	--	--
	2%	235,1	sim	261,6	235,0	26,6	11,3	0,1	0,05
	3%	239,5	não	264,8	239,6	25,2	10,5	-0,1	-0,04
20%	1%	219,6	não	--	--	--	--	--	--
	2%	229,9	sim	259,9	228,4	31,5	13,7	1,5	0,7
	3%	219,2	sim	244,7	218,9	25,8	11,8	0,3	0,14
30%	1%	212,5	não	--	--	--	--	--	--
	2%	214,2	não	--	--	--	--	--	--
	3%	225,6	sim	253,6	224,4	29,2	12,9	1,2	0,5

4.2 Ensaio de resistência à compressão

Nos ensaios de resistência à compressão as amostras que obtiveram melhor desempenho foram as com as menores quantidades de caulim, a resistência também foi menor quando as misturas contaram com menores quantidades de ligante. Na maioria dos casos a resistência a compressão tendeu a diminuição com o aumento do tempo em estufa, sendo as amostras que passaram 7 dias mais resistentes do que as que passaram 28 dias de cura. Esse resultado, porém, é inverso as amostras de referência, que aumentaram a resistência ao passo que aumentou o tempo de cura. Com relação a influência dos dois diferentes

precursores, percebe-se, principalmente nas amostras de 7 dias, que o metacaulim alcançou melhores resultados que o resíduo cerâmico. Porém, nas amostras de 28 dias algumas misturas que contam com resíduo cerâmico superam os resultados das que contam com metacaulim, em alguns casos, inclusive, superando também os resultados das amostras de 7 dias, tendo aumento de resistência mecânica. Estes resultados podem ser verificados nas Figura 3 e 4.

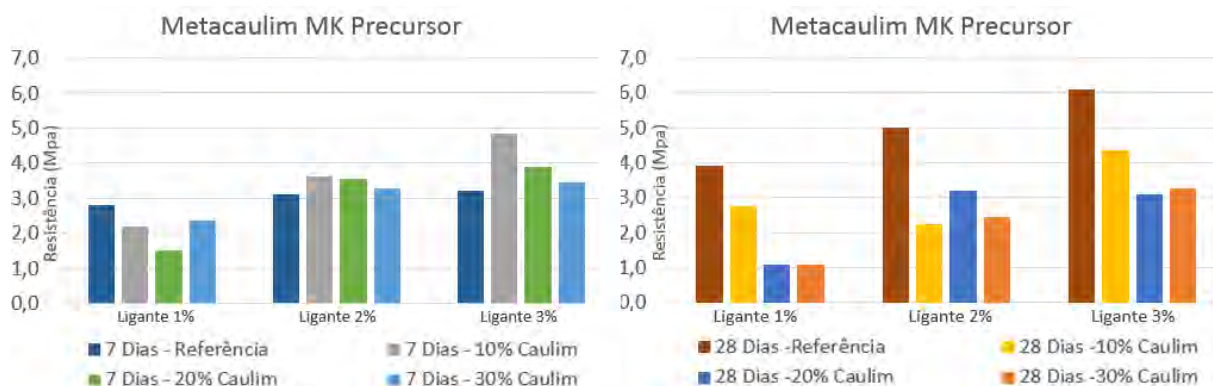


Figura 3. Resistência à compressão com cura de 7 e 28 dias em estufa (MK)

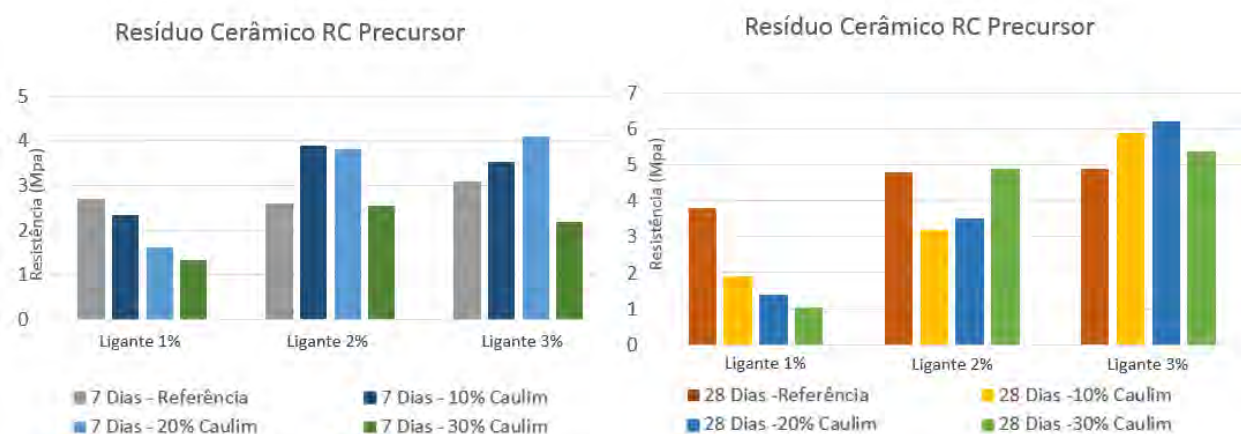


Figura 3. Resistência à compressão com cura de 7 e 28 dias em estufa (RC)

Como as amostras de referência (sem adição de caulim) apresentaram melhores resultados também nos testes de resistência a compressão, percebe-se mais uma vez a influência negativa da adição de finos neste caso. De acordo com esses resultados parciais, é levantada a hipótese de que uma grande parcela do material fino adicionado ao solo não tem reatividade suficiente para participar da síntese geopolimérica, dessa forma, estando na matriz do solo apenas como material agregado. Porém, exceto as amostras de 20% e 30% de caulim ativadas com 1% ligante dos dois precursores, os corpos de prova apresentaram resistência à compressão com valores iguais ou superiores aqueles estabelecidos a NBR 7171 classe A e B que são 1,5 MPa e 2,5 MPa, respectivamente (ABNT, 2005).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível demonstrar neste estudo a influência negativa da adição de finos à terra a ser estabilizada por ativação alcalina. Este fato foi constatado pelo aumento da perda de massa quando submetida à ação da água, assim como a queda da resistência mecânica, que tendeu a diminuir com o acréscimo de finos e também com o maior tempo de cura em estufa. A diferença nos resultados também pôde ser percebida no que se refere aos dois precursores utilizados, onde o metacaulim teve na média os melhores resultados. Apesar de ensaios químicos e microscópicos dos materiais envolvidos poderem mostrar com mais

profundidade a natureza das reações, é possível dizer que o caulim não teve reatividade suficiente para influenciar na reação, gerando tais resultados.

Porém, mesmo apesar de identificar a influência negativa da adição de finos, percebe-se que a ativação alcalina alcançou índices de desempenho de resistência à compressão dentro do estabelecido pelas normas. Assim, como também foi possível perceber que, mesmo com acréscimo de finos à mistura, os corpos de prova ainda resistiram à ação da água, resultando em pouca perda de massa.

Conclui-se assim que este é um método que merece ser investigado de modo que suas limitações e vantagens sejam cada vez mais conhecidas e assim venha a ser adotado em mais práticas de melhoria deste material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). NBR 7171: Bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro: ABNT. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=53938>>

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012). NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=193718>>

Bakharev, T. (2005). Durability of geopolymer materials in sodium and magnesium sulfate solutions. *Cement and Concrete Research*, 35, 1233–1246

Barbosa, N. P., Ghavami, K. (2007). Terra crua para edificações. São Paulo: IBRACON v. 2, p. 1505-1538. Disponível em: <http://www.ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/riem/volumes.asp>

Barbosa, N. P.; Mattone, R. (2002). Construção com terra crua. I Seminário Ibero-americano de Construção com Terra. Salvador, BA, Anais Proterra/CYTED. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/2106795/2-terra-cap-ibracon/11>>

Davidovits, J. (1982). Mineral polymers and methods of making them. US Patent 4.349.386. 14 Set 1982. Disponível em: <<http://www.google.com/patents/US4349386>>

Davidovits, J. (1987) Ancient and modern concretes: Whats is the real difference? *Concrete Internacional*, v.9, n.12, p.23-35, Dez 1987. Disponível em: <<http://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal?m=details&i=2380>>

Davidovits, J. (1991). Geopolymers: Inorganic polymeric new materials. *Thermal Analysis*, 37, p. 1633-1656. Disponível em: <<http://www.scopus.com>>

Degirmenci, N. (2008). The using of waste phosphogypsum and natural gypsum in adobe stabilization. *Construction and Building Materials*, 22, 1220–1224.

Félix, A. S.; Fereirra, P. R. L.; Barbosa, N. P.; Ghavami, K. (2015). Estabilização alcalina de adobes. 15º Seminário Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra – SIACOT 2015. Cuenca, Ecuador.

Gomes, K. C. (2008). Potencial de ativação alcalina de materiais residuais aluminosilicosos no desenvolvimento de matrizes cimentícias. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, UFPB.

Sumajow, M; Rangan, B. (2006) Low-calcium fly ash-based geopolymer concrete: Reinforced beams and columns. Research Report GC, Curtin University of Technology, Perth, Australia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos técnicos do Laboratório de Ensaio de Materiais e Estruturas (LABEME) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que, com muita presteza, ajudaram para a conclusão desse trabalho.

AUTORES

Adriano da Silva Félix, mestrando em engenharia civil e ambiental da Universidade Federal da Paraíba, tecnólogo em construção de edifícios. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/3616946997976293>.

Beatriz Lemos Cavalcante de Carvalho Santiago, mestranda em arquitetura e urbanismo na Universidade Federal da Paraíba, arquiteta. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/547535055494039>.

Raimundo Gonçalves Ribeiro Neto, graduando em engenharia civil na Universidade Federal da Paraíba. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/6404781036654835>.

Brunna Lima de Almeida Victor Medeiros, professora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, doutoranda em engenharia de materiais na Universidade Federal de Campina Grande. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/9966295997259863>.

Normando Perazzo Barbosa, professor titular do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/6420367558476872>.

Khosrow Ghavami, professor aposentado da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, professor emérito da Universidade Federal da Paraíba. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/1427567976681355>.



OPTIMIZACIÓN GEOMÉTRICA DE TRAZADOS FUNICULARES EN EL DISEÑO DE BÓVEDAS DE BTC PARA FORJADOS

F. Javier Gómez Patrocinio¹; Adolfo Alonso Durà²; Camilla Mileto³; Fernando Vegas López-Manzanares⁴

Universitat Politècnica de València, España;

¹fragmepa@arq.upv.es; ²aalonso@mes.upv.es; ³camiz2@cpa.upv.es; ⁴fvegas@cpa.upv.es

Palabras clave: bloque de tierra comprimida, sistemas abovedados, análisis por equilibrio, bóvedas funiculares

Resumen

El elevado peso propio del bloque de tierra comprimida (BTC) y su moderada resistencia a compresión en comparación con el ladrillo han limitado su empleo a la construcción de muros y elementos verticales de soporte. Sin embargo, la sencillez de su producción, la baja especialización que requiere su puesta en obra y su reducida huella ecológica, hacen interesante el estudio de alternativas para su aplicación en otros elementos constructivos, tales como los forjados. En este artículo se pretende estudiar las posibilidades del empleo del BTC para resolver elementos resistentes horizontales a través del trazado de bóvedas de cañón rebajadas. En los sistemas abovedados, los elementos constituyentes de la fábrica trabajan únicamente a compresión, y la adecuada disipación de las cargas depende fundamentalmente de la geometría de la bóveda y de la disposición de elementos capaces de absorber el empuje horizontal que ésta genera. Para desarrollar este planteamiento, se considerará un ámbito de dimensiones variables, pero habituales en arquitectura doméstica, que será cubierto mediante una bóveda de cañón rebajada sobre la que constituir el tablero del piso superior. Partiendo de esta premisa, se parametrizará el trazado funicular de la bóveda, obteniendo un rango de modelos de diferente aparejo, flecha y luz. Estos modelos serán comprobados siguiendo métodos gráficos de análisis por equilibrio y se estudiará la cantidad de elementos auxiliares necesarios para absorber el empuje horizontal transmitido. A modo de resultado, se presentarán valores de referencia para la cobertura de espacios domésticos con bóvedas de BTC cuyo trazado aporte una relación óptima entre economía estructural, ahorro de materiales industriales y consumo de espacio vertical.

1. INTRODUCCIÓN

El bloque de tierra comprimido (BTC o CEB, *Compressed Earth Block*, en inglés) es un material empleado para la construcción de elementos de fábrica que se produce mediante la compactación en una prensa de una masa de tierra estabilizada con una proporción de cemento que habitualmente oscila entre un 5% y un 8% (Amàco, 2015).

La pieza resultante es un elemento modular de pequeñas dimensiones y con un peso suficientemente reducido como para que un único operario lo pueda manejar con comodidad. En España, las dimensiones más habituales oscilan en torno a los 29x14x9 cm para pesos de 7-8 kg por pieza dependiendo del tipo de tierra empleado. Además, presenta un sistema de puesta en obra similar al del ladrillo, por lo que puede ser utilizado con facilidad por mano de obra poco especializada.

Por lo que respecta a sus propiedades, se trata de un producto con una buena capacidad de carga frente a la compresión. En España se exigen para su comercialización unos valores de resistencia normalizada de 1,3 MPa, 3 MPa y 5 MPa (dependiendo de la clase resistente de la pieza) en el momento de su suministro (UNE 41410, 2008). Gracias a que el prensado reduce notablemente su porosidad y a la estabilización mediante pequeñas cantidades de cemento, este tipo de elementos presentan una resistencia a la humedad mayor que la de la mayoría de sistemas de construcción con tierra.

Además, se trata de una técnica válida para un amplio espectro de tipos de tierra, resultando probable la presencia de materias primas válidas en el propio entorno de la intervención. La sencillez de su producción, que puede ser realizada en la misma obra mediante la utilización de bloqueadoras manuales de tamaño muy reducido (Figura 1), hacen de éste un sistema óptimo para la construcción en zonas de difícil acceso o ubicadas en un entorno poco industrializado.



Figura 1. Blocadora manual para la producción de BTC en Les Grands Ateliers de Villefontaine (Fotografía: E. Blanco Tamayo)

En lo que respecta a la sostenibilidad de la técnica, no requiere la utilización de combustible en su producción y, gracias a su adaptabilidad a las materias primas locales, reduce el consumo energético por transporte de materiales. Por consiguiente, se trata de elementos con una huella ecológica muy reducida. Al mismo tiempo, es un producto másico que, gracias a su elevada densidad e inercia térmica, genera elementos arquitectónicos aislantes y transpirables que aportan un elevado nivel de confort higrotérmico a los espacios construidos con ellos (Barbeta, Navarrete, 2015).

El BTC constituye por tanto un elemento constructivo solvente y de gran interés, especialmente para áreas de edificación extensiva o media, donde la construcción de edificios de gran altura no obligue a recurrir a estructuras metálicas o de hormigón armado. Resulta a su vez una técnica idónea para la ejecución de construcciones en zonas de baja industrialización, gracias a su economía en medios técnicos y a que la sencillez de su fabricación y puesta en obra la convierte en asequible para mano de obra local sin ningún tipo de formación.

Por esta razón, la posibilidad de ejecutar sistemas edilicios completos empleando como elemento fundamental el BTC permitiría la construcción de edificios económicos, sostenibles, confortables y técnicamente viables, incluso en zonas de pocos recursos. Sin embargo, la nula resistencia de los elementos de fábrica a las tracciones y a los esfuerzos de flexión ha limitado el empleo de estos materiales a la construcción de elementos verticales solicitados a compresión simple, tales como muros y pilares. Resulta por lo tanto interesante el desarrollo de sistemas que permitan la construcción de elementos horizontales con BTC (tales como forjados y estructuras de cubierta) con el empleo de una cantidad reducida de piezas auxiliares de producción industrial.

2. OBJETIVO

Frente a la necesidad planteada en el apartado anterior, en este artículo se estudian las posibilidades del empleo del BTC para resolver elementos resistentes horizontales a través de la ejecución de bóvedas de cañón rebajadas que permitan la construcción de edificios de varias alturas sin generar un forjado de un espesor excesivo.

3. ANTECEDENTES Y LÓGICA ESTRUCTURAL DEL SISTEMA

Las bóvedas rebajadas ya fueron empleadas para la construcción de forjados de piso en edificios de vivienda social en el levante español en los años 40 y 50 (Chamorro, Llorens Sulivera, Llorens Sulivera, 2012). Tras la Guerra Civil Española (1936 – 1939), la necesidad de reponer el parque inmobiliario destruido durante la contienda, el aislamiento internacional de la dictadura y la carestía de acero, favorecieron la recuperación de la bóveda tabicada como una alternativa económica y fiable a la construcción de estructuras metálicas y de hormigón armado en arquitectura residencial.

En los sistemas abovedados, los elementos constituyentes de la fábrica trabajan únicamente a compresión, lo que posibilitaría el empleo del BTC en su construcción. En estos casos, la correcta disipación de las cargas no solo depende de la tensión de trabajo de las piezas, sino también de la geometría y el espesor del elemento.



Figura 2. Construcción de una bóveda de cañón de BTC con motivo de la preparación de la colaboración de la UPV en el pabellón “Beyond bending” de OBD (Ochsendorf, Block & DeJong) en la Bienal de Arquitectura de Venecia 2016 (Fotografía: S. Tomás Márquez)

Sin embargo, el aspecto crítico cuando se trabaja con sistemas abovedados suele ser el empuje horizontal que éstas generan en el muro sobre el que descansan. Este empuje, que es mayor cuanto más rebajada es la bóveda, debe ser absorbido mediante la introducción de armado que permita que el muro trabaje a flexión o mediante la disposición de elementos como contrafuertes o tirantes.

El armado de los muros de fábrica resulta complejo y requiere el consumo de una considerable cantidad de acero, por lo que entra en conflicto con las premisas desarrolladas en los párrafos iniciales. Por su parte, la introducción de contrafuertes implica el acodalamiento de la construcción con elementos de gran masa e conlleva el gasto de una considerable cantidad de material y un incremento en el espacio ocupado por el edificio. Por el contrario, los tirantes actúan directamente en el punto en el que la bóveda entra en contacto con el muro, evitando la transmisión de esfuerzos horizontales a éste mediante la introducción de una cantidad muy limitada de elementos metálicos que apenas tienen impacto visual en el conjunto del espacio. Por consiguiente, el atirantamiento con cables metálicos se muestra como la solución más sencilla y la alternativa óptima estructuralmente para garantizar la absorción de los empujes.

4. METODOLOGÍA

El objetivo del trabajo recogido en este texto es el estudio de la cobertura de espacios de dimensión habitual en arquitectura doméstica mediante bóvedas rebajadas sobre las que generar una superficie transitable, a modo de forjado de piso.

4.1. Diseño, parametrización y trazado de los modelos

Partiendo de esta premisa, se analizará un total de 120 modelos de bóveda, que aportarán un amplio rango de alternativas en base a la combinación de tres variables: la luz del ámbito que salvan, el peralte del arco funicular que describen en su trazado y el modo en que se aparejan los BTC que las construyen.

De este modo, se trabajará con bóvedas que salven distancias de 2, 4, 6 y 8 metros, considerando éste el rango de las luces más habitual en arquitectura residencial. Para distancias comprendidas entre dos de estos valores, es posible aplicar los resultados obtenidos por la bóveda de dimensión inmediatamente superior, sin incurrir en un sobredimensionado remarcable. A su vez, para cada uno de estos ámbitos, se deberán trazar catenarias con cinco porcentajes diferentes de peralte con respecto a la luz (3%, 5%, 7%, 10% y 15%), obteniéndose alternativas con cinco proporciones diferentes entre transmisión de empujes y consumo de espacio vertical.

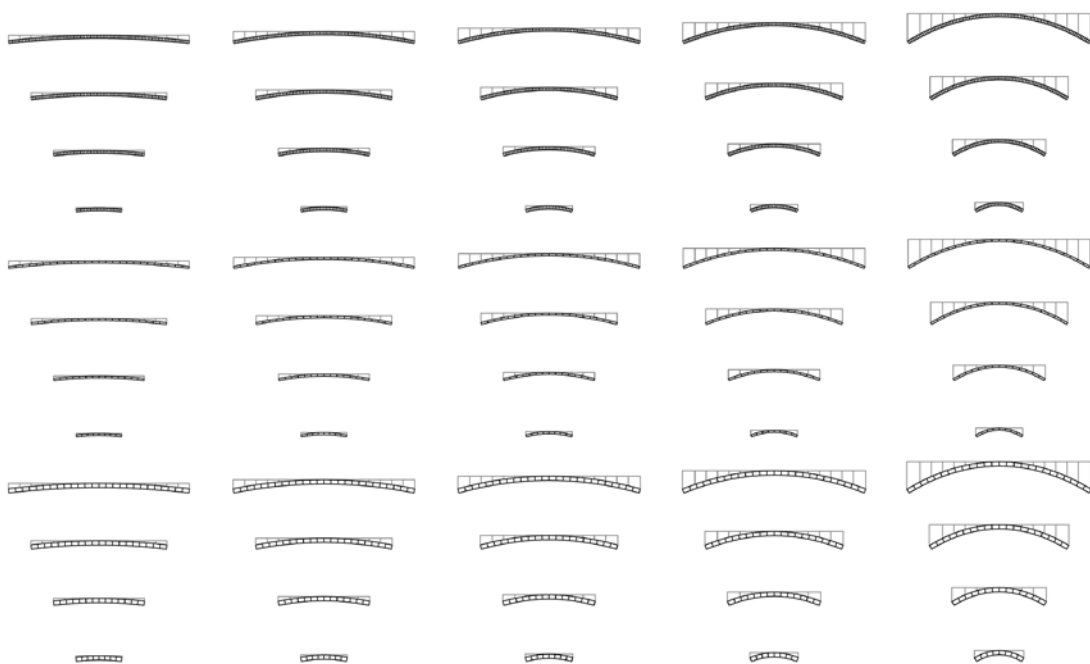


Figura 3. Modelos de bóveda con distinto aparejo, peralte y luz para el análisis por equilibrio

En lo que respecta la geometría de los modelos, éstos deberán ser trazados mediante arcos funiculares que salven la luz prevista con la flecha correspondiente a cada porcentaje de peralte. El arco funicular, o catenaria, es la curva óptima para la construcción de una bóveda que deba disipar cargas uniformes aplicadas a lo largo de sí misma o, dicho de otro modo, para la construcción de una bóveda que deba resistir únicamente su peso propio. Cuando se trate de estructuras que deban resistir una carga uniforme aplicada en un plano horizontal dispuesto sobre ellas, como es el objeto del estudio, el trazado óptimo de la curva que describen será una parábola.

Sin embargo, el recorrido de ambas secciones es muy similar, y la geometría de una catenaria se puede determinar de forma muy sencilla mediante el descuelgue de una cadena desde dos puntos separados la distancia deseada. Por ello, resulta un tipo de curva muy apropiada para el trazado de cimbras directamente en obra, razón por la que se considera la opción más viable para este tipo de cálculos.

Para cada una de estas 20 curvas, se diseñarán soluciones con aparejos a rosca, tabicado de una única hoja y tabicado de dos hojas, que presentarán una sección de 14 cm, 9 cm y

19 cm respectivamente, de acuerdo con las dimensiones de BTC más habituales (Figura 2). Cada uno de estos aparejos dotará a la bóveda de un espesor y de unos pesos propios diferentes, lo que permitirá determinar en cada caso la fábrica de grosor más adecuado para transmitir los esfuerzos recogidos por el forjado sin introducir excesivas cargas gravitatorias que generen una sobrecarga innecesaria.

Por último, se considerará que los tabiquillos que se deben construir sobre las bóvedas para formar la superficie plana sobre la que descansará el tablero puedan trabajar como costillas colaborantes de BTC o ser simplemente elementos sin ningún papel estructural, calculándose ambas alternativas.

4.2. Evaluación de acciones

De forma previa al cálculo de la estabilidad de las bóvedas, se procederá a realizar una evaluación de acciones que determinará las cargas aplicadas sobre ellas. Dado que se trata de elementos dispuestos en el interior de un espacio de vivienda, se considerará que las cargas resistidas estarán limitadas a su propio peso, al de los elementos constructivos que gravitan sobre ella, y a una sobrecarga de uso correspondiente a la ocupación de la planta superior.

El peso propio de la fábrica de BTC puede resultar muy variable en función de la materia prima empleada y del grado de compactación inducido por la blockadora, dándose valores que suelen oscilar entre los 1900 y los 2200 kg/m³. Para el desarrollo de los cálculos recogidos en este texto, se va a aplicar un valor de 2000 kg/m³ al conjunto de la fábrica, considerando que en esta cifra queda englobada la densidad de los bloques de tierra y la del mortero que los une.

El resto de los valores serán extraídos del Código Técnico de la Edificación, publicado por el Ministerio de Fomento del Gobierno de España en 2009 (Tabla C.1. Peso específico aparente de materiales de construcción. CTE DB-SE AE), adquiriendo las siguientes magnitudes:

- Los tabiques que generan el plano sobre el que apoyar el tablero adquieren pesos específicos diferentes dependiendo de si están formados con elementos portantes o no estructurales. De este modo, a las costillas colaborantes de BTC se les aplicará un peso específico de 2000 kg/m³, mientras que para los tabiquillos no estructurales se considerará un valor de 1600 kg/m³.
- El efecto del pavimento y del tablero que lo soporta será tenido en consideración aplicando sobre el plano superior de los tabiquillos una carga horizontal de 1500 Pa (1,5 kN/m²).
- El efecto de la tabiquería que descansa sobre el forjado estimará en 1000 Pa (1 kN/m²).
- Sobre toda la superficie pisable estará aplicada una sobrecarga de uso de 2000 Pa (2 kN/m²) por efecto del peso de los ocupantes de la estancia superior y del mobiliario albergado en ella.

Sobre la evaluación de cargas se debe aplicar un coeficiente de mayoración de acciones que otorga un ligero sobredimensionado con el fin de absorber la eventual aparición de cargas inesperadas. El valor considerado por el Código Técnico de la Edificación es de $\gamma_f = 1,35$ para cargas permanentes y de $\gamma_f = 1,5$ para cargas variables (Tabla 4.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones. CTE DB-SE). Sin embargo, en el cálculo desarrollado se aplicará un coeficiente único $\gamma_f = 1,5$ con el objeto de aumentar el margen de seguridad del predimensionado.

4.3. Análisis por equilibrio

El análisis de la estabilidad de las bóvedas frente a su propio peso y a las cargas que gravitan sobre ellas, se realizará a través del estudio de las secciones transversales de bóveda por métodos de estática gráfica plana. Mediante este tipo de procedimientos de

cálculo, que se pueden llevar a cabo de forma manual o asistida mediante programas específicos, se obtienen dos datos de utilidad fundamental para determinar la solvencia de la solución: la línea de presiones, que representa el recorrido de las cargas aplicadas sobre la bóveda hasta los soportes en los que descansa, y las reacciones que genera en estos apoyos, con su magnitud y su valor (Figura 4). En este caso el análisis por equilibrio se va a realizar trabajando con Statical¹.

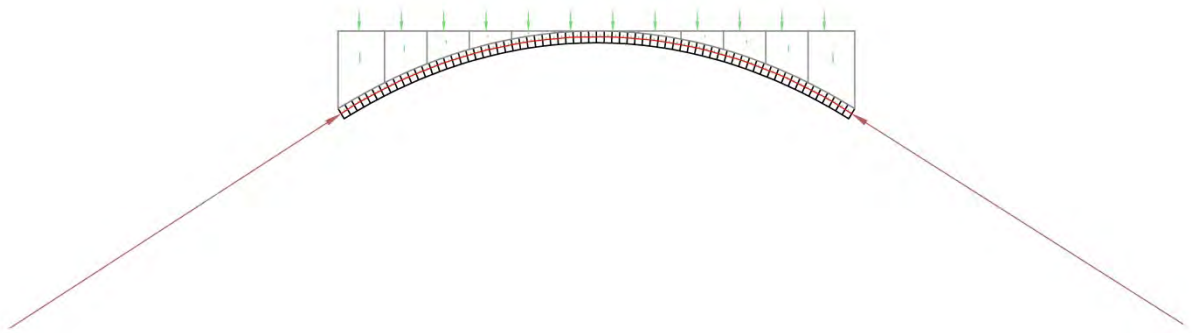


Figura 4. Análisis por equilibrio de una bóveda de BTC dispuesto a rosca, salvando una luz de 6 m con un peralte del 15%

Cuando una bóveda entra en carga, cada una de las dovelas (reales o virtuales) que la conforman sufre un empuje en su cara superior por efecto del tramo del elemento que apoya sobre ella. A este empuje se suma el peso de la propia dovela y el de las cargas que gravitan sobre ella, dando lugar a una nueva fuerza que debe ser resistida por la dovela siguiente (Alonso, Martínez, 2016). La línea definida por la unión de todos los puntos de paso de las fuerzas que actúan en las juntas de todas las dovelas es conocida como línea de presiones o de empujes.

Para que el trazado y el espesor de una bóveda sean adecuados para transmitir hasta los apoyos las cargas que soportan, debe ser posible determinar una línea de presiones que transcurra por el interior de la sección a lo largo de todo su recorrido.

La reacción que equilibra el apoyo de la bóveda en sus arranques se emplea para determinar la tensión de trabajo de la fábrica en su punto más solicitado y para obtener, mediante su descomposición en componentes perpendiculares, el empuje horizontal que introduce en el elemento en el que descansa.

La zona más solicitada de la bóveda por esfuerzo axial es el entorno del apoyo, donde las piezas deben transmitir las cargas generadas sobre todo el elemento. La tensión de compresión a la que trabajan estos elementos se obtiene dividiendo el valor de la reacción entre la superficie de la sección transversal en la zona considerada. Las bóvedas de cañón son sistemas prolongables indefinidamente en la dirección de su generatriz. Sin embargo, para la realización de los cálculos necesarios para determinar la estabilidad de las soluciones se considerará un tramo de bóveda de un metro de largo.

4.4 Absorción del empuje

Sobre las bóvedas que resulten ser estables y que demuestren trabajar a una tensión de compresión admitida por el material constitutivo de la fábrica, se estudiará la recogida del empuje horizontal generado por estos elementos sobre sus apoyos. De este modo, se pretende evitar que transmitan una carga inclinada que pueda introducir esfuerzos de flexión en los muros portantes que soportan el forjado.

¹ Una aplicación para AutoCAD desarrollada por Adolfo Alonso Durá para la Universitat Politècnica de València

Para la absorción de este empuje se considerará la disposición de tirantes metálicos que conecten dos angulares dispuestos en el arranque de las bóvedas, evitando que éstas se abran y eliminando, al entrar en carga, el empuje horizontal en el muro (Figura 5).

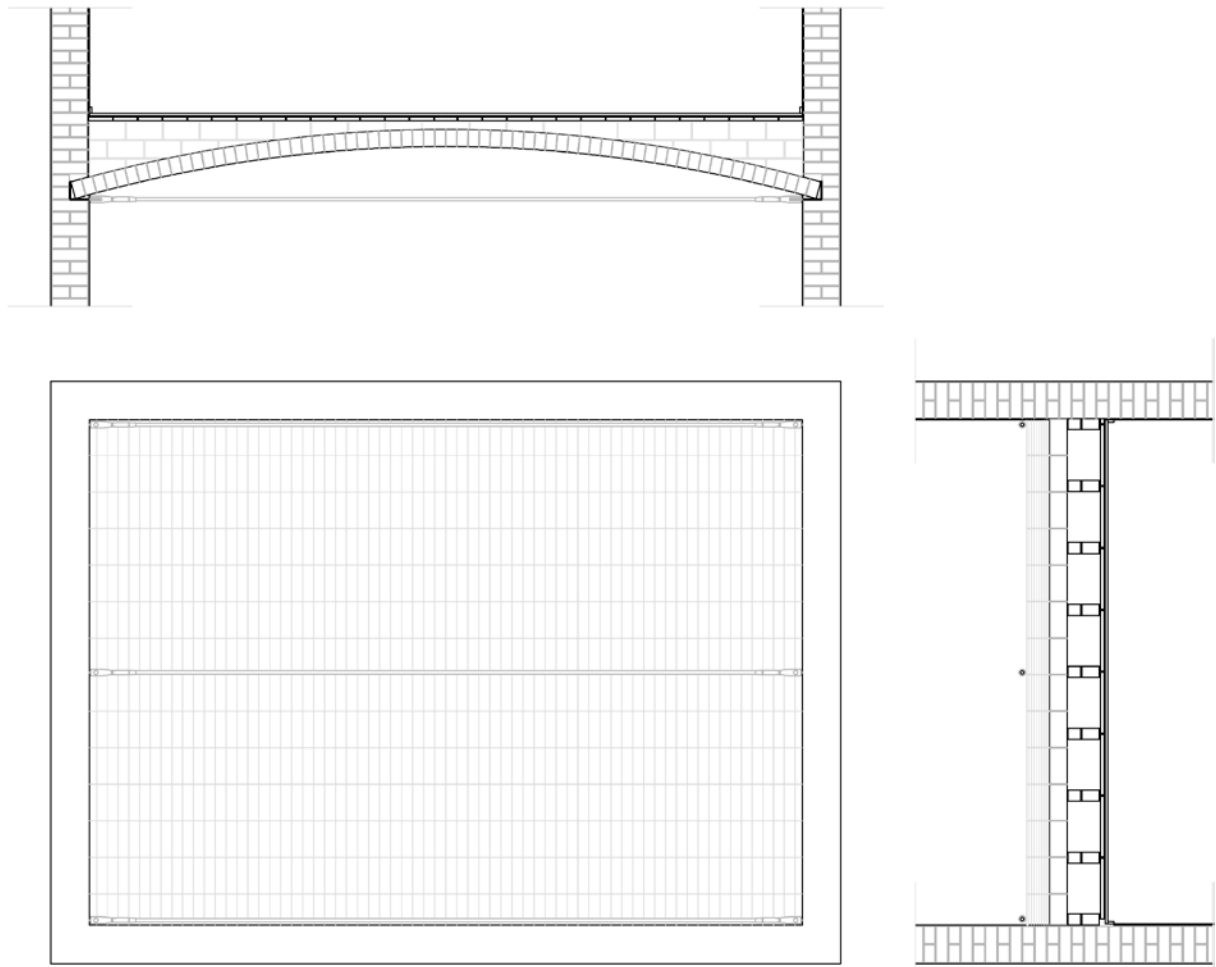


Figura 5. Detalle constructivo tipo de la solución calculada. Bóveda de BTC, formación de la superficie pisable, sistema de atirantado y encuentro con el muro

En el cálculo de las piezas metálicas se va a establecer como criterio de dimensionado que los tirantes son cables de acero dispuestos con una separación de dos metros, con el fin de limitar su impacto visual en el espacio interior. La separación escogida entre los tirantes determinará su ámbito de carga y, por lo tanto, el empuje absorbido y el diámetro de las piezas. Dado que se trata de elementos solicitados a tracción simple, para su dimensionado se dividirá el empuje horizontal que debe ser absorbido entre la tensión admisible del acero que los conforma, obteniendo así una sección mínima de cable que será asemejada al diámetro normalizado inmediatamente superior.

Más allá del propio cable, el aspecto que se verá más condicionado por la separación determinada para los tirantes, será el dimensionado de los perfiles que conectan. Estas piezas recogen de forma lineal el empuje generado por las bóvedas y trabajan a flexión simple, siguiendo el esquema de una viga continua con apoyos articulados en los puntos en los que la disposición de un cable les impide desplazarse. Para su cálculo, se determinará el momento máximo en el centro de vano y se obtendrá el módulo resistente mínimo necesario para absorberlo.

Como se puede observar en la Figura 5, sobre estos angulares descansará directamente el canto de la bóveda. En el caso de que las alas de los perfiles no tuvieran un tamaño suficiente para recoger todo el espesor del elemento, aparecería un esfuerzo de cizalladura en el extremo del apoyo que podría provocar la fisuración de la fábrica en esta zona. Este riesgo resulta especialmente evidente en el caso de bóvedas de doble hoja, donde podría

producirse el deslizamiento relativo de las capas que las conforman. Con el fin de eliminar este riesgo, se establecerá como condición de dimensionado que el tamaño del angular sea como mínimo el necesario para recoger la totalidad del canto de la bóveda.

En los casos en los que el empuje horizontal no se pueda absorber mediante la disposición de un perfil del mismo canto que la bóveda, se optará por doblar los perfiles formando una T invertida. Sólo cuando esta solución resulte también insuficiente, se emplearán perfiles con una longitud de ala mayor.

5. ANÁLISIS DE DATOS

Una vez realizado el trazado de todos los modelos, se procede a determinar el valor de los pesos propios y a aplicarles las cargas que deben transmitir. Sobre estas secciones se realizan las comprobaciones por equilibrio, obteniéndose las correspondientes líneas de presiones y vectores de empuje en los apoyos. En todos los casos estudiados, la línea de presiones generada por la disipación de las cargas discurre por el interior de la sección portante. Por tanto, todas las bóvedas analizadas resultan geoméricamente estables y podemos determinar que, en estos modelos, el espesor y el peralte no son factores condicionantes para la estabilidad. Estos elementos en ningún momento requerirían de la colaboración estructural de las costillas que sostienen el pavimento.

La tensión de trabajo que alcanzan las fábricas en el entorno de los arranques es siempre muy baja, incrementándose con la distancia salvada y reduciéndose cuando las bóvedas son más peraltadas o cuentan con un mayor espesor. El valor máximo obtenido, 0,36 MPa para bóvedas tabicadas de una hoja que salvan ocho metros de luz con un peralte del 3%, es resistido incluso por la clase menos resistente de BTC homologada en la UNE 41410. Para este mismo ancho, una bóveda tabicada de dos hojas con un 15% de peralte trabaja a una tensión de 0,06 MPa en el entorno de su apoyo.

Dado que todas las bóvedas han demostrado ser estables por sí mismas y presentan un nivel de tensiones que no pone en riesgo la resistencia de los materiales que las componen, se procede a dimensionar los elementos auxiliares necesarios para recoger los empujes y absorberlos sin introducir un esfuerzo horizontal en el muro. A la hora de calcular los tirantes, se considera un ámbito de carga de 2 m, correspondiente a la separación entre cables, y un acero de clase resistente S460N. Estos elementos deben absorber empujes horizontales que varían entre 33,15 y 844,17 kN, dependiendo de la luz, el canto y el peralte de las bóvedas. Los cables requeridos presentan diámetros que oscilan entre 12 y 27 mm para luces de 2 m, entre 16 y 42 mm para luces de 2 m, entre 20 y 48 mm para luces de 6 m y entre 24 y 56 mm para luces de 8 m.

Por último, se procede a dimensionar los angulares que recogen los empujes generados por las bóvedas y los transmiten a los tirantes que los deben absorber. Estos elementos, que funcionan como vigas flectadas en horizontal, se han dimensionado con perfiles angulares de acero S275 de ala igual al canto de la bóveda que deben confinar. Cuando el esfuerzo de flexión no se puede absorber modificando el grosor de las pletinas, se ha optado por duplicar el perfil formando una T invertida. Donde esta medida ha resultado insuficiente se ha aumentado el tamaño del perfil hasta cantos de 20 cm. En los casos en los que un perfil de este tamaño resultaba insuficiente, se ha rechazado la solución al considerar que el empuje generado requiere piezas auxiliares excesivamente grandes que entran en conflicto con la lógica del sistema.

De las 120 bóvedas estudiadas, 34 se han podido zunchar con perfiles de su mismo canto, 24 han requerido doblar los perfiles, 54 se han podido resolver con perfiles simples o dobles de mayor canto y 8 han sido rechazadas por requerir un canto excesivo. Estas últimas, que son las soluciones que más empuje generan, se han correspondido con los modelos peraltados al 3% con luces de 8 m y con los de mayor canto de 6 m de luz.

6. RESULTADOS

A partir de la observación de los resultados arrojados por el análisis de datos, se extraen las siguientes conclusiones. Todos los modelos han resultado ser estables geométrica y materialmente, por lo que se considera que la alternativa óptima es la formación de bóvedas con aparejo tabicado de una hoja. Estos elementos dan las suficientes garantías estructurales al mismo tiempo que reducen el consumo de material y limitan el peso propio del elemento, su empuje y el canto del forjado resultante.

Se ha comprobado que la colaboración de los tabiquillos de sustentación del tablero como costillas estructurales no resulta necesaria para la estabilidad del conjunto. Sin embargo, el incremento de peso que supone su ejecución con BTC con respecto a la disposición de elementos más ligeros prácticamente no modifica el estado tensional de las fábricas. Por el contrario, esta solución dota al forjado de unas características de coherencia material y de sostenibilidad socioeconómica que pueden verse limitadas si la ejecución de estos elementos se realiza con otros materiales como el ladrillo hueco.

Tabla 1. Resultado del predimensionado de los elementos auxiliares para los modelos de bóveda de cañón rebajada ejecutada con una hoja de BTC a panderete y tabiquillos colaborantes de BTC

PERALTE	LUZ	2 m	4 m	6 m	8 m
3%	Altura forjado	0,2 m	0,26 m	0,32 m	0,38 m
	σ_c (N/mm ²)	0,09	0,18	0,27	0,36
	Angulares	2 x 150,20	2 x 200,15	2 x 200,25	XXX
	Ø Cables (mm)	24	36	42	48
5%	Altura forjado	0,24 m	0,34 m	0,44 m	0,54 m
	σ_c (N/mm ²)	0,05	0,11	0,17	0,22
	Angulares	150,20	2 x 150,20	2 x 200,15	2 x 200,20
	Ø Cables (mm)	20	27	36	42
7%	Altura forjado	0,28 m	0,42 m	0,56 m	0,7 m
	σ_c (N/mm ²)	0,04	0,08	0,12	0,16
	Angulares	150,15	2 x 150,15	2 x 150,20	2 x 200,15
	Ø Cables (mm)	16	24	30	36
10%	Altura forjado	0,34 m	0,54 m	0,74 m	0,94 m
	σ_c (N/mm ²)	0,03	0,06	0,09	0,12
	Angulares	150,10	150,20	2 x 150,15	2 x 150,20
	Ø Cables (mm)	16	20	24	27
15%	Altura forjado	0,44 m	0,74 m	1,04 m	1,34 m
	σ_c (N/mm ²)	0,02	0,04	0,07	0,09
	Angulares	150,10	150,15	150,20	2 x 150,15
	Ø Cables (mm)	12	16	20	24

Para una misma luz, los trazados menos peraltados generan unos empujes mayores y, por tanto, exigen la disposición de un atirantamiento más potente. Sin embargo, para peraltes elevados, las bóvedas de mayor luz exigen un consumo de espacio vertical considerable en la zona de su arranque. En la tabla 1 se presentan los resultados del dimensionado de

cables y angulares para los modelos realizados con el aparejo indicado (tabicado de una hoja con costillas de BTC), en función de su peralte.

Como se puede observar, las soluciones más planas generan grandes empujes que requieren la colocación de gruesos tirantes y de zunchos de una sección considerable. Por ello, se considera que los elementos auxiliares necesarios para sostener las bóvedas peraltadas hasta un 5% son excesivos y reducen la coherencia del sistema.

Las alternativas que mejor concilian la ligereza de los elementos auxiliares con la reducción del espesor del forjado son las bóvedas peraltadas un 10%. Sin embargo, los peraltes del 7% y el 15% resultarán alternativas viables en el caso de que se opte por reducir el impacto de los elementos auxiliares o se desee reducir el consumo de espacio vertical.

7. CONCLUSIONES

Tal y como se ha comprobado en el presente artículo, la construcción de bóvedas de cañón rebajadas de BTC es una alternativa técnicamente viable para la construcción de forjados de piso.

De acuerdo con los cálculos realizados, todos los modelos de bóveda son estables geométricamente por lo que se considera que la disposición de los BTC según aparejo tabicado de una hoja es la más recomendable al reducir al máximo el peso del elemento y limitar el empuje horizontal introducido sobre los elementos que lo recogen.

En cuanto al peralte de trazado de las curvas, se considera que una relación flecha-luz inferior al 5% introduce esfuerzos horizontales innecesarios en las cabezas de los apoyos, mientras que valores superiores al 15% implican un consumo excesivo de espacio vertical. Por ello, se concluye que la relación entre consumo de espacio vertical y empuje horizontal generado por las bóvedas alcanza valores óptimos cuando el peralte de las mismas presenta valores de entre un 7% y un 10%.

El sistema es estable desde un punto de vista estructural y puede ejecutarse de una forma sencilla con medios auxiliares muy reducidos. Además, la puesta en obra de los materiales es muy similar a la construcción de un muro de ladrillo, por lo que puede ser ejecutado de forma sencilla empleando mano de obra muy poco especializada.

La utilización del BTC como material fundamental para la construcción de las bóvedas y la cantidad de elementos auxiliares metálicos necesarios para la absorción de los empujes, que es muy reducida en relación a la superficie total del espacio cubierto, dotan al sistema de unos remarcables atributos de sostenibilidad ambiental y confort higrotérmico.

La economía de medios auxiliares se ve reforzada por el modo en que se produce el BTC, pues es un material que habitualmente puede fabricarse a pie de obra, empleando la tierra local y utilizando una blocadora de pequeñas dimensiones y fácil transporte.

Por estas razones, el sistema desarrollado resulta óptimo para la construcción en zonas de difícil acceso y para la reducción de la huella ecológica de las construcciones realizadas en zonas de edificación extensiva.

Sin embargo, una de las mayores potencialidades del diseño de espacios contruidos íntegramente con BTC es su utilización en zonas de recursos muy limitados o en vías de desarrollo. En este caso, la adaptabilidad del sistema queda comprometida por la absorción de los empujes mediante elementos de acero que, a pesar de ser reducidos, requieren una infraestructura industrial de una mayor tecnificación para su producción. Para la construcción de este tipo de espacios en zonas en las que resulte complicado recurrir al empleo de tirantes metálicos, será conveniente estudiar la construcción de sistemas alternativos para la contención de empujes como el uso de contrafuertes o de encadenados de madera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso Durà, A.; Martínez Boquera, A. (2016) Mecánica de arcos, bóvedas y cúpulas. In: Análisis estructural de sistemas abovedados. Máster Oficial en Conservación del Patrimonio Arquitectónico. Universitat Politècnica de Valencia. 18 de junio de 2016. Valencia, España.

Amàco. Atelier Matière à Construire (2015) Atelier BTC. Fiches techniques. In: 14º Festival Grains d'Isère. Autour des Architectures de Terre. CRAterre. École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble. 27 – 30 de mayo de 2015. Grands Ateliers, Villefontaine, Francia. Documento inédito.

Barbeta, G.; Navarrete, E. (2015). A pentagonal block home. In: Mileto, C.; Vegas López-Manzanares, F.; Garcías Soriano, L.; Cristini, V. (Eds.). *Earthen architecture: past, present and future*. Londres: CRC | Balkema | Taylor & Francis Group. p. 31-36.

Chamorro Trenado, M. A.; Llorens Sulivera, J.; Llorens Sulivera, M. (2012). Ignasi Bosch i Reigt (1910 – 1985): una patente para construir bóvedas tabicadas. In: Zaragoza Catalán, A.; Soler Verdú, R. y Marín Sánchez, R. (Eds.). *Construyendo bóvedas tabicadas*. Valencia: Universitat Politècnica de València. p. 238-247.

Ministerio de Fomento. Gobierno de España (2009) Código técnico de la edificación. Documento básico de seguridad estructural. Acciones en la edificación. Disponible en <<http://www.codigotecnico.org>>. Acceso en 06/06/2016.

UNE 41410 Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. (2008). Madrid: Asociación Española de Normalización y Certificación

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la oportunidad ofrecida por el Profesor John Ochsendorf del Massachusetts Institute of Technology de colaborar en su pabellón “Beyond bending” de la Bienal de Arquitectura de Venecia 2016, cuyos entresijos han estimulado el inicio de la investigación reflejada en este artículo.

NOTA

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación “La restauración y rehabilitación de arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica. Líneas guía y herramientas para una intervención sostenible” (Ref.: BIA2014-55924-R; investigadores principales: Camilla Mileto y Fernando Vegas López-Manzanares).

AUTORES

F. Javier Gómez Patrocinio, arquitecto por la Universitat Politècnica de València, es técnico superior de investigación en el Instituto de Restauración del Patrimonio de la UPV, y en la actualidad se encuentra desarrollando su tesis doctoral sobre caracterización estructural de la arquitectura de tierra. Desde 2014, ha colaborado en la edición de varias publicaciones relacionadas con el patrimonio vernáculo y en la organización de VERSUS 2014 International Conference on Vernacular Heritage, Sustainability and Earthen Architecture.

Adolfo Alonso, doctor en arquitectura por la Universitat Politècnica de València, es profesor titular de universidad, perteneciente al Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la misma institución. Ostenta el puesto de secretario del Instituto de Restauración del Patrimonio Arquitectónico de la UPV dentro del grupo de Arquitectura Monumental e Histórica y de director del Máster de Restauración del Patrimonio Arquitectónico de la UPV.

Camilla Mileto, arquitecta por la IUAV y doctora en arquitectura por la UPV, es profesora titular de universidad, adscrita al Departamento de Composición Arquitectónica de la Universitat Politècnica de València, donde imparte docencia sobre restauración arquitectónica y arquitectura histórica. Es subdirectora del Instituto de Restauración del Patrimonio Arquitectónico de la UPV. Su labor de investigación se centra en la restauración de la arquitectura histórica y en el conocimiento de las técnicas constructivas tradicionales.

Fernando Vegas López-Manzanares, arquitecto y doctor en arquitectura por la Universitat Politècnica de València, es profesor titular de universidad, perteneciente al Departamento de Composición Arquitectónica de esta universidad. Su trayectoria científica se ha concentrado en el estudio, restauración y puesta en valor del patrimonio tanto monumental como vernáculo en su diversa manifestación material, técnica, cultural e histórica.



EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL PALACIO DE PURUCHUCO, UBICADO EN EL VALLE DEL RIMAC, LIMA, PERÚ

María Angélica Guevara Lactayo¹, Bellice Ego-Aguirre Bazan²

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú

¹mguevaralactayo@yahoo.es; ²bellice1@gmail.com

Palabras clave: elemento arquitectónico, material, comportamiento térmico, clima

Resumen

La construcción del Palacio de Puruchuco surge de la unión de la tradición de grupos locales desarrollados durante el Intermedio Tardío, y los de influencia Inca. Está ubicado en el valle del Rímac, Lima, Perú y sirve de residencia de la máxima autoridad local, vinculada al inca, desarrollándose además tareas económicas, administrativas y religiosas. En este trabajo se estudiará la relación de este elemento arquitectónico con el medio natural en el que está inserto verificando su adecuación. El objetivo principal del estudio es realizar una evaluación del comportamiento térmico del Palacio de Puruchuco teniendo en cuenta su configuración y organización física y el impacto sobre él de los elementos del clima que forman parte del medio natural donde se ubica, para evaluar su respuesta y adecuación al mismo. La metodología para el estudio es analítica, Se llevarán a cabo los siguientes procedimientos: toma de datos del objeto arquitectónico y del lugar de estudio, procesamiento de los mismos con ayuda del software Ecotect, análisis de los datos procesados apoyados en los conceptos relacionados al comportamiento térmico de los elementos arquitectónicos y evaluación de la inserción de la edificación al medio natural considerando al clima como uno de sus elementos más importantes, verificando finalmente el grado de eficiencia de dicha inserción. El Palacio de Puruchuco se relaciona al medio natural en el que está inserto de forma coherente y sin agredirlo. Está ubicado en un lugar cuyo verano es caluroso pero logra una temperatura interna que está en confort. La edificación presenta pequeñas aberturas principalmente altas que no permiten ingreso solar directo pero si la salida del aire caliente. El material de tierra utilizado en los muros no permite su calentamiento en el día pero acumula calor para la noche.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como propósito analizar el comportamiento térmico del Palacio de Puruchuco que fue edificado entre los años 900 y 1450 d.C. y perteneció a la cultura Ychsma, sirviendo de residencia a la autoridad local más importante. Se ubica en el distrito de Ate, en la provincia de Lima, Perú, tiene una latitud de 12° 2' 1"LS, pertenece al trópico del sur, una longitud oeste de 76° 53' 1" y altitud de 436 msnm, presenta un clima templado, con alto valor de temperatura en verano y alto valor de humedad en el invierno.

Al estar ubicada en el trópico el recorrido del sol tiene una tendencia vertical, por este motivo el calentamiento es importante sobre superficies horizontales y menor sobre superficies verticales.

Se estudiará la forma como se adecuó el elemento arquitectónico como parte de un conjunto a las variables climáticas de Lima con el propósito de generar confort en el hábitat de aquella época pre hispánica, se estudiará por lo tanto la forma, la orientación de los elementos construidos, el tamaño y ubicación de las aberturas, el material de los muros, techos y pisos y la organización de diferentes elementos arquitectónicos que la conforman, se analizará el comportamiento térmico individual y del conjunto y su relación con el comportamiento del clima de Lima.

2. OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal del estudio es realizar una evaluación del comportamiento térmico del Palacio de Puruchuco teniendo en cuenta su configuración y organización física y el impacto sobre él de los elementos del clima que forman parte del medio natural donde se ubica, para evaluar su respuesta y adecuación al mismo.

3. METODOLOGIA

La metodología para el estudio es analítica. Se llevarán a cabo los siguientes procedimientos: toma de datos del objeto arquitectónico y del lugar de estudio, procesamiento de los mismos con ayuda del software Ecotect, análisis de los datos procesados apoyados en los conceptos relacionados al comportamiento térmico de los elementos arquitectónicos y evaluación de la inserción de la edificación al medio natural considerando al clima como uno de sus elementos más importantes, verificando finalmente el grado de eficiencia de dicha inserción.

4. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

4.1. Antecedentes históricos

El palacio de Puruchuco fue edificado en las faldas de un cerro en el Intermedio Tardío (900-1450 d.C.), perteneció a la cultura Ychsma, cuyo principal centro ceremonial fue Pachacamac, donde se elevaba un templo en honor a la deidad del mismo nombre. En la arquitectura Ychsma se da el uso de las rampas, la tapia como material de construcción y el uso del barro en general y en la arquitectura Inca se usa el vano trapezoidal, la doble jamba y la cancha.

Siguió siendo utilizado en la época de los Incas, durante el Horizonte Tardío (1450-1532 d.C.) como parte de un complejo de edificios que comprende la cercana zona de Huaquerones. Se le atribuye un carácter administrativo menor, que fue cambiando de manos con la llegada de los Incas al valle de Lima y finalmente de los españoles. Allí se le nombra por primera vez en una escritura al adjudicársele como propiedad de Miguel de Estete, quien podría ser el mismo personaje que participa activamente de la captura de Atahualpa en Cajamarca. Con el paso de los años la casa fue cayendo en el olvido, y en 1583 el último curaca de Puruchuco alzó su voz de protesta ante los abusos de los encomenderos y terratenientes y fue abandonado hasta que el descubrimiento de una momia convocó a Julio C. Tello, Toribio Mejía Xespe y finalmente a Arturo Jiménez Borja. En las últimas décadas al descubrirse un importante cementerio precolombino cercano volvió a cobrar importancia y se han iniciado nuevas investigaciones.

4.2. Descripción física del Palacio

El Palacio de Puruchuco está localizado en el valle del Rímac, Lima, Perú, rodeado en sus dos de sus flancos por montañas rocosas probablemente se confió su defensa a los poblados aledaños ya que la edificación no tiene atalayas u otro elemento arquitectónico que se utilice en la defensa del espacio interior (Wakeham, 1976) La planta es rectangular ortogonal, está limitada por una alta muralla con volúmenes fragmentados, tiene un solo acceso en rampa que permite llegar a una gran plaza cuadrada, (Burger, Morris, Matos Mendieta, 1997) luego sigue un laberinto de pasadizos estrechos a través de los cuales se accede a espacios que fluyen en secuencia de patios interiores, circulaciones horizontales y verticales por medio de plataformas, rampas y escaleras. El espacio está dividido en dos grandes mitades, la primera parte es abierta, publica y utilizada para eventos de gran número de concurrentes como ritos, funerales, intercambios de productos entre otros. La otra mitad está dividida en dos mitades y definen la zona privada de residencia y de lo doméstico (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2013).

Está orientado en su lado más largo al NO y SE, con un acceso principal por medio de una rampa hacia un pasadizo el cual te dirige hacia un callejón o hacia el ingreso principal que da hacia un gran patio interior.

Fue la residencia de un curaca pre inca probablemente, según Jiménez Borja (1988) los curacas adoptan casas cercadas que pueden corresponder a patrones de cultura Huari. Posteriormente probablemente se convirtió en un centro burocrático inca donde habitaba un funcionario que se encargaba de recoger los tributos. Una parte de este edificio estuvo dedicado a actividades religiosas, allí se ubican 6 nichos triangulares tallados en el muro, que probablemente fueran usados como marcas o hitos para mediciones astronómicas como por ejemplo del movimiento aparente del sol (M.A.S.) por medio de la ubicación de la sombras arrojadas de dichos vanos que les permitía conocer los equinoccios o los solsticios.

Está construido en materiales de tierra, la técnica empleada para levantar los muros es la del tapial o adobón de espesores mayores a 50 cm. Para construir la tapia utilizaron mantas de cañizos o estera a modo de encofrado según Jiménez Borja, dichas mantas de esteras de totora o caña se ataban con cañas unidas entre sí por cuerdas y para protegerlas del medio ambiente las mojaban con “aguacolla quizca”, le añadían lana o paja unida aparentemente al barro del medio ambiente, esta al secarse se resquebrajaba y se añadían nuevos revoques hasta que el acabado final se acepte. Asimismo utilizaron la piedra para algunos remates o para los peldaños de acceso únicamente, los techos reconstruidos son de madera, caña y torta de barro, las aberturas carecen de dintel.

Está organizado en 4 sectores:

Sector A, dedicado a las actividades públicas como ceremonias religiosas, allí el Curaca recibió los tributos de la población local y celebró con ellos la redistribución en reciprocidad, tal como era la costumbre en tiempos prehispánicos. Está formado por un amplio patio y una plataforma sobre la cual hay una estructura que vista desde el aire tiene forma de letra U.

Sector B, sirvió de habitación a los residentes permanentes de Puruchuco. Aquí se ubican la cocina y los demás cuartos para la vida diaria.

Sector C, donde se celebran las ceremonias religiosas, se accede a través de una rampa, al final de la cual se ubica un patio, a un lado de la rampa se ubican los 6 nichos triangulares tallados en el muro.

Sector D conformado por ambientes destinados a la preparación de productos perecibles para su posterior almacenamiento.

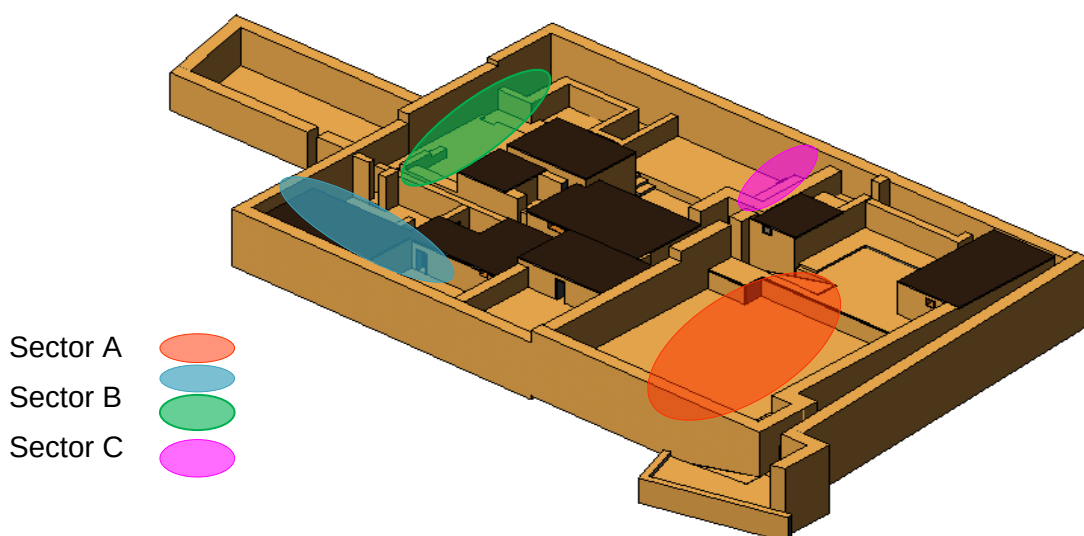


Figura 1. Vista en 3D de Puruchuco mostrando los sectores que lo conforman

4.3. Características del clima de Lima

La temperatura máxima en Lima se da a las 13:00 h con un valor de 23,79°C en promedio a lo largo del año y la mínima se presenta a las 6:00 h con un valor de 16,62°C en promedio a lo largo del año. Su temperatura tiene un comportamiento diverso, la temperatura máxima en enero, febrero y marzo por encima del confort, la temperatura mínima por debajo del confort de junio a noviembre en especial. Hay una diferencia en promedio entre el valor mayor del confort y la temperatura máxima de 3,18°C y de 4,26°C con la temperatura mínima. La temperatura presenta una oscilación entre la máxima y la mínima de 7,17°C en promedio.

La humedad se encuentra fuera del confort en los meses de junio a octubre.

En Lima la radiación sobre superficie horizontal es mucho mayor que la que incide sobre superficie vertical desde las 9:00 h hasta las 15:00 h, logrando 1.035 W/m² en el momento que el sol está vertical, en febrero. Las superficies verticales al NO con 116 W/m² en promedio, la NE con 104,5 W/m², la SE con 103 W/m² y la SO con 104 W/m².

El viento en Lima proviene desde el S o SO y su velocidad promedio es de 2,52 m/s.

La precipitación se da en especial en los meses de julio, agosto y setiembre que son las épocas frías.

Al analizar el confort interno de la edificación utilizando el ábaco psicométrico de Givoni, considerando una actividad sedentaria y un aislamiento por ropa para la estación, se evidencia que es importante la ventilación natural en verano, la ganancia de calor de día y el enfriamiento por evaporación directa.

4.4. Características térmicas de los materiales: Tapial

El tapial es un sistema constructivo de tierra, la técnica implica un encofrado que se desliza, tierra y un pisón para compactarla. Su composición es similar al adobe tiene aditivos como la paja, crin de caballo para estabilizarlo o piedras pequeñas para hacerlo más resistente y a la tierra se le puede añadir áridos para hacerla más maleable y agregarle cal para mejorar sus propiedades hidrófugas y mejorar su resistencia.

Los muros de tapial no necesitan tarrajearse, es suficiente con alisar la superficie cuando esta húmeda la pared.

El tapial igual que el adobe es capaz de acumular calor del sol durante el día y liberarlo durante la noche, permitiendo que la temperatura reduzca su oscilación. Su capacidad térmica igualmente dependerá de la densidad del material y del contenido de humedad que puede tener, puede así mismo la tierra que lo constituye provenir de suelos diferentes generando diferencias.

Su coeficiente de transmisión térmica varía entre 0,625 W/m×K y 0,70 W/m×K, es un material homogéneo y artesanal, por lo tanto los componentes de la materia sólida no tiene una dimensión fija, sin embargo este material se compacta y por lo tanto debe tener menos poros, si puede absorber humedad al igual que el adobe. Su densidad es de 1.600 kg/m³ y su calor específico es de 920 J/kg×K.

4.5. Consumo energético del material en su producción

El desarrollo económico de las sociedades actuales está ligado al consumo energético, a las actividades de los sectores de la industria, servicios y transporte lo que origina un consumo energético notable que trae serios problemas e impactos ambientales, tanto en relación con el agotamiento del recurso como en la emisión de los GEI y sus efectos secundarios. La sociedad Inca al contrario no generaba tal consumo energético ya que la producción de los materiales utilizados no generaban un consumo alto de energía ni de contaminantes considerando primordialmente: el transporte de las materias primas, el proceso de dosificación e insumos de los materiales. Es el caso de la Tapia utilizado en Puruchuco, un material a base de tierra que producían in situ con técnicas ancestrales que hasta del día de

hoy se utilizan y el cual no necesita un proceso de transformación, lo que genera que se le considere como un material mucho más saludable que los materiales utilizados hoy en día como por ejemplo el hormigón, el cual genera muchísimos contaminantes en su producción. Además es importante mencionar el uso de códigos, símbolos y la conexión del material con la cosmovisión Incaica (La Pachamama “Madre Tierra”) que generó un lazo importante en la vida de dicha cultura.

El Palacio fue edificado utilizando únicamente el “material disponible en el lugar”, el que además presentaba excelentes cualidades para la edificación, pues estaba constituido por una mezcla de limo (tierra fina sedimentaria) y arcilla que conformaban sucesivas capas muy compactas y homogéneas, producto de numerosos fenómenos climáticos que antiguamente cubrieron la superficie de dicha localidad.

Finalmente se puede concluir que este sistema utilizado no generaba impactos ambientales importantes, es considerado un material eco amigable y además cumplía con las necesidades físicas, naturales, religiosas, simbólicas y sociales de la sociedad Prehispánica Inca.

5. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL PALACIO DE PURUCHUCO EN FUNCIÓN A LA FORMA, LA ORIENTACIÓN, CONFIGURACIÓN Y AL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN UTILIZADO

5.1. Impacto solar sobre muros, techos y pisos

Los elementos arquitectónicos se han organizado muy compactos, algunos a lo largo de pasajes de circulación muy estrechos y otros próximos a plazuelas pequeñas. La mayoría de las edificaciones están orientadas NE y NO.

Se ha evaluado el asoleamiento en conjunto a lo largo del año, en las etapas de invierno y media estación están asoleadas la mayor parte de edificaciones con orientaciones NE y NO, en la etapa de verano el asoleo es menor principalmente se asolean los techos no así los muros.

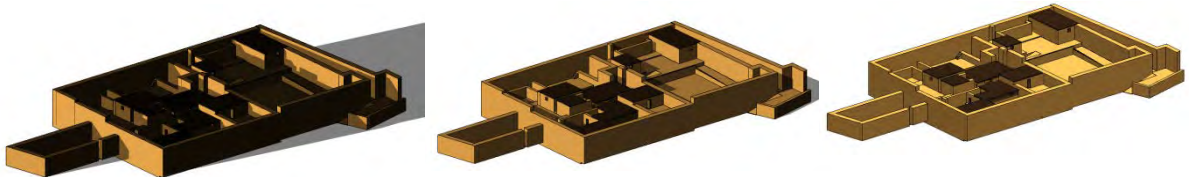


Figura 2. Asoleo a las 7:00, 9:00 y 12:00 horas en el conjunto arquitectónico

A las 7:00 y 17:00 horas el asoleamiento en el piso es muy poco, las sombras son largas, hay un mayor asoleo en los techos, pero con sol inclinado. A partir de las 9:00 h se empiezan a asolear los pisos y los techos de forma más eficiente, el impacto a partir de las 10:00 h hasta las 14:00 h es con un ángulo de 45° o mayor, calentando más las superficies horizontales que las verticales.

Por lo tanto en Puruchuco los techos y los pisos reciben fuerte impacto de sol vertical por lo menos 4 a 5 horas con sol vertical y el resto del día el impacto es menor debido a la inclinación del sol sin embargo la poca altura de las edificaciones generan igualmente sombras pequeñas sobre los pisos. Estas mismas edificaciones al estar distribuidas de forma muy compacta reciben poco impacto de sol sobre las paredes laterales.

5.2 Ingreso solar a las edificaciones

Las aberturas que permiten el ingreso de sol son muy pequeñas, la mayoría de 0,75 m por 0,75 m y carecen de dintel colocándose en la parte alta del muro.

Las aberturas orientadas al NO permiten el ingreso de sol en la tarde en invierno desde las 14:00 hasta las 17:00 horas, las aberturas al NE permiten el ingreso de sol en la mañana

durante el invierno y la media estación, las aberturas orientadas al SE permiten ingreso de sol durante verano en la mañana, sin embargo el área asoleada es muy pequeña no permite por lo tanto un incremento en el calentamiento interno de la edificación a partir de este aporte.

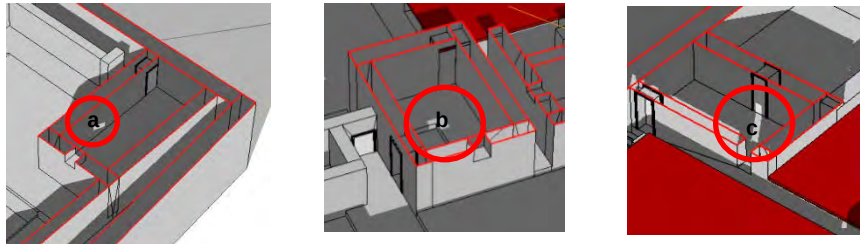


Figura 3. Ingreso solar por las aberturas orientadas de forma diversa.

- a. Chichería, ingreso sol por ventana orientada NO junio de 14:30 h a 17:00 h impacto piso, y pared
- b. Habitación del curaca, ingreso sol por ventana orientada NE junio de 7:30 a 10:15 horas
- c. Habitación interna, ingreso sol por ventana orientada al SE diciembre de 6:45 a 10:15 horas

5.3 Radiación en muros, pisos y techo

La radiación va variando con la orientación, la inclinación, la fecha y la hora de estudio. Se ha considerado dos valores de radiación, la radiación total esto es directa y difusa incidente en la parte externa del muro, techo o piso y la radiación absorbida y transmitida por los muros o techos en las que las características térmicas de los materiales de construcción que conforman las edificaciones son tomadas en cuenta.

• Radiación sobre el techo

Se calcula para el 11 de mayo a las 10:30 h una medición de la radiación utilizando el software Ecotect, la estación es otoño y el día se presentó asoleado. El techo es plano por lo tanto su orientación no tiene importancia, logra un valor de $788,75 \text{ W/m}^2$. Se calculó con Ecotect el resto del año y se encontró los siguientes resultados, promedio de radiación mensual recibida a lo largo del año $3.970,75 \text{ W/m}^2$ y promedio de radiación diaria a lo largo del año $420,72 \text{ W/m}^2$.

• Radiación sobre los muros

En las superficies verticales la radiación variará en función a la orientación de cada una de ellas. Según el cálculo realizado con el Ecotect para el día 11 de mayo a las 10:30 h, se encontraron los siguientes valores: la pared orientada al NE es la que en la época de medición recibe la mayor radiación solar con un valor igual a $446,33 \text{ W/m}^2$, luego la orientación SE con un valor de $184,7 \text{ W/m}^2$ y finalmente las orientaciones NO y SO con un valor de $147,98 \text{ W/m}^2$. Se calculó con Ecotect el resto del año y se encontraron los siguientes resultados, promedio de radiación mensual recibida a lo largo del año, en la pared NE, $1.445,41 \text{ W/m}^2$, pared NO $1.353,34 \text{ W/m}^2$, pared SE $1.334,39 \text{ W/m}^2$ y pared SO $1.337,79 \text{ W/m}^2$ y promedio de radiación diaria a lo largo del año, pared NE $154,46 \text{ W/m}^2$, pared NO $141,75 \text{ W/m}^2$, pared SE $141,39 \text{ W/m}^2$ y pared SO $141,87 \text{ W/m}^2$.

Se calculó la radiación incidente absorbida y transmitida por los muros y techo y la radiación total incidente utilizando el software Ecotect para el día 11 de mayo a las 10:30 h según su orientación.

Los muros orientados al NE reciben una radiación incidente y transmitida de $446,33 \text{ W/m}^2$ y una radiación total de $449,91 \text{ W/m}^2$, los muros orientados al NO reciben una radiación incidente y transmitida de $147,98 \text{ W/m}^2$ y una radiación total de $148,72 \text{ W/m}^2$, los muros orientados al SE reciben una radiación incidente y transmitida de $184,7 \text{ W/m}^2$ y una radiación total de $158,93 \text{ W/m}^2$, los techos reciben una radiación total de $788,75 \text{ W/m}^2$.

5.4 Evaluación del impacto del viento sobre las edificaciones

Debido a la orientación de las edificaciones del Palacio el impacto directo del viento se da en la parte posterior del mismo, el cual está compuesto por un doble muro reduciendo su velocidad hacia los espacios subsiguientes, por lo tanto los espacios abiertos cercanos están protegidos generándose sombra de viento y reduciéndose igualmente su velocidad. En el caso del Patio principal el sector derecho tiene sombra de viento configurándose una zona en calma ideal para los meses invernales, sin embargo también se genera movimiento de vientos en dicho sector ya que existe sol y sombra y por lo tanto succión del aire frío por el aire caliente.

Por la organización del conjunto se van a generar algunos cambios en la dirección y la intensidad de los vientos ocasionando efectos de canal de viento en los estrechos pasajes de circulación del eje central del Palacio. Este efecto ayuda a generar una buena ventilación en el conjunto, en especial en el ambiente aledaño al corredor (la cocina) tanto en verano como en invierno. Existe además efectos de esquina que se generan en las diversas esquinas de los elementos arquitectónicos incrementándose su velocidad y cambiando de dirección desde el patio sagrado y disminuyendo la intensidad del impacto hacia el espacio del dormitorio del inca, el mismo que está protegido por un muro de 1,00 m de ancho y por los efectos de sombra de viento debido a muros altos que rodean el Palacio.

Al interior de las edificaciones las pequeñas aberturas permiten un desplazamiento del viento solo en la parte alta de la edificación y aparentemente sirven principalmente para el movimiento del aire (renovación de aire) además para generar el ingreso de luz (iluminación indirecta) y no para el ingreso directo de sol. Se puede concluir que aparentemente la orientación y organización espacial estuvo pensada también en función a las variables climáticas, en este caso a los vientos.

5.5 Evaluación de la temperatura en función al comportamiento térmico del material utilizado.

Se calcularon los siguientes tipos de temperatura: la temperatura del ambiente interno, la temperatura del ambiente externo aledaño ambos por medición directa y en una fecha y hora específica, la temperatura de la cara interna y externa de los muros y la cara interna de techo y piso también por medición directa y en hora y fecha específica, la temperatura radiante interna a lo largo del día en una fecha específica utilizando el software Ecotect.

5.5.1 Temperatura del ambiente interno y externo aledaño

Se realizan dos mediciones de la temperatura en el palacio de Puruchuco, a las 10:30 am, el día 11 de mayo, la estación es otoño y el día se presentó asoleado y a la misma hora, el día 14, la estación es otoño y el día se presentó sin sol. Se midieron los ambientes: La Chichería, la habitación del curaca y la habitación interna. Se utilizó un termómetro para medir temperatura interna y externa y termómetro láser para medir la temperatura de los muros, piso y techo. Se obtuvo los resultados que figuran en las tablas 1 y 2

Tabla 1. Temperatura del ambiente interior y exterior en fecha y hora específicas

Nombre de ambiente	Fecha de medición	Tipo de día	Orientación de la abertura	Orientación cara más larga	Temperatura externa (°C)	Temperatura interna (°C)
La Chichería	11 mayo	Asoleado	NO	NE	27,2	24,6
	14 mayo	Sin sol	NO	NE	21,7	23,9
Habitación Curaca	11 mayo	Asoleado	NE	NO	27,2	
	14 mayo	Sin sol	NE	NO	20,7	22,7
Habitación Interna	11 mayo	Asoleado	SE	NO	35,1	29,1
	14 mayo	Sin sol	SE	NO	21,2	22,4

En día soleado la temperatura interna es menor que la externa, el material (tapia) y el espesor del mismo reducen la transmisión del calor al interior. En día sin sol la temperatura interna tiene un valor mayor que la temperatura externa, el material tapia no permite la salida de calor y además conserva el calor del día anterior.

Tabla 2. Temperatura de los muros cara interna y cara externa según orientación, temperatura interna del techo y del piso. Fecha de medición 11 y 14 de mayo, 10:30 h y 10:40 h. Ambientes estudiados chichería, habitación del curaca, habitación interna.

Fecha	Estado	Temperatura Paredes (°C)								Temp techo plano	Temp piso interno
14 May	Nublado	Nor Oeste		Nor Este		Interior		Sur Oeste		Temp Int.	Temp Int.
		Temp Int.	Tem. Ext.	Temp Int.	Tem. Ext.	Temp. Int.	Temp Ext.	Temp Int.	Temp Ext.		
		21,4	19,6	21,3	20,2	20,7	20,4	20,97	20,3		
Fecha	Estado	Temperatura Paredes (°C)								Temp. techo plano	Temp. piso interno
11 May	Con sol	Nor Oeste		Nor Este		Interior		Sur Oeste		Temp Int.	Temp Int.
		Temp Int.	Tem Ext	Temp Int.	Tem. Ext	Temp Int.	Temp Ext	Temp Int.	Tem. Ext		
		25,2	31,8	23,6	40,4	22,9	31,1	24,4	44,8		

5.5.2 Cálculo de la temperatura radiante interna con muro de tapia

Se calculó la temperatura radiante interna utilizando el software Ecotect. Se indicó las características térmicas de los materiales para los muros, techo y piso

El muro de tapia presenta las siguientes características térmicas: coeficiente global de transmisión térmica $0,73 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$, admitancia $4,86 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$, transmitancia térmica $2,16 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ y retardo térmico 8,95 h. Su densidad es de 1900 kg/m^3 y su calor específico es de $920 \text{ J/kg} \times \text{K}$.

El techo de barro en su conjunto presenta las siguientes características térmicas: coeficiente global de transmisión térmica $1,31 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$, admitancia $1,38 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$, absorción solar 0.6

El piso de tierra presenta las siguientes características térmicas: coeficiente global de transmisión térmica $3,90 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$, admitancia $4,57 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$. Su densidad es de 1460 kg/m^3 y su calor específico es de $880 \text{ J/kg} \times \text{K}$.

• Temperatura radiante interna en la etapa fría

Se considera un ser humano con 1 clo^1 de aislamiento térmico por la ropa, la humedad interna es de 80%, la velocidad del aire interna $0,50 \text{ m/s}$, se consideraron a los ocupantes con una actividad sedentaria con un valor de 70 W , $1,00$ cambios por hora, una ganancia sensible de 5 y latente de 2.

Para el cálculo, se tomó en cuenta la etapa de menor temperatura en promedio. Se ha calculado la temperatura radiante interna considerando los materiales descritos anteriormente.

La temperatura exterior es estable la diferencia entre el valor mayor y el menor es de $2,2^\circ\text{C}$. La temperatura radiante interior es más estable, la diferencia es de $0,6^\circ\text{C}$.

La temperatura exterior tiene su valor menor a las 6:00 h con $14,8^\circ\text{C}$, su valor mayor se presenta a las 13:00 h con un valor igual a 17°C .

La temperatura radiante interior tiene su menor valor a las 4:00 con $18,4^\circ\text{C}$ y su valor mayor a las 13:00 h con 19°C .

¹ clo es una unidad de medida empleada para el índice de indumento, que procede del inglés *cloth*, vestimenta. La unidad equivale a un aislamiento térmico de: $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \times \text{K/W}$

La temperatura radiante interna está dentro del confort durante todo el día, la temperatura externa está ligeramente debajo del confort.

La tapia es eficiente conservando el calor que consigue en los momentos de mayor temperatura exterior.

- **Temperatura radiante interna en etapa calurosa**

Se considera un ser humano con 0,60 clo de aislamiento térmico, la humedad interna es de 60%, la velocidad del aire interna 1,0 m/s, se consideraron a los ocupantes con una actividad sedentaria con un valor de 70 W, 2,00 cambios por hora, una ganancia sensible de 5 y latente de 2.

Para el cálculo se tomó en cuenta, la etapa más calurosa en promedio. Se ha calculado la temperatura radiante interna considerando los materiales descritos anteriormente.

La temperatura exterior es menos estable la diferencia entre el valor mayor y el menor es de 6,6°C. La temperatura radiante interior es más estable, la diferencia es de 0,9°C.

La temperatura exterior tiene su valor menor a las 6:00 h con 22,4°C, su valor mayor se presenta a las 13:00 h con un valor igual a 29°C.

La temperatura radiante interior tiene su menor valor a las 4:00 h con 26,8°C y su valor mayor a las 13:00 h con 27,7°C.

La temperatura radiante interna está dentro del confort durante todo el día, la temperatura externa está dentro del confort excepto desde las 10:00 hasta las 15:00 h.

La tapia es eficiente conservando el calor que consigue en los momentos de mayor temperatura exterior y reduce el paso del calor en los momentos de mayor temperatura exterior.

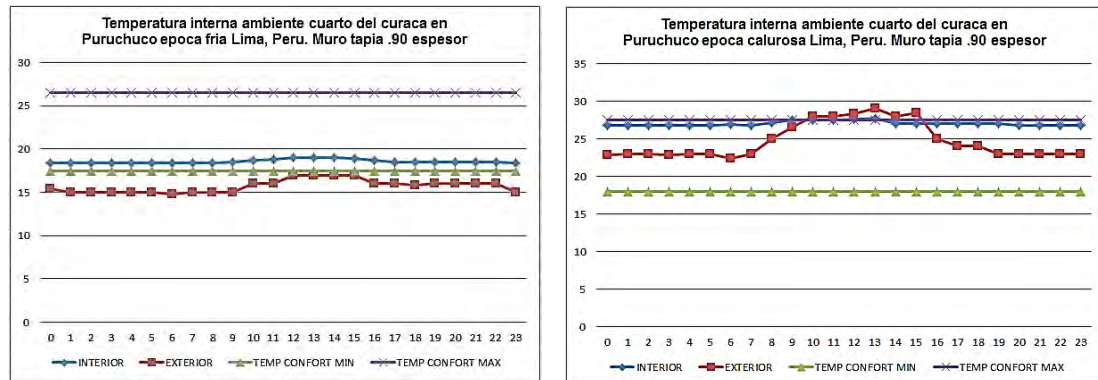


Figura 4. Cálculo de temperatura radiante interna en el Palacio de Puruchuco ambiente chichería en la etapa más fría y más calurosa.

5.6. Ganancia y pérdida de calor según los componentes considerados

Se hace una evaluación del balance térmico de la habitación del Curaca en función al material utilizado. Calcular la ganancia (verano) y pérdida (invierno) de calor de la vivienda según las condiciones de localización, materiales y aberturas asignadas.

- **Condiciones de cálculo**

Ubicación: 450 msnm. Se consideran las siguientes temperaturas: en verano temperatura máxima exterior 28,7°C, temperatura de diseño 20,2°C y en invierno temperatura mínima exterior 18,6°C y temperatura de diseño 13,8°C.

Borde perimetral: Sin aislamiento

Factor de infiltración: Normal (Perú poco hermético)

Habitado por: 2 personas

Ventilación en verano: $> 1,800 \text{ m.s.n.m.} = 2 \text{ C.A.} / \text{H}$
 $< 1,800 \text{ m.s.n.m.} = 4 \text{ C.A.} / \text{H}$

Muro tiene los siguientes materiales: muro de adobe de 0,60 m, recubrimiento exterior de tierra 0,025 m, recubrimiento interior de tierra 0,025 m, haciendo un espesor total de 0,70 m

El techo contara con una estructura de viguetas de caña brava de 4" x 4" espaciadas cada 0,40 m, tiene una capa de caña brava de $\frac{3}{4}$ a 1" de espesor y una capa de torta de barro de 0,05 m.

• Materiales a usar y sus valores

Tabla 3. Materiales, áreas y valores de resistencia total (R_{total}) y coeficiente global de transmisión térmica (U)

Propiedades	Muro de tapial	Techo de caña y barro	Puertas	Ventana
$R_{\text{total}} (\text{m}^2 \times \text{K/W})$	1,78	8,87	0,45	0,16
$U (\text{W/m}^2 \times \text{K})$	0,56	0,11	2,21	6,20
Área (m^2)	72,17	34,14	2,21	0,61

• Cálculo de la ganancia y pérdida de calor

Se calculó la ganancia y pérdida de calor y se obtuvo los siguientes resultados:

La ganancia en verano total fue de 524,89 W/h (notablemente baja)

La pérdida en invierno total fue de 779,74 W/h

La vivienda del curaca está dentro de los límites de confort ($\pm 500 \text{ W/h}$) teniendo sólo una pérdida 254,65 W/h

6. CONCLUSIONES

- En Puruchuco a lo largo del año, se estabiliza el comportamiento de la temperatura interna, teniendo en cuenta que en la zona externa la temperatura tiene cierto grado de inestabilidad, gana temperatura en las horas del mediodía y la tarde y las conserva cuando la temperatura baja durante la madrugada, por lo que se deduce que la tapia es eficiente para evitar la pérdida de calor.
- A lo largo del año la ganancia de calor durante el día no es considerable, en especial a las horas en la que la radiación sobre superficie horizontal o levemente inclinada es muy alta, por lo que se deduce que la tapia no es muy eficiente para permitir el ingreso de calor cuando la temperatura exterior es más alta lo que genera confort al interior de los ambientes.
- En la época del verano la temperatura radiante interna está dentro del confort durante todo el día, la temperatura externa está dentro del confort excepto desde las 10:00 hasta las 15:00 horas.
- En la época de invierno la temperatura radiante interna está dentro del confort durante todo el día, la temperatura externa está ligeramente debajo del confort.
- La forma ortogonal que tiene el complejo y la organización que tiene con edificaciones muy cercanas, genera una arquitectura compacta que no permite un mayor impacto de sol en diversos muros y pisos disminuyendo el calentamiento de las superficies y por ende reduciendo la temperatura en verano y generando confort, sin embargo sus techos si se asolean a lo largo del día durante todo el año pero el material del que están

constituidos no permite un calentamiento de los espacios internos (conformados por caña y tierra, es decir un tipo de quincha utilizado en esa época).

- Se puede concluir que aparentemente Puruchuco estaba pensado en función también a los vientos para generar canales de viento y diversos efectos como venturi o de esquina en los ambientes en lo que se necesitaba acelerarlos pero también sombras de viento o utilización de barreras de viento para aminorarlos, es decir había un control de los mismos a fin de generar confort.
- Al tener en los ambientes abiertos sol y sombra gracias a su orientación, organización espacial, altura y ancho de muros se genera movimiento de viento lo que es ideal para refrescar los ambientes en especial en las épocas de verano.
- Al analizar el sistema Constructivo de Puruchuco se pudo afirmar que el Sistema Utilizado no generaba impactos ambientales importantes (GEI) ya que el consumo de energía era casi nulo en su elaboración, lo que se considera hoy en día como un material Eco amigable.
- Al realizar los cálculos de ganancia y pérdida en las edificaciones de Puruchuco se encontró que estaba en confort con 254.65 w/h, siendo más eficiente en verano que en invierno en el que hay una ligera pérdida de calor pero siempre dentro de los límites de confort (± 500 W/h) para dicho cálculo.
- Se puede concluir además que la arquitectura de Puruchuco se relacionaba con las variables climáticas del lugar, con las necesidades físicas, culturales, religiosas y sociales de la sociedad Prehispánica Inca.
- Se puede concluir que el Palacio de Puruchuco es un buen ejemplo de como la arquitectura ancestral Prehispánica es un ejemplo a seguir hasta el día de hoy.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burger, R.; Morris, C.; Matos Mendieta, R. (Eds.) (1997) Variations in the expression of Inka power. Disponible en <http://khipukamayuk.fas.harvard.edu/referenceDocs/UrtonBrezineInka.pdf>. Acceso en 01/03/2016

Jiménez Borja, A. (1988). Puruchuco. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/bda/docs/PE-OC-0015.pdf>. Acceso en 1/03/2016

Municipalidad de Lima (2013). Taller de arte y arqueología en la Huaca Puruchuco. Disponible en http://www.limacultura.pe/sites/default/files/publicaciones/guia_para_docentes_huaca_puruchuco_0.pdf Acceso en 1/03/2016.

Wakehan Dasso R. (1976). Puruchuco Investigación arquitectónica. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

AUTORAS

María Angélica Guevara Lactayo, Arquitecta. Universidad Nacional de Ingeniería, Maestría en Ciencias especialidad Arquitectura en Universidad Nacional de Ingeniería, Docente del Área de Acondicionamiento Ambiental en la Facultad de Arquitectura, Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú. Expositora en TerraBrasil 2008, 2012 y 2014, SIACOT 2009 y 2015, Ekotectura 2014 y 2016, Directora del Proyecto.

Bellice Ego-Aguirre Bazán, Arquitecta Universidad Ricardo Palma. Maestría en Arquitectura Bioecológica y Tecnologías Aplicadas para el Ambiente, Universidad de los Estudios de Florencia-Italia. Docente Facultad de Arquitectura- Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú de los cursos Taller 9, y Acondicionamiento Ambiental II. Expositora en Ekotectura 2016 y conferencista en varios eventos nacionales e internacionales.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA HUELLA HÍDRICA ENTRE LA TÉCNICA DE TIERRA VERTIDA COMPACTADA (TVC) Y BLOCKS DE CEMENTO

Mayra Marcela Rendón Olvera¹; Armando Vicente Flores Salazar²; Gerardo Fajardo San Miguel³

Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza Nuevo León, México.

¹mayrarendon@yahoo.com; ²floresalazar@yahoo.com

³ Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza Nuevo León, México.
gerardo.fajardosn@uanl.edu.mx

Palabras clave: suministro de agua, vivienda sostenible, conservación del semidesierto.

Resumen

Dentro del marco del cuidado y conservación de los recursos naturales, esta investigación pretende mostrar resultados sobre el diseño de un block de tierra en la técnica de “Tierra Vertida Compactada”; el propósito es ofrecer soluciones orientadas a reducir el uso indiscriminado de los recursos naturales tales como el agua y la piedra caliza extraída de las reservas de los cerros en los municipio de García y Santa Catarina, en el estado de Nuevo León, México. El estudio se centra en dos variables principales, la tierra como material de construcción de bajo impacto energético y análisis de la huella hídrica entre el block de TVC y el de cemento portland gris por ser este el más utilizado en la región. El objetivo es medir la cantidad de agua que se requiere para la elaboración del block de tierra sin que este pierda su resistencia mínima y compararlo con la cantidad de agua en el block de cemento tomando en cuenta las mismas proporciones de ambos sistemas. Con este estudio se pretende demostrar que el suministro de agua en esta técnica es significativamente menor en comparación con el block de cemento. El interés en el estudio de la arquitectura vernácula en la tipología de tierra vertida compactada es debido al creciente deterioro ambiental generado por la industria de la construcción basada en el cemento portland ya que ésta necesita de insumos que requieren de la utilización de recursos naturales no renovables posicionándolo como material de alto impacto energético y con alto índice de huella hídrica. La investigación busca vincular a sociedad civil y sector privado para generar un cambio en los sistemas constructivos orientados a unificar la ecología con las prácticas productivas a través de procesos sustentables de producción, distribución y cadena de suministros, que contribuyan a mejorar la calidad de vida en las regiones desérticas del país.

1. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso indispensable para todos los seres vivos del planeta, pues de ella depende la supervivencia, por lo que éste recurso, al ser limitado, debe recolectarse y distribuirse cuidadosamente, ya que es básico para el desarrollo económico y comercial ya que al intercambiar productos y servicios, también se intercambian grandes cantidades de agua (AgroDer, 2012).

En México, el crecimiento económico no ha tomado en cuenta seriamente las señales de escasez del agua pues los modelos de desarrollo urbano han concentrado la población y la actividad económica en zonas de alta escasez hídrica, como lo es el caso de la región del semidesierto de García, ocasionando mayor presión sobre las reservas de agua al punto que el volumen de este recurso demandado es mayor que el suministrado (Sainz, Becerra, 2007).

Dentro de este contexto, la industria de la construcción, además de que ha comenzado a enfrentarse al calentamiento global, todavía tiene que asumir su responsabilidad respecto al ahorro de recursos hídricos y tomar en cuenta que la escasez del agua en el mundo es un problema más urgente que el abastecimiento de energía, ya que ésta tiene un impacto directo sobre la salud y la producción de alimentos (Edwards, 2008).

Por tal razón, esta investigación se centra en conocer la cantidad de agua con la que es posible edificar un bloque de tierra para la elaboración de muros de TVC para obtener la huella hídrica por metro cúbico de material y posteriormente llevar a cabo una comparación del consumo de agua que se requiere para elaborar un metro cúbico de concreto basado en cemento Portland gris, por ser este el material que más es utilizado en esta región.

Esta técnica pudiera ser más eficiente en términos de recursos hídricos en comparación con otros sistemas de construcción por su lógica constructiva en donde la cantidad de agua suministrada en la mezcla de tierra y estabilizantes, solo humedece la tierra (a diferencia de otras técnicas de tierra como lo es el caso del adobe o el bahareque y el mismo block de cemento portland), por tal razón la técnica de TVC pudiera ser una opción sustentable dentro del marco de la conservación del agua en las regiones desérticas del país.

1.1 Huella hídrica

El agua que existe en el planeta está conformada por agua salada en un 97,5% y agua dulce en un 2,5%, pero casi toda esta congelada en los polos y en los glaciares; del agua dulce, 69,7% es congelada, 30% es subterránea y en los ríos y lagos hay sólo 0,3% (Montemayor et al, 2015).

Aunado a esto, el agua que aunque es un recurso renovable, ha comenzado a escasear en el planeta debido al calentamiento global y el crecimiento exponencial de la población mundial, lo que genera conflictos por el recurso. Ante este panorama, se han buscado estrategias para medir la cantidad de recursos naturales que son consumidos por la población humana entre estos, el agua.

Para conocer la cantidad de agua consumida, se creó el concepto de “huella hídrica” (HH); que es un indicador para medir la cantidad de agua que se requiere en todas las actividades ya sean domésticas o para producir bienes y servicios, procesos industriales y generación de energía (AgroDer, 2012).

Tiene relación estrecha con la huella de carbono puesto que en el ámbito del agua se ubica como un importante antecedente; es parte de la “familias de huellas ecológicas” que sirven para conocer la presión humana sobre el planeta; son indicadores que tienen como objetivo medir el impacto generado por el crecimiento de la población y las actividades humanas, ya sea en la biósfera, la atmósfera o la hidrósfera (Vaham, Hoekstra, Bidoglio, 2013).

Para un producto, la HH es el contenido total de agua azul, verde y gris involucrada en toda la cadena de procesos de elaboración del mismo, y considera únicamente el agua dulce y se conforma de cuatro componentes básicos:

- Volumen
- Color/clasificación del agua
- Lugar de origen del agua
- Momento de extracción del agua

La HH considera la fuente de donde proviene el agua y, en función de ello, la clasifica en tres tipos o colores: azul, verde y gris. Los costos de oportunidad, el manejo y los impactos para cada uno difieren significativamente para cada color.

- Agua azul: Es el agua dulce de lagos, ríos y subterráneas. La huella hídrica azul se refiere al consumo de agua superficial y subterránea que no regresa al ciclo y sitio de donde se obtuvo.
- Agua verde: Es el agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad. La huella hídrica verde se concentra en el uso de agua de lluvia, específicamente en el flujo de la evapotranspiración del suelo que se utiliza en agricultura y producción forestal
- Agua gris: Es toda el agua contaminada por un proceso. La huella hídrica gris es la cantidad de agua dulce necesaria para asimilar la carga de contaminantes

La suma del agua verde, el agua azul y el agua gris que requiere un producto o servicio dentro de todo el proceso de elaboración será su huella hídrica (AgroDer, 2012). Dentro del concepto de HH también existe el concepto de “agua virtual”, y se refiere al agua que es utilizada a lo largo de la cadena de procesos durante el ciclo de producción de un producto hasta su etapa final, por ejemplo, para producir un 250 g de algodón se necesitan 2000 litro de agua virtual, esto se refiere a toda el agua utilizada dentro de la cadena de proceso para producir el producto y también se considera que el agua virtual viaja cuando éstos se exportan o importan (AgroDer, 2012).

Dentro de este marco del cuidado de los recursos hídricos, conlleva en principio a verificar la cantidad de agua que se necesita para elaborar un block de concreto en su cadena de procesos para establecer una comparación con el agua requerida para elaborar un block en la técnica de TVC.

1.2 Análisis comparativo de la huella hídrica del concreto y la técnica de TVC

Actualmente las empresas que se dedican a esta industria han empezado a prestarle mayor atención a la importancia que los recursos hídricos debido a las señales de escases del agua, sin embargo, los esfuerzos para evaluar la huella hídrica se han llevado a cabo recientemente y las metodologías empleadas son escasas.

Razón por la cual, hay una notoria carencia de estudios de huella hídrica relacionados con el sector cementero; por otro lado no existen aún políticas y medidas que promuevan la gestión eficaz del agua utilizada dentro de la industria de la construcción, y existe muy poca información sobre la cantidad de agua utilizada para la elaboración del cemento.

Sin embargo en algunos estudios se ha concluido que solamente para la producción de 1m^3 de concreto se consumen entre $2,1\text{ m}^3$ y $2,8\text{ m}^3$ de agua, seguido por el consumo de agua indirecto debido al consumo de energía (electricidad, diésel, carbón) y la cadena de suministro (Echeverri, 2014).

Desde este argumento se debe de añadir la cantidad de agua utilizada en el proceso de la cadena de producción para elaborar el block de cemento, sin embargo dado que no existen datos duros que midan la cantidad de agua, se elaboró un esquema parcial de la HH del block de concreto que se muestra en la tabla 1, para tener un marco de comparativo con la cadena de producción de la técnica de TVC que se muestra en la tabla 2.

Tabla 1. Fases de la huella hídrica para producir un block de concreto basado en cemento

Mezclado para producción de cemento	Utilización de agua azul	Residuos de agua gris
Mezclado para producir concreto para mampostería	Utilización de agua azul	Residuos de agua gris
Lavado y curado de block de concreto	Utilización de agua azul	Residuos de agua gris
Mezclado para la elaboración de mortero	Utilización de agua azul	Sin residuos

A diferencia de la técnica de TVC, el procedimiento constructivo al ser en sitio, el agua utilizada se puede suministrar de forma controlada lo que permite intervenir y medir las dosificaciones de ésta.

La lógica constructiva de este sistema de tierra se basa en humedecer la mezcla de tierra, estabilizantes y agregados sin que esta resulte en estado plástico, dicha composición física se logra con las dosificaciones adecuadas de agua (Minke, 2000).

Tabla 2. Fases de la huella hídrica para producir un block de TVC

Mezclado para producción de block	Utilización de agua azul	Sin residuos

Por tal razón dentro del marco del cuidado del agua, la técnica de TVC pudiera ser una solución para una mejor gestión y reducción en el consumo del agua en la construcción, ya que esta técnica al no ser industrial y por su método constructiva, el suministro de agua puede ser gestionado favorablemente en comparación con los materiales industrializados.

2. DISEÑO DEL EXPERIMENTO CUANTITATIVO

Para esta investigación la variable dependiente es la resistencia y la variable independiente es la dosificación de agua; al tomar el agua como la variable independiente, se estableció el porcentaje mínimo de dosificación de agua buscando que el bloque de tierra no pierda resistencia.

Esto con la finalidad de medir la dosificación de agua requerida para controlar el suministro de agua y posteriormente realizar una comparación de huella hídrica con el block de concreto.

La investigación es de corte experimental con un enfoque exploratorio ya que no existen antecedentes que midan la cantidad de agua suministrada para la elaboración de mampostería de los materiales constructivos por lo que se busca hacer una comparación del suministro de agua entre el block de concreto y el material que se propone.

Por otro lado, no existen normativas para ensayar mampostería a base de tierra en la tipología que se propone, por tal razón para llevar a cabo el experimento cuantitativo se utilizó como referencia la norma mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2005 de la industria de la construcción.

La intención es partir de un marco referencial para llevar a cabo pruebas de ensayos con distintos porcentajes de agregados y estabilizantes que permitan elaborar una mampostería de tierra para posteriormente aplicar la resistencia como marca la norma NMX C-036-ONNCCE-2005; como se ha mencionado, se busca definir los porcentajes óptimos de cada componente y fijar la resistencia mínima a la compresión en el bloque de tierra con el fin de llevar a cabo un análisis comparativo de la diferencia de la cantidad de agua que se requiere para ambas técnicas.

2.1 Proporción inicial

Se seleccionó una proporción de los materiales a utilizar en base a criterios experimentales tomando en cuenta la textura de la mezcla al comprimirla con la mano para observar si la tierra se mantenía cohesionada que es la prueba de ensayo que se utiliza empíricamente para esta técnica, como se muestra en la figura 1.



Figura1. Tierra humedecida para TVC

Partiendo de ese primer ensayo se seleccionó la mezcla de referencia o mezcla inicial partiendo de las proporciones en volumen que se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Proporciones en porcentaje de volumen de los materiales

Cal	12,5%
Tierra	62,5%
Arena	12,5%
Agua	12,5%

Con la mezcla de referencia se elaboró un bloque de tierra con 25 cm de largo x 20 cm de ancho x 5 cm de altura como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Mampostería de TVC

2.2 Caracterización física

Lo procedimiento que se realizó para la obtención de la densidad de cada uno de estos materiales está establecido en la norma mexicana NMX-C-165-ONNCCE-2014 para la determinación de la densidad relativa y absorción de agua de los agregados.

Como primera fase se procedió a realizar una caracterización física de las materias primas a utilizar en los bloques de tierra. Para ello se utilizó una muestra de tierra obtenida de los bancos del río Pesquería, ubicado dentro del municipio de García, a la que se le hicieron pruebas de granulometría y en las cuales se concluyen que pertenece a un tipo de suelo arcilloso.

Seguido, se determinó la masa específica relativa de los componentes que se proponen para conformar la mezcla del bloque de tierra que son: cal marca Calidra, tierra arcillosa de García, arena cribada #4 (apertura de malla de 4,76 mm) y agua. Una vez obtenidas las densidades de cada material se procedió a elaborar cuatro mezclas con distintos porcentajes de agregados basados en porcentajes del ensayo previo del bloque de TVC que corresponde a la tabla 4.

Para poder sacar las proporciones de cada material que conforma el bloque de tierra se realizó una serie de ecuaciones basados en la medida del bloque inicial de 25 cm x 20 cm x 5 cm con un volumen de 2500 cm³ y para conformar este bloque de tierra se utilizó un recipiente con un volumen de 492,3 ml. Con estos datos se puede determinar la cantidad de agua que se utiliza en este sistema constructivo de tierra por metro cúbico (tabla 4).

Tabla 4. Composición de materiales de block de tierra

Material	Proporción (%)	Densidad (g/cm ³)	Volumen (cm ³)	Masa (g)
Cal	12,5	2,66	984,6	2510,73
Tierra	62,5	2,55	4923,0	13095,18
Arena	12,5	2,70	984,6	2658,42
Agua	12,5	1,00	984,6	984,60

En base a las proporciones de dosificación de componentes del ensayo preliminar (tabla 5), se elaboraron una serie de 3 especímenes prismáticos de 5 cm³, por cada mezcla con distintos porcentajes de material, sobre los cuales se realizan los ensayos de resistencia a la compresión.

Tabla 5. Porcentaje en volumen de materiales de cada espécimen (%)

Material	Espécimen			
	1	2	3	4
Cal	10,78	14,34	13,63	13,59
Tierra	69,38	64,48	59,00	58
Arena	11,41	15,18	13,63	13,59
Agua	8,45	5,62	13,63	11,12

Una vez obtenidos los especímenes se procedió a ensayarlos y se concluyó que el espécimen 3 fue el que presentó el comportamiento más óptimo a la prueba de compresión, y fue el que presentó mayor relación con las proporciones del bloque de tierra que se realizó previamente, por lo que seguido, se procedió a cortar el bloque de tierra para tomar muestras de éste, del cual se obtuvieron 2 especímenes para ensayar como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Especímenes prismáticos de tierra

2.3 Características mecánicas

Las características mecánicas del material son representadas por los ensayos descritos a continuación. El ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión se realizó de acuerdo a la norma NMX-C-036 (2004).

Dado que no existen normas para realizar ensayos de resistencia a la compresión en mampostería de tierra, esta norma se tomó solo como marco referencial para obtener datos cuantitativos con el fin de conocer el desempeño ya que el estudio de la investigación es medir las dosificaciones de agua que la mampostería, hacer mejoras y/o realizar nuevas propuestas.

Los resultados para el primer ensayo arrojaron que el punto máximo de carga por centímetro cúbico es de 492 kgf, para el segundo ensayo los resultados arrojaron que el punto máximo de carga es de 466 kgf, esto establece una media de 479 kgf por centímetro cúbico, de los cuales se distribuyen entre los 25 cm que mide el bloque de tierra dando como resultado un esfuerzo de 19,16 kgf/cm o 1,9 MPa.



Figura 4. Ensayo de resistencia a la compresión

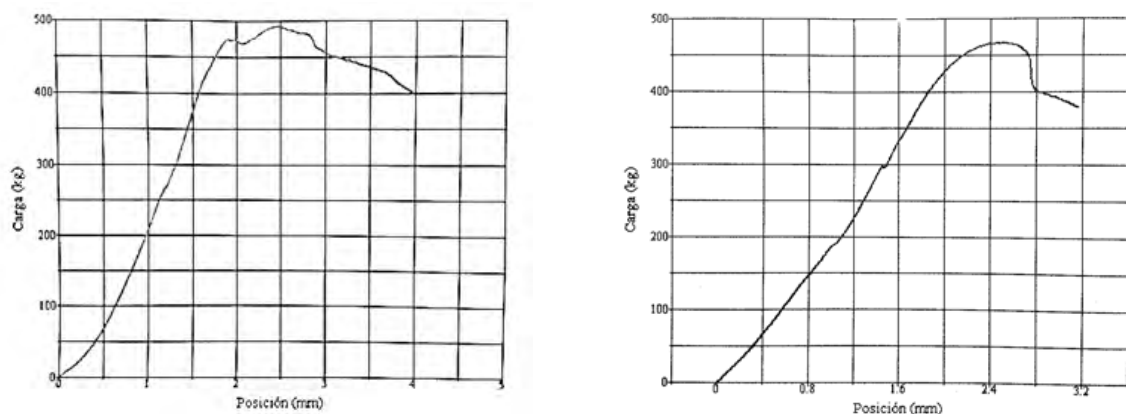


Figura 4. Gráficas de ensayos de resistencia a la compresión

3. CONCLUSIONES

El estudio concluye que, para elaborar 2500 cm^3 de TVC, que corresponde al volumen del bloque con el que se llevó a cabo el experimento, se necesitan 984,5 ml de agua, de manera que se puede establecer que se necesitan 393,8 L de agua por cada metro cúbico de mezcla para TVC.

Por otro lado, como se mencionó con anterioridad, para la producción de 1 m^3 de concreto se consumen entre $2,1 \text{ m}^3$ y $2,8 \text{ m}^3$ de agua, es decir entre 2100 y 2800 litros de agua, mientras que en la técnica de TVC se utiliza solo entre el 18,75% y 14,06% respectivamente.

Cabe señalar que, en este análisis comparativo, no se contabilizó la cantidad de agua de todo el proceso de la producción del cemento, solo aquella que es utilizada para producir un metro cúbico de concreto como ya se ha mencionado.

Desde este contexto, se puede establecer que la huella hídrica de TVC es menor si se contabilizaran todas las fases en donde se utiliza el agua para producir el block de cemento además durante el proceso de edificación de muros.

Con respecto del ensayo de resistencia, las recomendaciones para favorecer la resistencia de la mampostería es agregar fibras naturales o puzolanas amorfas, esto con el fin de mejorar su desempeño para las pruebas de compresión.

Sin embargo, no hay evidencia aún sobre si se debe de aumentar el suministro de agua para mejorar el desempeño del bloque de tierra en esta prueba, por lo que se puede establecer que la huella hídrica de TVC es mucho menor que la del block de cemento portland gris.

Es evidencia que existe una problemática ambiental que es consecuencia de la actividad industrial y que resulta en las malas prácticas de consumo de bienes y servicios; parte de la responsabilidad deriva de la actividad industrial del concreto.

Esta actividad no solo afecta al entorno natural y al aumento de la temperatura global, sino que incide directamente en la degradación de la calidad de la salud humana por la contaminación del aire donde además existe una tendencia exponencial en la pérdida de biodiversidad en las regiones donde se extrae la materia prima para la producción del cemento.

Así mismo la industria del cemento no ha tomado medidas estratégicas para reducir el uso del agua, pues a lo largo de la investigación se detectó que existe muy poca información contundente que establezca de forma cuantitativa el consumo de este recurso en la actividad de la producción de cemento.

Por tal razón, es importante el desarrollo de propuestas estratégicas que mitiguen y desplacen la utilización de los materiales de alto impacto ambiental, (como el caso del cemento), y que estas estrategias de diseño estén orientados a fomentar la conservación de los recursos naturales y habitabilidad en las construcciones de las viviendas del desierto.

Por otro lado, dado que el recurso hídrico es básico para la supervivencia de todos los seres vivos del planeta, es imprescindible orientar esfuerzos desde todos los niveles, actividades productivas y comerciales para salvaguardar el recurso vital.

La tipología de TVC, por su lógica constructiva, ayuda no solo a la conservación del agua en las zonas desérticas, como es el caso de García, sino que también al utilizar materiales de bajo impacto energético como lo es la tierra. Además, conserva el entorno natural y reduce los GEI, pues al ser elaborada en sitio, esta técnica no industrializada no genera emisiones durante la edificación de los muros.

Con esta propuesta se espera generar un cambio de raíz dentro de los sistemas de construcción, procurando que en su transformación se utilicen procesos que tengan un bajo impacto ambiental y a fin de asegurar que en el término de su ciclo de vida este material pueda ser reutilizado o regresado a la tierra de forma segura tomando en cuenta el cuidado y conservación del agua y demás patrimonio natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgroDer (2012). Huella hídrica en México en el contexto de Norteamérica. México.: WWF. Conagua (2012). Hinfografía huella hidrica. Disponible en: <http://www.huellahidrica.org/Reports/AgroDer,%202012.%20Huella%20h%C3%ADdrica%20en%20M%C3%A9xico.pdf>
- Echeverri, X. (2014). Estimación de la huella hídrica en la extracción de caliza a cielo abierto y propuesta de una política de integración sostenible del recurso hídrico – caso planta Rioclaro, Argos. Medellín, Colombia.
- Edwards, B. (2008). Guía básica de la sostenibilidad. Barcelona: Gustavo Gili.
- Minke, G. (2000). Earth construction handbook. Southampton: Witt press.
- Montemayor, J.; Ugalde, P.; Del Castillo, M.; Cruz, F. (2015). Energéticos y la supervivencia de la humanidad. México D.f.: Mexicanos Unidos.
- ONNCCE (2004). Norma Mexicana NMX-C-036-ONNCCE-2004. Industria de la construcción - Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones e adoquines – Resistencia a la compresión – Método de Prueba. México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C.
- ONNCCE (2014). Norma Mexicana NMX-C-165-ONNCCE-2014. Industria de la construcción – Agregados – Determinación de la densidad relativa y absorción de agua del agregado fino – método de ensayo. México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C..
- ONNCCE (2012). Norma Mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2005. Industria de la construcción – Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural – Especificaciones y métodos de ensayo. México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación, S.C..

Sainz, J.; Becerra, M. (2007). Los conflictos por el agua en México: avances de investigación. Instituto Nacional de Ecología. Disponible en: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetas/389/conf_agua.htm, Accesado en 18/4/2015

Vaham, D.; Hoekstra, A. Y.; Bidoglio, G. (2013). Potencial water saving through changes in European diets. *Environment International*, 61, 45-56. Disponible en: http://waterfootprint.org/media/downloads/Vanham-et-al-2013_1_1.pdf Accesado en 3/7/2016.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del Técnico en Materiales Gumaro Tovar Arguello y el Ingeniero Mauro Villarreal del laboratorio de Investigación de Materiales de Construcción del Instituto de Ingeniería Civil de la UANL y al Sr. Joan Carlos Cristerna Moreno y Jonathan Antonio Balleza Galicia del laboratorio de concreto de la Facultad de Arquitectura de la UANL.

AUTORES

Mayra Marcela Rendón Olvera, estudiante de Maestría en Ciencias con Orientación en Diseño por la facultad de arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Maestría en Diseño Sustentable por la Academia de Diseño de Eindhoven en los Países Bajos, y Licenciatura en Diseño Industrial por la Universidad de Monterrey.

Armando Vicente Flores Salazar, Doctor en Arquitectura por la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestro en Diseño Arquitectónico en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León; Arquitecto por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Gerardo Fajardo San Miguel Doctor en Ingeniería Civil con especialidad en Durabilidad de Estructuras de Concreto en la Université Paul Sabatier, Toulouse, Francia. Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Mecánica por el Instituto Tecnológico de Veracruz. Ingeniero Mecánico por el Instituto Tecnológico del Mar en Campeche.



LA ARQUITECTURA DE TIERRA Y SU RESTAURACIÓN EN LA COMARCA DE LA MANCHA DEL JÚCAR (ALBACETE, ESPAÑA)

Lidia García-Soriano¹; Camilla Mileto²; Fernando Vegas³, Laura Villacampa Crespo⁴

Universitat Politècnica de València, España,

¹ligarso@arq.upv.es; ²cam2@cpa.upv.es; ³fvegas@cpa.upv.es; ⁴l.villacampa.crespo@gmail.com

Palabras clave: arquitectura de tierra, intervención, sostenibilidad, restauración

Resumen

La arquitectura de tierra está muy presente en la arquitectura tradicional de gran parte del territorio español. En este trabajo se ha centrado el área de actuación en la comarca de La Mancha del Júcar de la provincia de Albacete. En esta zona, la construcción tradicional con tierra ha sido dominante hasta principios del siglo XX, cuando empezaron a introducirse nuevos materiales, y este tipo de construcciones empezaron a entrar en un proceso de progresiva desaparición. El objetivo principal de este trabajo ha sido realizar una catalogación sistemática de los edificios de tierra que se conservan en esta zona, con la voluntad de recoger y realizar un análisis posterior sobre las diversas técnicas constructivas de tierra empleadas en estas construcciones, así como las intervenciones de restauración y mantenimiento que se han ido realizando en las mismas con el paso del tiempo, para poder extraer conclusiones globales del análisis cruzado de los casos. La metodología de investigación se ha desarrollado en tres fases: una primera fase de recopilación de información; la segunda fase ha consistido en el análisis pormenorizado y cruzado de los datos recogidos; y posteriormente, a partir de este análisis, la tercera fase ha sido la extracción de una serie de conclusiones globales sobre los diferentes aspectos analizados en la base de datos (técnicas constructivas, intervenciones...). Los resultados que se presentan en este texto ofrecen una visión global de la caracterización de la arquitectura de tierra en esta comarca albaceteña. El trabajo realizado pone de manifiesto la idoneidad de la metodología de análisis desarrollada y pretende ser un punto de partida para continuar posteriormente el trabajo de análisis y catalogación en otras comarcas e incluso en otras provincias españolas donde la arquitectura de tierra está también muy presente.

1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación se enmarca dentro de un proyecto más amplio, con el título "SOSTierra. La restauración y rehabilitación de arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica. Líneas guía y herramientas para una intervención sostenible", en el que se pretende investigar las posibilidades de una restauración y rehabilitación compatible, respetuosa y sostenible de la arquitectura tradicional no monumental construida en tierra presente en el territorio peninsular español, evitando soluciones ajenas y estandarizadas y privilegiando las opciones que respeten la diversidad técnica y cultural y sus lecciones de sostenibilidad para el futuro. El valor de la arquitectura de tierra como parte de la cultura de los materiales de construcción en la península es innegable tanto por su origen como por el grado de conservación de estas estructuras y su perfecta adaptación con el medio ambiente (AA.VV., 2011).

No obstante a este planteamiento general, el trabajo presentado en esta comunicación es una investigación más acotada y localizada en un área geográfica concreta, trabajando en la zona de la Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha llamada La Mancha del Júcar, perteneciente a la provincia de Albacete.

1.1 Marco de la investigación

Esta investigación se ha centrado geográficamente en la comarca de La Mancha del Júcar del noroeste de la provincia de Albacete (Castilla La Mancha, España). Esta área es una

mancomunidad manchega en la que pueden observarse distintas realidades geográficas: mientras que las zonas del oeste y el centro podrían encuadrarse en el más puro llano manchego; el este, particularmente los municipios de Fuensanta, Montalvos, Villalgordo del Júcar y Tarazona de la Mancha, están en el valle del río Júcar, cercanos ya a la comarca vecina de La Manchuela. Esta mancomunidad está formada por nueve municipios y algunas aldeas que son los núcleos de población que han formado parte de esta investigación y en los que se ha realizado la selección de casos de estudio (Figura 1).

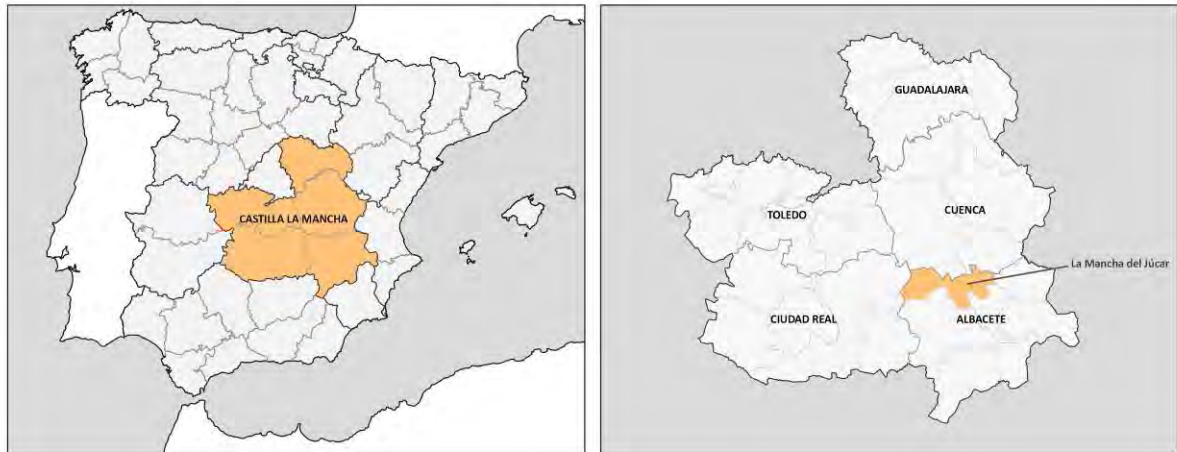


Figura 1. Planos de situación geográfica de la comunidad de Castilla La Mancha en general y de la comarca de La Mancha del Júcar en la provincia de Albacete en particular.

1.2 Objetivos

Los objetivos generales que se han pretendido alcanzar con el desarrollo de esta investigación han sido fundamentalmente:

1. Contribuir al conocimiento de la arquitectura tradicional de tierra en la comarca de La Mancha del Júcar en la provincia de Albacete (España) como arquitectura válida para el mundo contemporáneo, con valores culturales, técnicos, bioclimáticos, medioambientales.
2. Fomentar la conservación y restauración compatible y sostenible del patrimonio de arquitectura tradicional construido en tierra en La Mancha del Júcar. Para ello se analizan las restauraciones llevadas a cabo en esta arquitectura para aprender de ellas, de sus puntos fuertes y débiles, analizando los resultados obtenidos con estas intervenciones y las patologías presentes en los casos de estudio, tanto las previas a la intervención como las producidas en cierta medida por esta.
3. Contribuir a la valorización de los materiales y técnicas tradicionales y a su empleo en la restauración del patrimonio tradicional. La arquitectura tradicional construida en tierra emplea los materiales locales a través de la técnica más adecuada a las condiciones medioambientales y la confección a menudo artesanal de la mano de obra local.

2 METODOLOGÍA

El uso de técnicas constructivas básicas de tierra, y de las técnicas tradicionales en general, se ha ido desarrollando por experiencia propia, siempre usando la materia prima más próxima y abundante, y aprovechando las condiciones geográficas de la mejor forma posible (Noguerón, Giménez, Barrelles, 2011). Con esta investigación se ha tratado de estudiar la situación actual y las intervenciones de restauración y rehabilitación de la arquitectura tradicional de tierra, realizadas hasta el momento en esta zona para evaluar las soluciones propuestas.

La metodología empleada para el análisis y evaluación de las intervenciones realizadas ha sido multidisciplinar. Se ha iniciado con una exhaustiva recopilación de información sobre

diversos casos de estudio de edificios construidos con técnicas de tierra que han sufrido intervenciones para posteriormente analizarlas conjuntamente. Para el trabajo de recopilación de información se ha elaborado una base de datos donde se han recogido cada uno de los casos seleccionados en formato ficha. Esta metodología de catalogación ha permitido analizar posteriormente las intervenciones realizadas, tanto de forma individual como global, con un análisis cruzado entre ellas. Partiendo de este conocimiento de las experiencias realizadas será posible proponer soluciones y líneas guía de actuación en este patrimonio.

Para realizar la investigación se han visitado los nueve pueblos de la comarca y tres pequeñas pedanías, seleccionando en cada uno de ellos algunos casos de estudio que han pasado a formar parte de la base de datos (Figura 2). La selección de casos se ha realizado escogiendo aquellos edificios que además de estar intervenidos, fuesen accesibles aunque parcialmente. En esta base de datos se ha tratado de realizar una recopilación de toda la información relacionada con los materiales y técnicas constructivas empleadas en la arquitectura de tierra en la comarca, además de su inserción en el paisaje, sus mecanismos de adaptación a las características bioclimáticas del lugar y su restauración-rehabilitación.

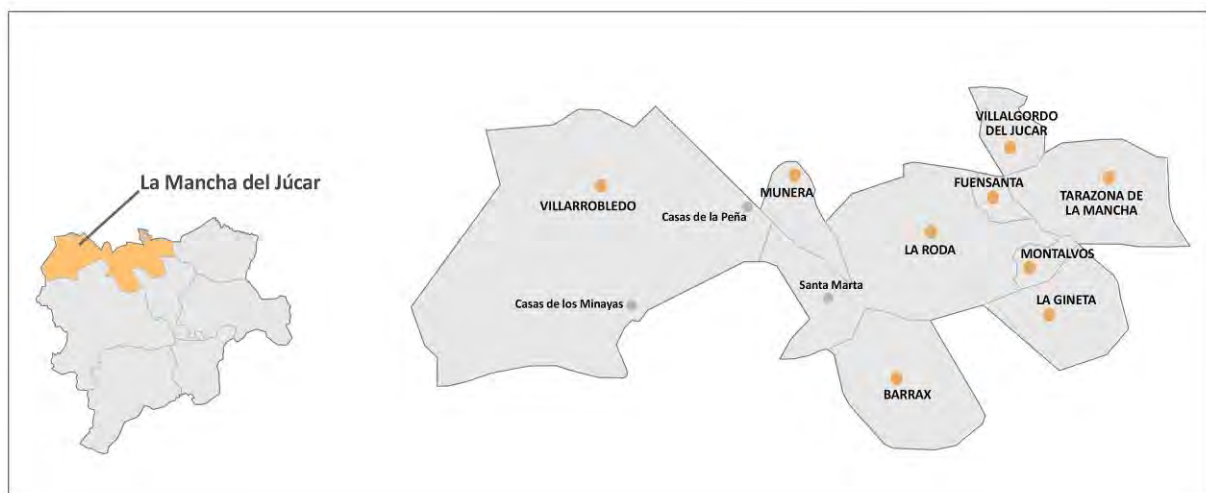


Figura 2. Mapa geográfico de la comarca de La Mancha del Júcar con la distribución geográfica de las nueve poblaciones que la componen.

2.1 Estructura de la ficha de catalogación de casos de estudio

La ficha de catalogación de casos de estudio se ha estructurado en diferentes bloques:

- un primer bloque de datos generales del edificio (en el que se registran datos como la localización del edificio, uso, propiedad, y si existen intervenciones en el mismo);
- un segundo bloque sobre el entorno en el que se encuentra el edificio (para poder analizar su adaptación al mismo);
- el tercer bloque se destina a analizar las técnicas constructivas y variantes que se emplean en la construcción del edificio (fábrica de tapia o adobe, entramado, cubierta con tierra, revestimiento, etc.);
- en el cuarto bloque se realiza la evaluación de las patologías actuales en el edificio (provocadas o no por las intervenciones realizadas) y las causas que han generado la intervención (funcional, estructural, eficiencia energética, estanqueidad...);
- el quinto bloque constituye el cuerpo central de la ficha, y en él se analiza el tipo de intervención (sustitución, reparación, integración, forrado...) y la técnica constructiva usada en el edificio según la zona intervenida (cimentación, muro, forjado, cubierta, revestimiento, escalera, bóveda...);

- finalmente en el sexto y último bloque se recoge la documentación fotográfica del edificio (a ser posible antes y después de la intervención) (Figura 3).

Esta metodología de catalogación es común para todos los trabajos de investigación que se están realizando en el marco del proyecto. De esta manera, la realización de todos los trabajos con una metodología única permitirá posteriormente realizar un análisis global de las intervenciones realizadas en el patrimonio vernáculo de tierra a nivel de todo el territorio peninsular y así podrán obtenerse conclusiones globales respecto a la realidad de este patrimonio y su conservación.

SOSTierra
RESTAURACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LA ARQUITECTURA
TRADICIONAL DE TIERRA EN LA PENÍNSULA IBÉRICA



AUTOR DE LA FICHA: Lidia García Soriano		Nº FICHA:
DATOS GENERALES DEL EDIFICIO		
Nombre	399 10'0,75" N 2'01'35"O	
Coordenadas	Calle Nueva, Fuensanta	
Localización	m.s.n.m.	
Uso	En uso continuado ☐ Uso temporal ☒ Sin uso ☐	
Tipo de uso	Residencial ☐ Productivo ☐ Definir ☐ Otro ☒ Definir ☐ Almacén ☐	
Tipo de propiedad	Público ☐ Privado ☒	
Tipología edificatoria	Entre medianeras ☐ En esquina ☒ Aislada ☐	
Número de plantas	1	
Observaciones		

INTERVENCIÓN	SI ☒ NO ☐
 	
Plano situación	
Vista General	

ENTORNO	
Entorno inmediato	Calle ☒ Plaza ☐ Aislado ☐ Otro ☐ Definir ☐
Estado entorno inm.	Mantenido ☐ Restaurado ☐ Transformado ☐ Degradado ☒
Entorno paisajístico	Rural ☒ Tipo Montaña ☐ Valle seco ☒ Valle fluvial ☐
	Urbano o núcleo de población ☐ Tipo Llanura ☐ Costa ☐ Núcleo histórico ☐ Zona ampliación ☐
Presencia de turismo	SI ☐ NO ☒

 	
Imagen entorno 1	
Imagen entorno 2	

TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS Y VARIANTES	
Tipo de técnica	Variantes
Tapia ☒	Simple ☐ De yeso ☐ Con juntas de cal ☐ Real ☐ Calicotrada ☐ Con verdagadas ☐ Real con mampuestos ☐ Carada con ladrillo ☐ Con machones ☐ Mampostería encofrada ☐ Careada con piedra ☐ Con las esquinas reforzadas ☐ Trabada con madera ☐ Con juntas de yeso ☐ Mixtas ☐ Hormigón de cal ☐ Con brenchas de yeso ☒
Adobe ☐	Simple ☐ Con cañizos en las juntas ☐ Reforzado con piedra ☐ Con protección de madera ☐ Reforzado con ladrillos ☐ Reforzado con madera ☐ Como refuerzo ☐
Enramados ☐	Con adobe horizontal ☐ Con tierra entre pantallas de madera ☐ Con tejas de protección ☐ Con adobe en espina de pez ☐ Con rellenos monolíticos ☐ Con losas de piedra de protección ☐ Con encastados o cañizo ☐
Revestimientos ☐	Tierra ☐ Tierra con cal ☐ Con elementos decorativos ☐ Tierra con fibras ☐ Tierra con malla intermedia ☐
Otros ☐	
Observaciones	El muro original del edificio es de tapia con brenchas de yeso.

 	
Imagen técnica 1	
Imagen técnica 2	

PATOLOGÍAS ACTUALES / RESULTADOS	
Cimentación ☐	Muros ☒ Revestimientos ☒ Forjado ☐ Cubiertas ☐
Observaciones	

DATOS DE LA INTERVENCIÓN		
Tipo de intervención	Mantenimiento ☐ Rehabilitación parcial ☐ Demolición ☐ Reparación ☒ Rehabilitación integral ☐ Restauración ☐ Ampliación ☐	
Reflexión previa	Intervención planificada ☐ Intervención espontánea ☐	
Observaciones		

TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN		
CIMENTACIÓN	Intervenido ☐ No intervenido ☒ No visible ☐	
Tipo de intervención	Consolidación ☐ Reconstrucción ☐ Sustitución ☐ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otros ☐	
Técnica existente	Mampostería ☐ Sillares/sillarejos ☐ Mampostería encofrada ☐ Ladrillo ☐ Sustituido ☐ No apreciable ☐	
Téc. de intervención	Similar a la existente ☐ Diferente a la existente ☐	
Material empleado	Tradicional similar al existente ☐ Tradicional diferente al existente ☐ Industrial ☐	
Observaciones		

MUROS		
Tipo de intervención	Intervenido ☒ No intervenido ☐ No visible ☐	
Técnica existente	Consolidación ☐ Reconstrucción ☐ Sustitución ☒ Reintegración ☒ Demolición ☐ Otros ☐	
Téc. de intervención	Mampostería ☐ Sillares/sillarejos ☐ Mampostería encofrada ☐ Adobe ☐ Piedras lascas ☐ Ladrillo cerámico ☐ Entramado de madera ☐ Sustituido ☐ No apreciable ☐	
Material empleado	Similar a la existente ☐ Diferente a la existente ☒	
Observaciones	Tradicional similar al existente ☐ Tradicional diferente al existente ☐ Industrial ☒	

ZÓCALO		
Tipo de intervención	Intervenido ☐ No intervenido ☒ No visible ☐	
Técnica existente	Consolidación ☐ Reconstrucción ☐ Sustitución ☒ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otros ☐	
Téc. de intervención	Mampostería ☐ Sillares/sillarejos ☐ Mampostería encofrada ☐ Ladrillo ☐ Yeso ☐ Cal ☐ Tierra ☐ No existente ☐ Sustituido ☐ No apreciable ☐	
Material empleado	Similar a la existente ☐ Diferente a la existente ☐	
Observaciones	Tradicional similar al existente ☐ Tradicional diferente al existente ☐ Industrial ☐	

REVESTIMIENTO		
Tipo de intervención	Intervenido ☒ No intervenido ☐ No visible ☐	
Técnica existente	Consolidación ☐ Reconstrucción ☒ Sustitución ☐ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otros ☐	
Téc. de intervención	Yeso ☐ Cal ☒ Tierra ☐ No existente ☐ Sustituido ☐ No apreciable ☐	
Material empleado	Similar a la existente ☐ Diferente a la existente ☐	
Observaciones	Tradicional similar al existente ☐ Tradicional diferente al existente ☐ Industrial ☒	

VANOS		
Tipo de intervención	Intervenido ☒ No intervenido ☐ No visible ☐	
Técnica existente	Consolidación ☐ Reconstrucción ☐ Sustitución ☒ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otros ☐	
Téc. de intervención	Dintel de rolizos ☐ Dintel de madera escuadrada ☐ Dintel de piedra ☐ Arco de piedra ☐ Sustituido ☒ No apreciable ☐	
Material empleado	Similar a la existente ☐ Diferente a la existente ☒	
Observaciones	Tradicional similar al existente ☐ Tradicional diferente al existente ☐ Industrial ☒	

FORJADO		
Tipo de intervención	Intervenido ☐ No intervenido ☐ No visible ☒	
Técnica existente	Consolidación ☐ Reconstrucción ☐ Sustitución ☐ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otros ☐	
Téc. de intervención	Viguetas de madera con tablas ☐ Viguetas de madera con revoltones ☐ Viguetas de madera rollizos ☐ Otros ☐ Sustituido ☐ No apreciable ☐	
Material empleado	Similar a la existente ☐ Diferente a la existente ☐	
Observaciones	Tradicional similar al existente ☐ Tradicional diferente al existente ☐ Industrial ☐	

CUBIERTA		
Tipo de intervención	Intervenido ☐ No intervenido ☐ No visible ☒	
Técnica existente	Consolidación ☐ Reconstrucción ☐ Sustitución ☐ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otros ☐	
Téc. de intervención	Viguetas de madera con tablas ☐ Viguetas de madera con cañizo ☐ Viguetas de madera con losas de piedra ☐ Otros ☐ Sustituido ☐ No apreciable ☐	
Material empleado	Similar a la existente ☐ Diferente a la existente ☐	
Observaciones	Tradicional similar al existente ☐ Tradicional diferente al existente ☐ Industrial ☐	

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA		
Fachada ☐	Vanos ☐	Forjado ☐ Cubierta ☐
Observaciones		

Figura 3. Imagen de la ficha empleada en la catalogación de casos de estudio

3 PRINCIPALES AVANCES DE LA INVESTIGACIÓN

Con el desarrollo de esta investigación se han recogido datos de 83 construcciones de tierra en la comarca, de las cuales se han redactado más de medio centenar de fichas, que han pasado a formar parte de la base de datos. Tras la recopilación de información con la elaboración de las fichas es posible realizar un análisis global de las mismas y extraer algunas conclusiones preliminares.

3.1 Técnicas constructivas en tierra

Tras el análisis de los casos de estudio es posible afirmar que la técnica constructiva en tierra que está presente en la comarca, casi exclusivamente, es la técnica de la tapia. En algunas zonas de la provincia, hasta mediados del siglo XX la mayor parte de las obras se ejecutaban con esta técnica (Temes, Barrios, 1933). Algunos autores han documentado que las últimas construcciones con tapia en la zona se realizaron hace unos 50 o 60 años, aunque se han encontrado casos muy singulares y aislados más recientes (Castilla Pascual, 2010).

Las variantes constructivas más frecuentes en la zona son las que incorporan refuerzos, como la tapia calicostrada, la tapia con juntas reforzadas y la tapia con brencas. Generalmente, en cualquiera de estas variantes constructivas se incorporan también los refuerzos en las esquinas y otros puntos singulares como en las jambas de huecos de puertas y ventanas. Una variante específica de esta zona, que no es frecuente encontrar en otras áreas, es una tapia en la que las juntas verticales se refuerzan con una especie de cuñas de mortero que se repiten en cada tongada de la tapia. Se trata de una técnica que puede entenderse como a medio camino entre la tapia calicostrada y la tapia con brencas. En este caso la técnica realizada es como la de la tapia calicostrada pero en lugar de generar una costra en la superficie exterior del muro, ejecutándola contra las tablas del encofrado, lo que se realiza es una especie de costra lateral (con la particular forma de cuñas o de cremallera) ya que ésta se realiza contra las fronteras del encofrado, encontrándose en la junta las costras de dos cajones contiguos (Figura 4).



Figura 4. Imágenes de diversas variantes de tapia frecuentes en la comarca. Iz: tapia reforzada en las juntas y en las esquinas en Tarazona de la Mancha. Der: tapia reforzada con forma de cuñas en las juntas verticales en Barrax

Los módulos o cajones de tapia generalmente tienen una métrica bastante similar que gira en torno a los 145 cm de ancho y aproximadamente 80 cm de alto. El empleo del adobe no es frecuente en la comarca como técnica constructiva de muros, y normalmente se emplea únicamente para realizar pequeñas actuaciones como son el cegado de huecos o reparaciones en la coronación de muros, etc.

3.2 Intervenciones realizadas

Las intervenciones de reparación y rehabilitación de estas estructuras de tierra (viviendas,

almacenes, construcciones auxiliares de trabajo...) se han analizado según la zona del muro sobre la que se actúa (cimentación, muro, zócalo, revestimiento, vanos, forjado y cubierta), por lo que las conclusiones preliminares obtenidas van a exponerse siguiendo este mismo esquema de forma que sea fácil analizarlas separadamente para luego poder entender las dinámicas de actuación generales que se están generando en la zona, que de manera general, tratan de solucionar problemas específicos con mayor o menor fortuna.

Intervenciones en la cimentación. En los casos analizados no se han detectado grandes actuaciones en la cimentación de los muros de tapia. Únicamente en algunos casos puntuales se realizan consolidaciones o recalces en las zonas bajas de los muros, generalmente con morteros de cemento, provocando toda una serie de patologías asociadas por la incompatibilidad material producida por el cemento en el muro de tierra.

Intervenciones en los propios muros. Las intervenciones más frecuentes en los muros son de diversos tipos según las patologías o problemas a los que intentan dar respuesta. En el caso de las coronaciones generalmente se dan dos tipos de soluciones: las actuaciones que intentan consolidar la coronación siguiendo el perfil del muro (esta solución normalmente se encuentra en muros exentos de cierre de propiedades que no están protegidos por una cubierta y generalmente se propone el mortero de cemento como material para realizar esta consolidación); la otra solución se propone cuando el objetivo es construir sobre la coronación del muro de tapia una planta más (en este caso la nueva planta generalmente se construye con ladrillo apoyando directamente sobre las tapias, aunque también se han encontrado casos puntuales en los que los ladrillos se adaptan al perfil de la coronación de la tapia sin buscar asentar sobre un plano perfectamente horizontal) (Figura 5). Otras patologías en los muros que requieren de intervenciones distintas son las producidas por causas estructurales, generalmente grietas en los muros fruto de asientos diferenciales o de cargas puntuales demasiado grandes, que normalmente se localizan en los puntos más débiles: de cambio de material, de espesor o en la proximidad de esquinas y refuerzos (Aymat Escalada, 2000). Las intervenciones más frecuentes para solucionar estas patologías son el relleno de las grietas con morteros, generalmente de cemento. En algún caso de estudio concreto se propone el cosido de grietas con morteros de cemento y elementos metálicos en algunos casos a modo de conectores de cosido de los dos paños de muro separados por la grieta (Figura 6). En estas intervenciones, como ya se ha comentado antes, es importante tener en cuenta la incompatibilidad material que puede generarse entre el muro y el nuevo mortero aportado, ya que puede ser fuente de futuras patologías (García Soriano, 2015).

Intervenciones en los zócalos. Los zócalos y basamentos de los muros de tapia de estas construcciones en algunos casos son de mampostería, pero en muchos otros casos no existen y el muro de tapia apoya directamente en el terreno. El problema fundamental en esta parte del muro es la ascensión de agua por capilaridad que afecta produciendo una pérdida de material progresiva, ya sea la tierra en el caso de muros de tapia sin basamento o la pérdida del mortero de las juntas en el basamento de mampostería. En ambos casos, las reparaciones propuestas suelen realizarse con morteros de cemento, afectando progresivamente al muro ya que producen eflorescencias de sales al entrar en contacto el agua capilar con las sales propias del mortero de cemento.

Intervenciones en los revestimientos. Los revestimientos son los elementos arquitectónicos vernáculos que quizá es más difícil mantener y que suelen desaparecer muy frecuentemente. Una buena práctica sería reconstruirlos con elementos similares a los originales (cal) que son compatibles con la tierra del soporte, no obstante la tendencia en estas reparaciones en enlucidos es rehacerlos con morteros de materiales contemporáneos como el cemento o los morteros monocapas que son muy impermeables e impiden la transpirabilidad del muro, produciendo importantes patologías en el mismo.

Intervenciones en vanos. Las intervenciones en vanos son quizá también de las más frecuentes en estas construcciones ya que éstas sufren en muchos casos cambios de usos que producen una serie de modificaciones en las aperturas de los muros (cegar huecos, apertura de una puerta más grande en las construcciones de trabajo o almacenes para que

sean accesibles a otro tipo de vehículos y maquinarias, modificación de huecos con arcos por nuevos dinteles generalmente con vigas prefabricadas, modificación de aperturas en viviendas, etc...). Estas intervenciones en los vanos se realizan también generalmente con morteros de cemento, con la misma lógica que se realizan las reparaciones de lagunas en los muros, y provocando evidentemente los mismos problemas.

Intervenciones en cubiertas. Las intervenciones en cubiertas intentan generalmente proponer soluciones a la falta de estanquidad de las mismas pero en muchas ocasiones se han realizado intervenciones poco afortunadas que a pesar de conseguir la estanqueidad de la cubierta de forma rápida y fácilmente ejecutable, son desaconsejables puesto que afectan a la materialidad del muro y no contribuyen a su conservación material. Es el caso del empleo de materiales proyectados anti-goteras en las cubiertas, que en muchos casos afectan tanto a la materialidad de la propia cubierta (ya que las tejas dejan de ser recuperables) como a la materialidad del muro en la zona de la coronación (Figura 6). En otras ocasiones en las que la cubierta se elimina y se vuelve a ejecutar las actuaciones son generalmente de dos tipos: o se vuelve a construir la cubierta con materiales contemporáneos pero con acabado de tejas o incluso en algunos casos la cubierta se construye con chapas metálicas onduladas. En este segundo caso la imagen exterior del edificio y su carácter se ven afectados profundamente por lo que deberían de ser evitadas este tipo de soluciones en la medida de lo posible.



Figura 5. Imágenes de intervenciones comunes en coronaciones de muros de tapia. Iz: Muro de tapia en Fuensanta. Der: Muro de tapia en Minaya.



Figura 6. Imágenes de intervenciones comunes en coronaciones de muros de tapia. Iz: Muro de tapia en Fuensanta. Der: Muro de tapia en Minaya.

4 CONSIDERACIONES FINALES

Con esta investigación se ha tratado de analizar las intervenciones realizadas en la arquitectura vernácula de tierra en la comarca de La Mancha del Júcar, para evaluar si estas actuaciones son o no acertadas y así poder posteriormente proponer soluciones y herramientas aplicables y reales para la recuperación de esta arquitectura de forma eficaz para la vida del mundo contemporáneo teniendo en cuenta las necesidades de habitabilidad y de eficiencia estructural y energética, pero de manera compatible con sus valor patrimonial, constructivo, medioambiental, sociocultural, etc.

El procedimiento de evaluación de casos de estudio basado en parámetros empleado en la muestra hasta la fecha ha contribuido a asentar una metodología de análisis lo más homogénea y objetiva posible. Este trabajo seguirá ampliándose, recogiendo información de otras comarcas de la provincia de Albacete, y por tanto, esta metodología se tendrá que aplicar a la totalidad de los casos que se vayan identificando durante el desarrollo del proyecto, pudiendo sufrir alguna variación y adaptación para incluir nuevos temas de análisis, además de la posibilidad de aumentar su carácter objetivo. Sin embargo, los resultados de esta primera fase de estudio permiten ya identificar claramente las dinámicas de rehabilitación y mantenimiento que se están produciendo actualmente en este tipo de arquitecturas tradicionales de tierra.

Por una parte, es posible concluir que la mayor parte de las intervenciones analizadas son actuaciones esporádicas y espontáneas, sin una planificación o reflexión previa, por lo que generalmente se trata de pequeñas intervenciones puntuales que se realizan de una manera rápida, lo más barata posible, sin reflexionar conscientemente sobre algunos valores importantes que deberían tenerse en consideración como la compatibilidad material, el respeto a la arquitectura existente, la conservación material, la conservación del carácter constructivo propio de la arquitectura vernácula... En la mayoría de las ocasiones, estas intervenciones buscan respuesta en los nuevos materiales contemporáneos, confiando en que estos materiales (generalmente con el empleo del cemento) son la solución a numerosos y variados problemas. Sin embargo, es necesario destacar que el empleo de estos materiales produce importantes patologías en los muros de tierra con el paso del tiempo (humedades, eflorescencias de sales,..) generalmente producidas por incompatibilidades materiales que desencadenan toda una serie de procesos patológicos asociados y que pueden llegar a afectar seriamente a estas construcciones, por lo que las propuestas de actuación deberían analizar estos aspectos y proponer actuaciones más compatibles, con el empleo de otros materiales, más similares a los originales.

En cuanto a las intervenciones de adaptación a los estándares actuales, la gran mayoría de las actuaciones analizadas no se centran directamente en los muros de tapia, sino en otros elementos que de forma indirecta afectan a los muros, como son las cubiertas y los vanos. Las actuaciones más repetidas son la sustitución de las cubiertas, generalmente para la incorporación de nuevas capas aislantes y de impermeabilización, que mejoren el acondicionamiento interior en épocas calurosas y reduzcan las pérdidas caloríficas en épocas frías. No obstante, estas actuaciones de acondicionamiento en las cubiertas pueden realizarse con materiales compatibles y con la recuperación de los elementos originales en buen estado, lo que contribuiría a la conservación del carácter general del edificio. Otra intervención frecuente es la sustitución de carpinterías en ventanas para mejorar el aislamiento de las mismas. En este caso, generalmente se propone la incorporación de nuevas ventanas con doble cristal pero que suelen ser de materiales también contemporáneos, como el aluminio o el PVC y que generalmente desvirtúan la imagen constructiva del edificio, puesto que se trata de elementos completamente distintos a la construcción original. Por tanto, en estos casos de adaptación energética de los edificios, son también los materiales contemporáneos los protagonistas en las actuaciones, sin embargo, es necesario contemplar la capacidad de los materiales tradicionales para dar respuesta a este tipo de necesidades, con la ventaja añadida de que son materiales mucho más compatibles, que se integran mejor en el carácter constructivo de esta arquitectura vernácula.

Así pues, esta investigación, aunque muy acotada geográficamente., además de contribuir al conocimiento de las intervenciones que se están llevando a cabo en la comarca de La Mancha del Júcar y sus dinámicas, plantea de forma general la necesidad de un aprendizaje global a partir de las experiencias realizadas para conocer las respuestas de las diversas actuaciones y así poder proponer unas posibles líneas guías de actuación en la rehabilitación y adaptación a los estándares actuales de esta arquitectura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AA.VV. (2011). *Terra europae: Earthen architecture in the European Union*. Pisa: ETS.

Aymat Escalada, C. (2000). Patología y rehabilitación de cajones de tapial. *Cercha*, 52. MUSAAT-PREMAAT Agrupación de interés económico y consejo general de colegios de aparejadores y arquitectos técnicos de España. p. 75-79.

Castilla Pascual, F.J. (2010). La técnica del tapial en la construcción tradicional de la provincia de Albacete. *Zahorra, Revista de Tradiciones Populares*, nº 45, Servicio de Educación, Cultura, Juventud y Deportes.

García Soriano, L. (2015). La restauración de la arquitectura de tapia de 1980 a la actualidad a través de los fondos del Ministerio de Cultura y del Ministerio de Fomento del Gobierno de España. Criterios, técnicas y resultados. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, Universitat Politècnica de València – ETSA/UPV. Valencia, España.

Noguerón Cerdán, D.; Giménez Ibáñez, R.; Barrelles Vicente, E. (2011). Arquitectura tradicional de La Manchuela. *Zahorra. Revista de Tradiciones Populares*, nº 53. Servicio de Educación, Cultura, Juventud y Deportes.

Temes, V.; Barrios, R. (1933): La construcción del tapial en la provincia de Albacete. *Arquitectura* nº175. COAM. (Reproducido posteriormente en *Almud* nº5, 1982)

NOTA

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación “La restauración y rehabilitación de arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica. Líneas guía y herramientas para una intervención sostenible” (Ref.: BIA2014-55924-R; investigadores principales: Camilla Mileto y Fernando Vegas López-Manzanares).

AUTORES

Lidia García Soriano, doctora arquitecta (2015), master en conservación del patrimonio arquitectónico (2013) y arquitecta (2010) por la UPV. Actualmente es investigadora en el Instituto de Restauración del Patrimonio de la UPV. Desarrolla su actividad profesional en torno al patrimonio y la arquitectura histórica y su actividad investigadora en torno a la arquitectura de tierra y a los criterios y las técnicas de restauración, con varias publicaciones relativas a estos temas.

Camilla Mileto, arquitecta por IUAV (1998), máster CPA (2002) y doctora por la UPV (2004). Es profesora del Depto. de Composición Arquitectónica de la ETSA de la UPV donde imparte docencia sobre restauración arquitectónica, arquitectura histórica y tradicional, técnicas constructivas tradicionales. Desde 2009 es Subdirectora del Instituto de Restauración del Patrimonio Arquitectónico de la UPV. Su labor de investigación se centra en la restauración de la arquitectura histórica monumental y no monumental y en el conocimiento de las técnicas constructivas tradicionales. Nombrada en comités internacionales.

Fernando Vegas López-Manzanares, arquitecto (1990), doctor (2000) y profesor de la ETS Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia. Su trayectoria científica se ha concentrado en el estudio, restauración y puesta en valor del patrimonio tanto monumental como vernáculo en su diversa manifestación material (tierra, yeso, madera, etc.), técnica, cultural e histórica. La experiencia práctica en estudios, proyectos y obras de restauración de grandes y pequeños monumentos, entre los cuales algunos lugares emblemáticos de la Alhambra, así como otros ejemplos.

Laura Villacampa Crespo, arquitecta por la Universitat Politècnica de València, realizando los estudios de septiembre de 2006 a abril de 2013. Master en Conservación del Patrimonio Arquitectónico en la Universidad Politécnica de Valencia (septiembre de 2013 a febrero del 2015). Arquitecta en el estudio Brooks/Murray Architects en Londres de marzo a diciembre de 2015. Actualmente, estudiante de doctorado (FPI) en el Instituto de Restauración del Patrimonio de la UPV, desde enero de 2016.



ORÍGENES Y DESARROLLO DE LA TRADICIÓN CONSTRUCTIVA DE TAPIA EN LA REGIÓN DE TEPEYAHUALCO, MÉXICO

María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes¹; Luis Fernando Guerrero Baca²

¹Facultad de Arquitectura - Universidad Nacional Autónoma de México, México, angvizcarra@gmail.com

² Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México, México, luisfg1960@yahoo.es

Palabras clave: tierra compactada, tradición constructiva, tapia, cal

Resumen

El presente texto analiza un sistema constructivo para la realización de muros que es característico de la región de Tepeyahualco, Puebla, en el centro de la República Mexicana. La ponencia presenta el contexto geográfico y los antecedentes históricos de la técnica así como la información proveniente del levantamiento arquitectónico de estructuras y la explicación dada por artesanos locales. Esos datos posteriormente han sido verificados en trabajos de laboratorio en la Universidad Nacional Autónoma de México tanto para su valoración patrimonial como para su posible implementación en viviendas sostenibles que puedan satisfacer las crecientes demandas de vivienda que enfrenta el país.

1 INTRODUCCIÓN

La arquitectura de tapia en México ha sido muy poco documentada. La tradición constructiva que seguramente tuvo su origen en la época virreinal se distribuyó sólo en la región del Camino Real que iba del Puerto de Veracruz a la Ciudad de México. A pesar de su valor patrimonial lamentablemente esta cultura constructiva se está perdiendo a un ritmo muy acelerado, a consecuencia del desarrollo de sistemas industriales.

Este trabajo pretende identificar el origen y desarrollo de un sistema constructivo para muros, hechos a base de piedra pómez, tierra y residuos de cal, y que se ha documentado en la región de Tepeyahualco en el Estado de Puebla, en México. Si bien es un sistema constructivo relativamente reciente según los datos encontrados en trabajo de campo, se infiere que ha sido conformado a partir de la fusión de dos técnicas constructivas de mayor antigüedad, una de las cuales es la tapia tradicional de tierra.

La información se sustenta en investigaciones en terreno que documentan, mediante fotografías y dibujos, los restos de estructuras históricas de tapia. Asimismo se han realizado entrevistas videograbadas a maestros constructores de la localidad que todavía conocen la técnica. Finalmente, se han realizado modelos a escala para identificar las principales variables asociadas al sistema constructivo, con relación a sus ingredientes, granulometría, dosificación hídrica, nivel de compactación y tiempo de fraguado. Se plantea, en fases posteriores, realizar un estudio comparativo de resistencia a la compresión entre las probetas y algunos restos de tapias en ruinas.

Se han identificado los bancos de materiales y las relaciones existentes entre los procesos de elaboración de dos sistemas constructivos asociados con las tapias en estudio. Por una parte están las cubiertas de terrado realizadas con piedra pómez y residuos de cal, y por otra la tradición de la tapia de tierra de posible origen colonial y evolución decimonónica.

Este documento se estructura de la siguiente manera: en primer lugar se presentan los antecedentes de la tapia en México, en segundo, las tapias de Tepeyahualco y en tercero, la documentación del sistema constructivo en estudio. Luego se presentan los avances de la investigación logrados a la fecha, dando énfasis en esta primera parte a los sistemas constructivos de los que se infiere surgió este peculiar tipo de muros de tapia, y finalmente,

se presentan algunas conclusiones preliminares del avance.

2 EVOLUCIÓN DE LA TAPIA EN MÉXICO

La tierra apisonada, comprimida, compactada, o mejor conocida en México y países de habla hispana como tapial o muro de tapia, es una unidad que en conjunto trabaja como un sistema constructivo, esta unidad monolítica es construida a partir de tierra dispersa previamente seleccionada, la cual es vertida dentro de una cimbra o encofrado compuesto por cuatro superficies paralelas y perpendiculares en sentido vertical, separadas dependiendo del espesor del muro, esta cimbra se rigidiza para no modificar la forma de la tapia durante el apisonado de las capas de tierra dispersa, compactando cada una de ellas con un pisón hasta llenar el encofrado y así formar el tapial.

El muro de tapia se caracteriza por su forma de prisma rectangular con un espesor que oscila entre 40 cm y 80 cm dependiendo de la edificación (alturas, claros, dimensiones), de igual forma sus proporciones están ligadas tanto a una lógica estructural como antropomórfica para el uso del encofrado y herramientas dentro de la escala del ser humano. A largo del tiempo han evolucionado los métodos, técnicas y herramientas para hacer tapiales, pero siempre basados en el mismo principio: compactar un material disperso para que alcance una densificación mayor y en consecuencia, una mayor estabilidad. (Figura 1)



Figura 1. Muro tradicional de tapia de tierra en San Andrés Payuca, Puebla, México

El desarrollo de este sistema constructivo en México ha tenido diferentes puntos de partida en diferentes tiempos históricos, la primer noción acerca de esta técnica de comprimir la tierra, se inició con la edificación de la pirámide del sol en la era del imperio Teotihuacano en el año de 150 d.C. En el año de 300 d.C. la cultura Olmeca-Xicallanca construyó los cimientos de la zona de Cacaxtla mediante la compactación de tierra. También existieron otras aproximaciones como la técnica de moldeado en húmedo o la de barro colado, documentadas en el sitio arqueológico de Paquimé, en el Estado de Chihuahua, México, cuyo máximo esplendor se registra alrededor del año 1200 d.C. (Guerrero, 2011).

Fue hasta la llegada de la cultura española, que se consolidó esta práctica constructiva en nuestro país, a través de la fusión de diferentes técnicas constructivas existentes en el continente americano junto con las tecnologías provenientes del continente europeo. A pesar de que en la era colonial muchos prototipos arquitectónicos principalmente religiosos fueron impuestos por los conquistadores, la misma práctica de los obreros americanos sirvió para asimilar y experimentar con el sistema constructivo de tapial, así el tapial se fue integrando en la cultura a través del tiempo tanto en el continente americano como en México.

En el periodo del México colonial, el sistema constructivo de tapial fue utilizado para diferentes tipos de edificios, como bardas para limitar y proteger los predios, muros perimetrales en vivienda, muros divisorios y en una escala mayor templos religiosos, haciendas, casonas y edificios públicos; y en infraestructura vial e hidráulica en combinación con otras técnicas y sistemas constructivos. Sin embargo la difusión y uso de la tapia no fue tan expansiva, la cual se desarrolló principalmente en el altiplano central de México, actualmente estados como Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Querétaro y parte de Veracruz, ruta del Camino Real que iba de la Ciudad de México al Puerto de Veracruz (Guerrero, 2014).

Otra influencia particular dentro de la evolución del tapial en México, fue la influencia arquitectónica y tecnológica por parte de Francia que llegó a finales del siglo XIX. En los años 1840 y 1850 se construyeron una gran cantidad de haciendas el uso de la tapia fue muy significativo durante este período.

Naturalmente en la vivienda popular de la época colonial se vio reflejada la trascendencia del tapial, ya que la práctica de este sistema constructivo fue incorporada a la vida cotidiana convirtiéndola en una forma tradicional de edificar, debido en parte a la viabilidad económica de construir con este material, disponible casi en cualquier sitio, y con la ventaja de requerir muy poca agua para su manufactura, además de la posibilidad de reutilizar la cimbra de madera varias veces. De esta forma el sistema constructivo de tapial adquirió presencia dentro de la arquitectura vernácula de México, incorporándose a la memoria y tradición constructiva de los pueblos donde se desarrolló.

3 LAS TAPIAS DE TEPEYAHUALCO

Actualmente en México, como ya se mencionó con anterioridad, el uso de esta técnica predomina en la región central del altiplano. Hoy en día este sistema constructivo, según las evidencias recabadas en el trabajo de campo en la región norte del Estado de Puebla, se encuentra en vías de extinción. Su manufactura se ha ido sustituyendo por materiales y procesos constructivos industrializados, como block de cemento para los muros y losas de concreto armado. Si acaso es utilizado eventualmente en la construcción de bardas perimetrales y en algunos casos como relleno de muros en edificios de carácter histórico.

Sin embargo, en la localidad de Tepeyahualco, también en el estado de Puebla, se encontró una variante muy interesante de esta técnica constructiva: un tapial que conserva el mismo procedimiento constructivo pero que sustituye los materiales del muro. La tierra ha sido reemplazada por una mezcla de residuos de cal y una piedra ligera producto de la espuma volcánica, la piedra pómez, que en el sitio es llamada piedra poma. Estos materiales, al igual que la tierra, son también de origen local. Este hecho, aunado a la continuidad del uso del encofrado para hacer el tapial, permite aseverar que este tapial es una evolución de una técnica tradicional, y que a diferencia de lo que se observa en la mayoría de las tradiciones constructivas de nuestro país, ha encontrado una manera de cambiar sin el riesgo de desaparecer. Este fenómeno es digno de estudiarse con el fin de contribuir al rescate y actualización de las culturas y tradiciones constructivas de México, y para ello se plantean las siguientes preguntas:

¿de qué manera, ante la homogeneización de la cultura a escala mundial y la globalización socioeconómica, los sistemas constructivos tradicionales aún vivos en algunas poblaciones rurales de nuestro país, pueden transformarse desde su propio contexto cultural?

¿Qué lecciones se pueden aprender de las tradiciones constructivas para ser aplicadas en los temas de la sostenibilidad de la arquitectura?

La formación geológica del municipio data del cuaternario, encontrándose como vestigios de este periodo formativo una variedad de rocas intrusivas y extrusivas; así como variedades de calizas sedimentarias y suelos lacustres y aluviales, de donde provienen los materiales del sistema constructivo estudiado. El cronista de Tepeyahualco, Agustín Cervantes, García y Limón (2014) relatan que los albañiles en tiempos de la colonia conocían los secretos de la

cal, que extraían de los cerros cercanos y la fabricaban en hornos de leña calentados a altas temperaturas. Hoy en día existe una calera que fue fundada a mediados del siglo XX, que produce un excedente de cal que es aprovechado en la construcción del tapial estudiado.

El sistema constructivo de tapial de piedra pómez y residuos de cal, es un sistema relativamente reciente (Figura 2). Según los datos encontrados en trabajo de campo surge a principios del siglo XX; sin embargo, ha sido conformado a partir del aprendizaje y la fusión de dos técnicas constructivas tradicionales de mayor antigüedad presentes también en el norte de Puebla: por un lado, de los terrados hechos con piedra poma y cal (Figura 3) para cubrir los tejados de madera en las viviendas y las haciendas de la zona, toma la combinación de materiales; y por otro, del tapial de tierra empleado en la misma región en poblados a unos cuantos kilómetros de distancia, utiliza el encofrado de madera para cimbrar los muros (Figura 4). El resultado es un muro de un espesor menor que el de la tierra cruda -25 a 30 cm vs. 50 a 60 cm-, que representa una mayor eficiencia en el trabajo estructural, en la cantidad de material utilizado, en el procedimiento constructivo y en el tiempo de ejecución. Continúa utilizando materiales locales, conserva la sencillez en el proceso de ejecución y como sus predecesores, no requiere herramientas sofisticadas.



Figura 2. Muro de tapia de cal y piedra pómez.
Tepeyahualco, México



Figura 3. Techo de vigería y entortado de cal y piedra pómez en la Hacienda Pizarro, Puebla



Figura 4. Encofrado empleado tradicionalmente en San Andrés Payuca, Puebla. Tapia de tierra

4 DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA

La metodología de investigación se basa primordialmente en el trabajo de campo y en el trabajo experimental en laboratorio.

Para la recolección y organización de la información se tomaron como base los siguientes aspectos:

- a) Técnica y memoria constructiva

Este aspecto considera la manera de hacer, las herramientas necesarias y los materiales con los que tradicionalmente se ha construido y desarrollado el procedimiento y sistema constructivo local, este aspecto es fundamental para conocer las principales conocimientos, transformaciones y habilidades desarrolladas por los diferentes constructores para cada tipo de sistema como parte de su memoria y herencia tecnológica en la construcción, principalmente de sus viviendas.

b) Sociedad y cultura

La valoración de este aspecto considera la recopilación del agregado familiar, la estructura social y los diferentes vínculos y tradiciones ligadas a la morfología, ubicación y procesos de los sistemas constructivos estudiados y algunos elementos de relación con las concepciones del mundo por parte de sus habitantes.

c) Medio ambiente

El aspecto ambiental se considera relevante por la utilización de los materiales locales de cada la zona, la adaptación al lugar a nivel local y regional, a los diferentes eventos climáticos y por ende su resultante morfológica adaptada a la cultura y al sitio.

Para documentar y sistematizar la información derivada de los puntos anteriores, se desarrollaron dos instrumentos que han permitido la recolección, clasificación y organización de la información y posteriormente su correlación.

El primer formato es de recopilación y clasificación de datos que vincula los diferentes aspectos mencionados con anterioridad. El formato de registro cuenta con tres apartados generales: datos generales, componentes y procesos del sistema constructivo, y los aspectos de la tradición involucrados en el proceso. Para el aspecto ambiental, se hace una valoración cualitativa de manera observacional y sensorial, y en algunos casos con mediciones. El formato de registro es una valoración cualitativa y cuantitativa, con la finalidad de recopilar, reconocer, clasificar y organizar los diferentes aspectos involucrados y poder establecer estrategias para su desarrollo, conservación y transformación para su vigencia en el presente siglo como parte de una herencia, un patrimonio tangible e intangible.

El registro en el formato va acompañado de fotografías, planos y vídeos que permiten tener una visión más amplia y completa del sistema lo que ha permitido recapitular la información obtenida en el trabajo de campo y trabajar con ella en el proceso de análisis.

El segundo instrumento básico para el desarrollo de trabajo en campo es un formato de entrevista abierta, la cual ha permitido la recolección del saber tradicional sobre los sistemas constructivos de viva voz de sus productores y mediante el cual se han recolectado los procesos y detalles que complementan los elementos del formato de registro y algunas experiencias derivadas de la colectividad.

Finalmente, esta información se ha empezado a procesar en el laboratorio mediante la producción de modelos digitales, modelos a escala que intentan reproducir el sistema de manera fidedigna con el fin de identificar las principales variables asociadas al sistema constructivo. Se utilizan en la medida de lo posible materiales y procedimientos iguales a los empleados en la realidad.

A la fecha se tiene el avance de la documentación del sistema constructivo en campo y gabinete.

En cuanto al trabajo desarrollado en campo, se realizaron tres entrevistas videograbadas a maestros constructores de la región. Una de ellas narra el procedimiento constructivo de la tapia de tierra, sistema constructivo predecesor de la tapia de poma; y otra donde se narra el procedimiento de la tapia de piedra `poma y los terrados de cal y piedra, el segundo componente de la tapia en estudio; y finalmente, una tercera más donde se grabó la reproducción in situ, mediante la elaboración de una tapia de 2m x 1m y 25 cm de espesor. Por otro lado, se elaboraron las fichas de registro en campo para ambos tapiales, así como el levantamiento fotográfico de Tepeyahualco y sus alrededores.

Respecto al trabajo de gabinete, se elaboraron probetas de 5x5x5 cm del material recopilado en sitio para ambas tapias, para realizar pruebas mecánicas, higrotérmicas e higroscópicas. También se hicieron pruebas caseras de sedimentación para identificar la composición de los materiales y sus proporciones, que después serán contrastadas con “realidad artesanal”, es decir, la información recopilada en campo de manera verbal por los maestros constructores.

A continuación se presenta una síntesis de la documentación:

El tapial de piedra pómez en Tepeyahualco, se desarrolla aprovechando diferentes materiales de la región, como la piedra volcánica la cual sirve como basamento para las piezas que están en contacto directo al suelo, también se emplea la piedra pómez la cual le da rigidez al tapial y por su propia naturaleza lo hace ligero. Por otro lado se agrega un excedente de cal el cual sirve como cementante y que se obtiene de la piedra caliza al transformarla en cal; este material es un producto residual del proceso de producción de cal que se fabrica en la calera ubicada en la misma región. También se agrega una porción de piedra toba ácida llamada “Cacahuatillo”, la cual contribuye, junto con las arenas del excedente de la cal y la propia piedra pómez, a tener una variedad granulométrica que traba los distintos componentes; y un agregado de barro y agua para conciliar los materiales. (Figura 5)



Figura 5. Materiales de la tapia de estudio. Piedra Poma y cacahuatillo

Las herramientas necesarias para fabricar el tapial de piedra poma son un encofrado hecho de madera, ya sea de triplay o tablones, palos de madera o “morillos” que ayudan a rigidizar los tablones, la cuerda que mantiene fijos a los palos y por último los bastones hechos de varilla roscada de 3/8”, los cuales mantienen unido a todo el encofrado. Para apisonar la mezcla se ocupa un pisón de madera o de metal. Para revolver la mezcla se utiliza pico y pala, y para verterla en el encofrado, se usa una pala y un bote. (Figura 6)

El procedimiento constructivo se detalla a continuación: se cava una cepa de 50 cm a 1m de profundidad por 50 cm de ancho aproximadamente (dependiendo del tipo de suelo), dentro de la cepa se arma el molde o cajón compuesto por 2 hojas de madera de 2,10 m por 1,10 m y por 2 tapas de madera de 1,10 m x 0,22 m que se amarran por medio de 6 bastones de 50 cm de largo y sostenido por 6 morillos de madera. Posteriormente se hace la mezcla de los materiales con las siguientes proporciones: 1 excedente de cal, 1 de piedra poma, 1 cacahuatillo, 1/3 de arcilla o barro renegrido y un 5% de agua (dependiendo de la humedad de los materiales). Una vez mezclados los materiales se humedece el terreno donde se realizó para que éste no absorba la humedad de la mezcla. La piedra poma y cacahuatillo deberán ser de diferentes tamaños para que el bloque tenga mayor consistencia (Figura 6)

Una vez lista la mezcla se humedece el cajón para que ésta no se adhiera, y se deposita en capas de mezcla de 20 cm a 30 cm apisonadas, una vez lleno el cajón se empareja la superficie con cuchara, se quita la cimbra el cajón y se recorre sobre la cepa de cimentación.

Al igual que las tapias de tierra, es necesario cuatrapear los módulos para asegurar el correcto funcionamiento estructural de las piezas.



Figura 6. Procedimiento constructivo, encofrado de madera y apisonado

5 RESULTADOS Y DISCUSIONES

A la luz del avance en la investigación, se presentan las siguientes conclusiones preliminares:

1. Aspectos culturales:

En el caso analizado, se combinan dos tradiciones constructivas aportando lo más eficiente de cada una de ellas para la solución de un problema constructivo: la construcción de muros. Aquí, en lugar de observar una ruptura, como en la mayoría de los sistemas constructivos documentados hasta ahora, se manifiesta una continuidad. Conserva las cualidades y atributos del conocimiento ancestral, mediante los siguientes aspectos:

- Utiliza recursos renovables de la localidad: piedra pómez y excedentes de cal, es decir, los residuos del proceso de fabricación de la calera que se encuentra en Tepeyahualco.
- Es un sistema manufacturado con lo mejor del conocimiento de dos sistemas constructivos tradicionales de origen local.
- El saber hacer continua presente en este sistema: esta cualidad, transmitida de generación en generación, y que generalmente responde a habilidades de sobrevivencia, como cultivo de alimentos y construcción de viviendas, incrementa la capacidad de recuperación de un sistema en caso de perturbaciones. Por lo tanto, las comunidades que tienen el conocimiento integrado en un sistema de saberes para satisfacer sus necesidades básicas.
- Adaptabilidad: El sistema analizado responde a las necesidades de sus habitantes y a los cambios, por lo tanto, puede considerarse como una arquitectura viva que ha respondido a las transformaciones económicas, a los cambios en la disponibilidad de materiales y a la transformación de los modos de vida.
- Este sistema comprueba una reducción del mantenimiento con respecto a la tierra cruda, y también un incremento de la vida útil de las construcciones.

2. Aspectos técnicos:

La composición de la mezcla de materiales ofrece una reacción química durante el proceso de fraguado de la mezcla, que tiene ventajas frente al tapial de tierra, su predecesor, que permite reducir el espesor de los muros en un 50%. Esto se explica porque la mezcla de residuos de cal tiene todavía elementos activos, y puesto que la cal es un cementante aéreo, es decir, endurece en contacto con el aire, a diferencia del cemento que endurece al agregarle agua. Es por ello que la cal puede permanecer sin fraguar bajo el agua y conservarse en buen estado durante años en estas condiciones. Los morteros hidráulicos a base de cal se obtienen de dos formas: La primera, mezclando la cal hidráulica con arenas inertes. La segunda, mezclando cal aérea con arenas ricas en sílice y alúmina reactivas, como es el caso de las puzolanas (arenas de origen volcánico), como el tezontle y la piedra pómez. (Orea, 2013). Esto es lo que la hace reaccionar con el agua. Según los testimonios de las entrevistas, si llueve o le cae agua, endurece más rápido. Así se infiere que existen reacciones puzolánicas en la mezcla que provocan los restos de hidróxido de cal presentes

en los residuos de la cal provocan al entrar en contacto con la piedra pómez, que contiene silicatos. Esto da una resistencia similar al concreto ciclópeo, pero sin las desventajas contaminantes del concreto convencional.

Así, el sistema constructivo de tapial de piedra poma y residuos de cal, optimiza procedimientos y materiales respecto a los sistemas constructivos que le han dado origen, ya que ofrece una mayor rapidez en la ejecución pero conservando la simplicidad constructiva, ofrece ahorros en material, un mejor funcionamiento mecánico, un menor mantenimiento y mayores periodos de vida útil.

6 CONSIDERACIONES FINALES

Después de la exposición de los conceptos que sustentan el trabajo de esta investigación, se observa una ruptura evolutiva y una tendencia a la desaparición de técnicas ancestrales y sus arquitecturas, que, como ya se argumentó en párrafos anteriores, pueden aportar lecciones que ayuden a encontrar caminos orientados a propuestas sostenibles en el ámbito de la arquitectura.

El análisis de esta experiencia de fusión de tradiciones constructivas puede dar pauta para establecer métodos de trabajo en las siguientes fases del proyecto. Este estudio ha probado la mejora en la eficiencia en el uso de los materiales y su respeto y apego al medio ambiente, logrando ser un sistema constructivo de transición que aporta elementos de la tradición en tapial y de la construcción con piedra pómez y cal, y aporta elementos que permiten competir, desde su propia línea evolutiva dentro de la tradición constructiva local, con las influencias de la arquitectura importada de ámbitos urbanos. Estas mediciones se harán en la siguiente fase de investigación, para comparar este sistema constructivo frente a los procedimientos que ya han invadido la localidad: block y tabicón de cemento, principalmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cervantes Cruz, A., García Cook, A., & Limón Rivera, V. (2014). *Tepeyahualco: identidad de un pueblo*. Puebla: Secretaría de Educación Pública/Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Guerrero, L. (2011). Pasado y porvenir de la arquitectura de tapia, en *Bitácora Arquitectura*, No. 22, México D.F.: Facultad de arquitectura, UNAM, 6-13.
- Guerrero, L. (2014). Tradición constructiva con tapial en las faldas orientales del Iztaccíhuatl. *Palapa*. Colima: Universidad de Colima, V-2 (15): 68-81.
- Orea Magaña, H. (2015). El uso de la cal en la conservación de los monumentos arqueológicos e históricos: de la teoría a la práctica. En Barba & Villaseñor (Eds.) (2013). *La cal: Historia, propiedades y usos*. México: Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, y Asociación Nacional de Fabricantes de Cal, A.C.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), de la Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto PAPIIT IT-400114.

AUTORES

María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes, maestra en diseño arquitectónico, investigadora de tiempo completo en el Centor de investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje de la Facultad de Arquitectura de la UNAM. Responsable del proyecto de investigación del Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales como alternativa para una arquitectura sustentable.

Luis Fernando Guerrero Baca, doctor en diseño con especialidad en conservación del patrimonio edificado, maestro en restauración, arquitecto, profesor investigador de tiempo completo en la UAM-Xochimilco, jefe del área de Conservación y Reutilización del Patrimonio Edificado. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA, miembro de la Cátedra UNESCO "Arquitecturas de tierra, culturas constructivas y desarrollo sostenible" de CRATERre.



COMPARATIVA DE RESISTENCIA MECANICA A LA COMPRESIÓN DE TIERRA VERTIDA CON DOS ESTABILIZANTES

Yolanda Aranda¹, Erick Zarazua², Edgardo Suarez³

Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo/Universidad Autonoma de Tamaulipas, Mexico

¹yaranda@docentes.uat.edu.mx; ²erick_zarazua@live.com; ³edgardo.suarez@docentes.uat.edu.mx,

Palabras clave: Tierra vertida, Resistencia compresión, estabilizantes minerales

Resumen

La tierra vertida es una técnica donde la mezcla es fluida y plástica, útil en la construcción de vivienda y otros elementos verticales. Se propone como una técnica sustentable ya que sus componentes pueden retornarse con bajo impacto al ambiente. El objetivo del presente trabajo es determinar la resistencia mecánica a la compresión de muestras de tierra vertida producidas con un suelo de la región estabilizado con cemento y cal y mostrar su correlación con un modelo matemático exponencial. La metodología empleada, a partir de un suelo proveniente del municipio de Altamira, Tamaulipas en México, denominado Champayan, se hicieron muestras de tierra vertida estabilizadas con cal al 6%, 10% y 20% en peso, otro grupo se estabilizó con cal y cemento y por último muestras denominadas de control, solo con el suelo, el cual contó con arena, arcilla, limo y agregado grueso se controlaron por triturado. Los resultados experimentales se contrastaron con un modelo exponencial reportado en la literatura. Durante el periodo analizado se encontró que la variación temporal de la resistencia es baja para las muestras con cal alcanzando un valor inferior al obtenido para los estabilizados con cemento. Los datos se correlacionan en más de un 99% con el modelo estudiado pero este valor disminuye conforme aumenta la proporción de cal. Fue posible producir tierra vertida con un suelo integrado estabilizado sólo con cal que puede ser utilizado como elemento monolítico, divisorio.

1 INTRODUCCIÓN

La tierra vertida es una técnica catalogada dentro de los muros monolíticos (Houben, Guillot, 1994) capaz de soportar esfuerzos tales que permitan utilizarla como muros de carga. Se define como suelo en forma de fluido plástico, que contiene agregados finos y gruesos, incluso hasta el punto de grava, y puede desempeñar la misma función que el concreto magro (Doat et al, 1990; Cid, Mazarrón, Cañas, 2011).

Las similitudes con el tapial es que ambas técnicas emplean cimbra, o encofrado, sin embargo se puede denotar como principal diferencia, que la tierra vertida no se compacta, por lo que es una técnica constructiva que requiere menos tiempo, sin embargo debido a la gran variedad de suelos existentes si no se tiene un suelo con las características idóneas, hay que mezclarlo o fabricarlo.

Toda construcción con tierra implica previamente el análisis del suelo y sus componentes, dado que dentro de un mismo banco puede variar el suelo.

Se viene trabajando desde el 2013 con el suelo proveniente del municipio de Altamira, Tamaulipas, México, denominado Champayan, el cual resultó idóneo por su contenido de arcilla, arena y agregado pétreo para trabajarlo en tierra vertida.

Con base a los resultados obtenidos del prototipo de tierra vertida desarrollado por Aranda, Sánchez y Rivera (2013), donde se estabilizó el suelo con 6% de cemento, partiendo de esta investigación el objetivo del presente trabajo es disminuir las cantidades de cemento adicionando cal.

2. DESARROLLO

2.1 Caracterización del suelo

Se inició por la caracterización granulométrica del suelo denominado Champayan por el Método de Bouyoucos, cuyo contenido, según lo reportado por el laboratorio, se encuentra en las tablas 1 y 2 (IGAC, 2006). La determinación en la tabla 2 se hizo en base a los finos, esto es, no incluye agregado pétreo.

Tabla 1. Granulometría (material que pasa y retiene la malla 4 de apertura 4,76 mm)

Material	Porcentaje
Agregado petreo	63%
Arena	36%
Finos	11%

Tabla 2. Caracterización de textura del suelo denominado Champayan.

Material	Cantidad (%)
Arena	75,4
Limo	16,9
Arcilla	7,7

2.2 Elaboración de muestras

Se elaboraron tres grupos de muestras, preparadas por separado agregando al suelo el estabilizante correspondiente, homogenizando manualmente durante 5 min y añadiendo finalmente el agua hasta una consistencia plástica.

- a) Grupo A - muestras denominadas de control o blanco, de solo Champayan y agua
- b) Grupo B - muestras del suelo Champayan con adición de 6%,10% y 20% de cal
- c) Grupo C – muestras del suelo Champayan con adición con cal y cemento en las siguientes dosificaciones: 6% cemento y 6 % cal; 5% cemento y 6% cal; 2% cemento y 6% cal.

Una vez preparadas las muestras se realizaron las pruebas de determinación de la resistencia a la compresión bajo la norma NMX-C-160-ONNCCE-2004. Los experimentos se hicieron por triplicado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para la muestra blanco fueron de 1,1 MPa. Aunque la resistencia puede encontrarse debajo del valor obtenido para las muestras con cal y con cemento y cal, estas fueron fácilmente desmoldables a las 24 horas.

Los resultados obtenidos para el grupo B y grupo C se muestran en las tablas 3 y 4, respectivamente, que presentan los promedios a la compresión de las muestras de tierra vertida estabilizada con cal y con cal y cemento en diferentes proporciones.

Tabla 3 Promedio de resistencia a la compresión del Grupo B

Tiempo (días)	Resistencia promedio (MPa)		
	6% de cal	10% de cal	20% de cal
7	0,39	0,23	0,92
14	0,24	0,32	1,25
28	0,24	0,33	1,20

Tabla 4. Promedio de resistencia a la compresión del Grupo C

Tiempo (días)	Resistencia promedio (MPa)		
	2% cemento y 6% cal	5% cemento y 6% cal	6% cemento y 6% cal
7	0,10	0,15	0,20
14	1,35	1,90	2,50
28	1,46	2,13	2,70

Para la determinación de la resistencia en el tiempo se utilizó el modelo propuesto por Suarez-Dominguez, Aranda-Jimenez, Kulich, 2014 a través de la ecuación diferencial:

$$\frac{dR}{dt} = -kR + C$$

donde R representa la resistencia mecánica a la compresión en kgfcm^{-2} , t es el tiempo en días, k es la constante (en días^{-1}) asociada la disminución de R con respecto al tiempo y C representa la medida de la resistencia en el tiempo en $\text{kgfcm}^{-2}\text{días}^{-1}$, de los procesos involucrados en el incremento de R. Al principio, se considera que no existe resistencia (en el momento que se realiza la mezcla) de tal manera que $R(0) = 0$. El modelo matemático no es fenomenológico y se corresponde al comportamiento de la curva de variación de la resistencia con respecto al tiempo por lo que no son consideradas otras variables como la composición.

La ecuación diferencial tiene como solución analítica exacta $R = \frac{C}{k} [1 - \exp(-kt)]$, donde, debido a la complejidad de los procesos que ocurren, los parámetros C y k se determinan experimentalmente y $A = \frac{C}{k}$, siendo A por tanto un parámetro adimensional definido por la relación entre C y k.

Cuando se aplicó el modelo para el grupo A y el grupo B se encontró que para un valor de A se tuvo $0,18 \text{ kgfcm}^{-2}\text{días}^{-1}$, un valor mayor reportado anteriormente en la literatura pero que se acopla en un 99% con los resultados experimentales.

La aplicación de este modelo permitió corroborar la correlación de los resultados a lo largo del tiempo de tal forma que no existe variación significativa entre las probetas ensayadas. Esta evaluación se realiza contraponiendo las curvas representadas por el modelo y los resultados experimentales lo que permitiría determinar la resistencia a la compresión en cualquier tiempo para ese material.

CONCLUSIONES

Fue posible producir tierra vertida estabilizando una mezcla de suelo que contiene los componentes que normalmente se utilizan mezclando suelo arcilloso, suelo limoso y agregado grueso.

A partir del estudio desarrollado se encontró que la dosificación de cal a una mezcla de suelo con cemento puede disminuir, a ciertas proporciones, y no se incrementa la resistencia a la compresión al aumentar la proporción de cal; sin embargo la adición de este estabilizante permite tener un desmolde en menos tiempo.

Se distinguió diferencias cualitativas en la forma de fallo de las probetas. Para el caso de las muestras blanco, sin estabilizante, al fallar durante las pruebas solo aparecen fisuras. Cuando se realiza las pruebas con el estabilizante cemento las probetas se fisuran y no se fragmentan, y cuando se realizan con cal las probetas se fragmentan en múltiples piezas.

Con respecto al modelo matemático se encontró que es posible una correlación con los resultados experimentales de hasta 99% con un valor del parámetro $A=0,18$ lo que permite aplicarlo sin necesidad de esperar los 28 días para analizar.

La resistencia se encontró hasta de 2,7 MPa para las muestras con cemento y cal, 55,5% mayor que la de cal al 20%. A mayor cantidad de cal no necesariamente se incrementa la resistencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranda, Y.; Sánchez, T.; Rivera, J. (2013). Prototipo de vivienda con muros de tierra vertida y cubierta de bambú. Avances del proyecto. Disponible en <http://fomix.cotacyt.gob.mx/Proyectos/Vivienda%20Experimental%20Sustentable/Extenso.pdf> Recuperado el 5/09/2016.
- Cid J.; Mazarrón, F. R.; Cañas, I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. *Informes de la Construcción*, 63, 523, 159-169
- Doat, P.; Hays, A.; Houben, H.; Matuk, S.; Vitoux, F. (1990). Construir con tierra. Bogotá, Colombia: Fondo Rotatorio Editorial.
- Houben, H.; Guillard, H. (1994) Earth construction. A comprehensive guide. London, Great Britain: ITDG publishing.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 2006. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. VI Edición. Bogotá. IGAC Subdirección de Agrología. 499 p.
- NMX-C-160-ONNCE-2004. Industria de la Construcción-Concreto-Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 27 de julio de 2004. México.
- Suárez-Domínguez, E. J., Aranda-Jiménez, Y. G., Kulich, E. I. (2014). Modelo temporal de resistencia a la compresión para tierra vertida. *épsilon*, (23), 33-42.

AGRADECIMIENTOS

Las facilidades otorgadas por el laboratorio de materiales de la FADU/UAT

AUTORES

Yolanda G. Aranda-Jiménez, doctora en Arquitectura con énfasis en vivienda. Miembro de la Red Proterra. Catedrático Investigador Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1. Representante Cátedra UNESCO "Arquitecturas de tierra, culturas constructivas y desarrollo sostenible" de CRAterre.

Erick Zarazúa Portes. Egresado de la Licenciatura de la carrera de Arquitectura de la FADU/UAT. Actualmente trabaja en su tesis para obtener el título de Licenciatura.

Edgardo J. Suarez-Domínguez, doctor en ciencias aplicada a procesos. Arquitecto y Químico. Catedrático de la FADU/UAT Investigador



ADOBES ESTABILIZADOS CON MATERIALES RECICLADOS

Estefany Kristel Farías Esquivas¹; Oscar Andrés Paz Cáceres²; María Teresa Méndez Landa³

Universidad Ricardo Palma, Perú, ¹e.farias208@gmail.com; ²oscar.paz.06@hotmail.com; ³mmendez47@hotmail.com

Palabras clave: adobe, adobe estabilizado, materiales reciclables, pulposa celulosa

Resumen

La población de Lima es de casi 10 millones de habitantes, y produce 2 millones de toneladas anuales de basura, de las cuales sólo el 23,7% es reciclado. En la ciudad capital, la mayoría de las edificaciones son de material noble, sin embargo, últimamente está tomando auge la construcción de viviendas campestres, la mayoría de adobe, en urbanizaciones al este y sur de Lima. Sin embargo, en estas zonas los suelos carecen de arcilla, presentando una baja resistencia a la compresión. Por esto, se planteó un estudio para mejorar las propiedades mecánicas de un suelo de baja calidad, adicionándole materiales de reciclaje en diferentes proporciones, para su empleo en la elaboración de adobes. Se tomaron muestras de adobe *in situ* en la zona de Asia pueblo y de Cieneguilla, Lima, los cuales fueron analizados según las Normas ASTM. Se clasificaron los suelos mediante pruebas de laboratorio de: compresión, índice de humedad, granulometría y límite líquido. Así también se obtuvo porcentaje de limos, arcillas, arenas y gravas. Para el ensayo de compresión se tallaron cubos de 7 cm x 7 cm x 7 cm según el Reglamento Nacional de Edificaciones E.080. La muestra de adobe con mejores propiedades mecánicas correspondió a Cieneguilla con 1,6 MPa, mientras que las muestras de Asia dieron como resultado 1,2 MPa, mínimo aceptable según la norma vigente (RNE E.080: 2006). Por lo tanto, se procedió a trabajar con el suelo de menor resistencia a la compresión, adicionándole materiales reciclables como: papel periódico, cartón simple y cartón de Tetra Pak, en diferentes porcentajes (2,5%, 5% y 10%). Finalmente, las muestras de adobe estabilizado se sometieron a prueba de compresión obteniéndose como resultado que la mezcla de tierra con papel periódico y mucílago de linaza al 5% mejoró las propiedades de la muestra hasta un valor de 2,2 MPa.

1. INTRODUCCIÓN

En la antigüedad, durante la Pangea, la costa sudamericana occidental estaba sumergida, elevándose ésta después de la separación de continentes. Una parte conforma hoy lo que actualmente se conoce como costa peruana, lo que puede ser considerada como una probable causa por la que en la zona costera de Lima el suelo contiene porcentajes bajos de arcilla y alta cantidad de arena.

En el Perú, en los últimos años, se está desarrollando una tendencia hacia la construcción ecológica, con edificaciones tanto de tipo turístico como de viviendas campestres, utilizando el adobe. En la ciudad de Lima, que cuenta con más de 10 millones de habitantes, su crecimiento está orientado hacia las afueras de la misma. Los distritos de Asia Pueblo y Cieneguilla, ubicados al sureste y este de Lima respectivamente, son las zonas donde se están construyendo la mayoría de condominios de campo. Por este motivo, para el presente estudio, se han considerado estas dos zonas a fin de conocer la calidad de los adobes que se están utilizando.

Así mismo se tiene que, en la actualidad, la población de Lima produce 8000 t de basura diaria, 83% de la cual es generada por solamente 3 de los 43 distritos de la ciudad y, según la Organización para el Desarrollo Sostenible (2015), solamente el 1% es reciclada. La ciudad de Lima cuenta con cuatro rellenos sanitarios, por lo que el 20% de la basura restante va a las afueras de la ciudad o es arrojada a los principales ríos, cuyo destino final es el mar.

Partiendo de la consideración del tipo de suelo que cuenta las zonas de expansión urbana de la ciudad de Lima y de la existencia de basura sin reciclar, se planteó el estudio de la

calidad de los adobes empleados en estas dos zonas y la posibilidad del uso de aditivos provenientes de materiales de reciclaje para mejorar su resistencia.

El estudio se basó en pruebas de resistencia a la compresión en laboratorio, a partir de muestras de adobes de dos distritos: Asia pueblo y Cieneguilla. Paralelamente, se analizaron diversos materiales de reciclaje para su empleo en la estabilización del adobe, mejorando tanto su resistencia a la compresión como sus índices de humedad.

Basados en estos resultados, el Centro de Estudios para Comunidades Saludables de la Universidad Ricardo Palma propone el uso de adobe estabilizado con materiales reciclables, de fácil acceso a los usuarios y que responde a las características del suelo de estas zonas.

2. OBJETIVO

El objetivo del estudio es encontrar un material de reciclaje, cuyas propiedades unidas a las de la tierra, mejoren las propiedades mecánicas del suelo, estabilizándolo para un adecuado empleo en la elaboración de adobes.

3. METODOLOGÍA

El estudio se ha realizado en tres etapas: definición del material reciclable a utilizar, definición del suelo con propiedades mecánicas más eficientes y por último definición de la mejor proporción de mezcla de tierra con aditivo para estabilizar el suelo para elaboración de adobes.

Para el estudio se ha empleado una metodología analítica con pruebas de laboratorio, basadas en las normas ASTM y la NTE E.080 (2006).

4. DESARROLLO DEL ESTUDIO

4.1 Material reciclable a utilizar

Se dio inicio al trabajo analizando la basura y qué desechos pueden ser reciclados, hallándose que se cuenta con grandes porcentajes de materiales como el papel, plástico y vidrio. Se realizaron diversos estudios. Marúm (1989, p.21, citado por Vargas, 2007, p.28) afirma que: “La estructura del papel está compuesta básicamente por fibras en su mayoría, por arcilla y pigmentos, y además a su peso se le añade la humedad”, siendo que el papel es un derivado de la madera la cual utiliza la adhesión de la celulosa para unir sus fibras, y que para obtener la pulpa celulosa se rompe esta adhesión mediante procesos industriales.

Así también Marúm (1989, p.40, citado por Vargas, 2007, p.28) menciona que:

La pulpa de celulosa posee características que no están relacionadas con el proceso de fabricación y son: propiedades químicas, como es el contenido de lignina y hemicelulosas, y las condiciones mismas de la celulosa en la fibra; y propiedades físicas como la resistencia a tensión y a la flexión.

Basados en estos conceptos se decidió considerar el papel y sus derivados como cartón y envases Tetra Pak¹ como posibles estabilizadores de la tierra.

En cuanto al cartón se sabe que es un material formado por un conjunto de papeles sobrepuestos a base de fibra virgen (papel reciclado), mientras que en el caso de Tetra Pak, es un envase compuesto por seis capas: polietileno, aluminio y cartón, que por su nivel de empleo en la industria producen gran cantidad de material de desecho que no pueden ser reciclados por lo difícil y costoso que implica la separación de sus capas.

¹ Industria Suiza fundada en 1951 que fabrica envases de cartón de todo tipo. En el Perú se conoce como Tetra Pak al envase que está compuesto por seis capas, cuatro de polietileno, una de aluminio y una de cartón.

4.2 Definición del suelo

Una vez definidos los materiales a utilizar, se procedió a ubicar las zonas para realizar los estudios de suelo. Se eligieron las zonas de Asia, en las afueras, al sur de Lima y, Cieneguilla al este de la misma. La muestra de Asia pueblo, fue tomada del proyecto inmobiliario “Asia del Campo” Condominios Ecológicos, y, la muestra de Cieneguilla fue tomada del proyecto inmobiliario “Las Bahías” Condominios Ecológicos.

Para la realización de los ensayos de resistencia a la compresión, una vez tomadas las muestras *in situ* se procedió a tallar los adobes a las medidas de 7 cm x 7 cm x 7 cm según el NTE E.080 (2006). Posteriormente, se disgregaron los restos de adobe de la prueba anterior, separando 500 g para la prueba de contenido de humedad y 1000 g para el ensayo granulométrico, acorde a las normas ASTM D2216 Y ASTM D422 respectivamente. Por último, se realizó el ensayo de límite de líquido según norma ASTM D4318-84.

Juárez (1974, p.132) describe el ensayo de límite líquido realizado por medio de la copa Casagrande como “la fuerza que se pone a la fluencia de los lados de la ranura proviene de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, por lo que el número de golpes requerido para cerrar la ranura es una medida de esa resistencia, al correspondiente contenido de agua.”

A modo de confirmación de los resultados de laboratorio respecto a los porcentajes de limos y arcillas, se llevaron a cabo pruebas en campo (testes) como: “la prueba de la botella”, método empírico para determinar la granulometría de manera visual. Se llenó 1/3 de la botella con muestra de suelo disgregado, se completó la botella con agua hasta la superficie. Una vez cerrada la botella se agitó y dejó reposar, para que las partículas del suelo se separen por densidades (figura 1 y 2) y, diferenciar los porcentajes de limos y arcillas existentes en el suelo.



Figura 1. Muestra suelo de Asia



Figura 2. Muestra suelo de Cieneguilla

Una vez separado por niveles se procedió a medir la altura de cada capa depositada para calcular el porcentaje de finos y consecuentemente de limo y arcilla, en relación al total de suelo que se introdujo en el envase.

4.3 Definición de la mezcla (tierra + aditivo)

Según estudios existentes, para estabilizar un adobe se utilizan materiales aglomerantes (cal, cemento y yeso) en porcentajes del 1% al 15%. En el presente estudio, se ha empleado como aglomerante un material de reciclaje (papel), tomándose como referencia estudios anteriores de Hennenberg de León y Briceño (2016, p.145).

La NTE E.080 (2006) señala que el porcentaje de arcillas debe variar de 10% a 20%, por lo que se decidió usar tres rangos: 2,5%; 5% y 10% de material reciclable, que, sumado a los porcentajes de las muestras analizadas en la Tabla 2, cumpla con el reglamento.

Para que la mezcla respecto a los porcentajes elegidos pueda tener una buena consistencia, se debe preparar una mezcla homogénea y uniforme, para lo cual es necesario el empleo de una resina que, junto a la celulosa que contiene el papel y/o sus derivados, permita la

obtención de una mezcla que dé balance a los componentes de la muestra. Con la finalidad de mantener las propiedades ecológicas de la tierra, se decidió usar una resina natural como es el mucílago de linaza.

El mucílago es una sustancia viscosa que se puede hallar en plantas como la sábila, la chía, el algarrobo, la linaza, y otras, que contiene una resina natural que se requiere para la mezcla. Se decidió por el mucílago de la linaza debido a la facilidad de obtención de la resina, pues al hervir sus semillas o dejando reposar éstas unos días en agua, estará lista para ser utilizada.

Esta etapa de la investigación se dividió en tres categorías según los porcentajes de los materiales reciclables utilizados (papel, cartón y envases Tetra Pak) para las mezclas; cada una de estas categorías constó de tres pruebas y en cada prueba se realizaron seis cubos de 7 cm x 7 cm x 7 cm.

Finalmente se procedió a elaborar los 6 adobes para las 9 pruebas empleando, para cada prueba, 9 kg de tierra del suelo elegido, 1350 ml de agua, 1350 ml de mucilago de linaza, variando solamente los porcentajes de materiales reciclables.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Selección del suelo

Los resultados obtenidos por medio de ensayos, presentados en la Tabla 1, permiten conocer las características naturales de los dos tipos de suelo propuestos, compararlas y definir el de peores condiciones para su empleo en la investigación.

Tabla 1. Características del suelo y resistencia mecánica

Discriminación		Método de ensayo	Identificación del suelo	
			Asia	Cieneguilla
Granulometría (por tamizaje)	grava(%)	ASTM D422	6	9
	arena (%)		59	63
	finos (limo y arcilla) (%)		35	28
Humedad (%)		ASTM D2216	1,2	1,3
Límites de Atterberg	líquido (%)	ASTM D4318	20	21
	plástico (%)		no plástico	no plástico
Resistencia a la compresión del adobe (MPa)		NTE E.080	1,2	1,7

La NTE E.080 (2006, p.2), respecto al ensayo granulométrico, menciona que, “la gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes; arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados”.

En base a esto, las dos muestras son aptas para la elaboración de adobes, pues su porcentaje de materia fina no es mayor al 45% (Asia 35%, Cieneguilla 28%) y la arena varía entre 55%-70% (Asia 59%, Cieneguilla 63%).

En cuanto al porcentaje de humedad, el suelo de Asia presentó 1,2%, mientras que el de Cieneguilla presentó 1,3%.

La prueba de límite líquido dio como resultado 20% para Asia y 21% para Cieneguilla. Se comprobó la falta de límite plástico lo cual certificó la alta cantidad de arena que poseen las muestras y el poco porcentaje de arcilla. Estos datos dan una idea de que la resistencia del suelo de Cieneguilla, al esfuerzo cortante, es mayor.

Los resultados de la Tabla 1 definen a la muestra de Cieneguilla como la de mayor resistencia a la compresión (1,7 MPa). Esta prueba permite obtener el valor de carga del suelo respecto al esfuerzo de corte producido.

Tabla 2. Apreciación de limo y arcilla en los suelos estudiados a través de la prueba de la botella

Partes del suelo	Identificación del suelo			
	Asia		Cieneguilla	
	altura (cm)	cantidad (%)	altura (cm)	cantidad (%)
Limo	2,2	28,2	1,7	20,5
Arcillas	0,5	6,4	0,6	7,2
Total de finos	2,7	34,6	2,3	27,7
Total del suelo	7,8	100	8,3	100

La muestra del suelo de Asia contiene mayor cantidad de material fino, sin embargo no está bien proporcionada. Por otro lado, la muestra de Cieneguilla posee menor porcentaje de material fino sin embargo, es resistente ya que su porcentaje de limos se encuentra en los parámetros establecidos por el NTE E.080 (2006): el porcentaje de limo debe variar de 15% a 25%. Con estos resultados se comprueba que la prueba de la botella es eficiente para determinar el porcentaje de finos de los suelos estudiados.

Se decidió trabajar con el suelo de Asia, y añadir materiales que mejoren su resistencia a la compresión, debido a que al comparar los dos suelos la muestra de Asia mostró desbalance respecto al contenido de material fino, ya que sus porcentajes no están en el rango del RNE E.080 (2006) a pesar que existe un margen de error aproximado al 1%.

5.2 Definición de la mezcla (tierra + aditivo)

Luego de realizar las pruebas de compresión simple en el laboratorio, a las mezclas de tierra con los tres aglomerantes en las tres proporciones definidas, se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 3 y figura 3.

Tabla 3. Resistencia a la compresión simple de adobes con adición de material reciclable según la NTE E.080 (2006)

Material reciclable/ cantidad	Resistencia a la compresión (MPa)		
	papel	Cartón	Tetra Pak
0%	1,2	1,2	1,2
2,5%	1,2	0	1,8
5%	2,2	2,0	1,9
10%	1,8	2,1	1,6

adobe sin aditivo

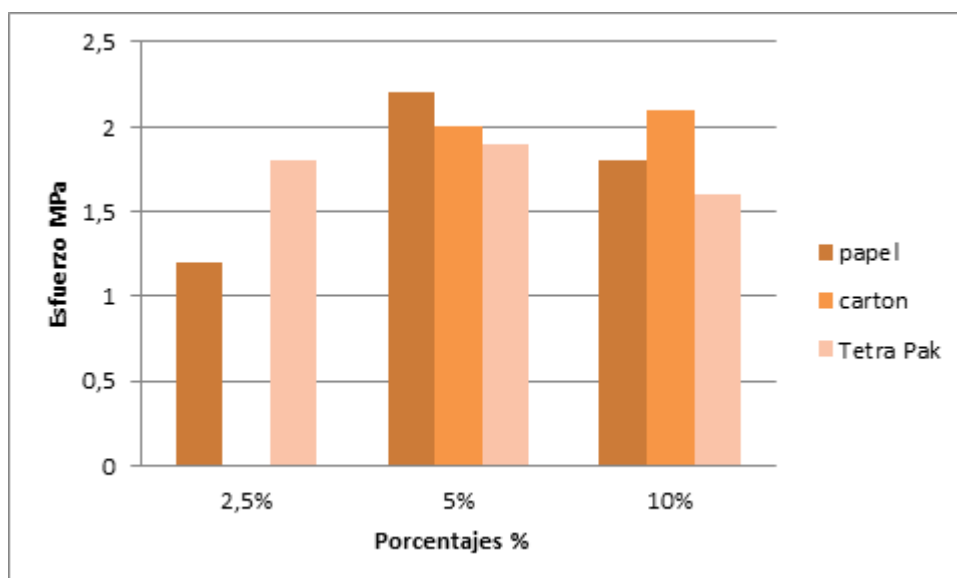


Figura 3. Resistencia a la compresión simple de adobes con adición de material reciclable

Finalmente se halló que la muestra al 2,5% de cartón no se pudo ensayar en el laboratorio, como se observa en el gráfico, debido a que el volumen de material reciclado que se necesitaba para el peso necesario en la mezcla era menor al volumen necesario tanto en la mezcla de 2,5% de papel y de Tetra Pak; esto significa que al tener menor volumen en la mezcla el cartón absorbe más humedad del agua y mucilago por lo que no tuvo consistencia y no logró secar, manteniendo sus medidas iniciales a la elaboración de las pruebas.

6. CONCLUSIONES

Al aumentar el porcentaje de arcilla se logra que la muestra de adobe de Asia este mejor gradada y acorde a las especificaciones de la NTE E.080 (2006), para que el suelo posea una resistencia a la compresión adecuada. Según la tabla 3 se logra el objetivo del estudio con todas las mezclas, sin embargo el mejor resultado se obtuvo al 5% del papel periódico con una resistencia de 2,2 MPa, es decir, se mejoró la resistencia al corte en un 79%. El resultado más bajo se obtuvo al adicionar a la muestra papel al 2,5%, siendo la resistencia 1,2 MPa. No presentó cambios a su valor de resistencia previo.

La muestra con 5% de papel logró el mejor resultado según la tabla 3, debido a que al mezclar el agua y el mucílago de linaza junto con el papel periódico, logran su desintegración, y así hallar la arcilla que contiene este elemento reciclado. Esta arcilla al mezclarse con el mucílago de linaza, el agua y la tierra crean una cohesión que permite que el adobe incremente su resistencia al corte y es por esta razón que el adobe del 5% es la mezcla ideal para su fabricación con materiales reciclables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM D422-63 (2007) e2. Standard test method for particle-size analysis of soils (Withdrawn 2016), ASTM International, West Conshohocken, PA, 2007, www.astm.org
- ASTM D2216-98, Standard test method for laboratory determination of water (Moisture) content of soil and rock by mass. ASTM International, West Conshohocken, PA, 1998, www.astm.org
- ASTM D4318-10e1, Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2010, www.astm.org
- Hennenberg-De León, A; Briceño, D. (2016). Ensayos a mezclas de barro estabilizadas para el relleno y empaquetado de paredes de bahareque. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 17(1), 143-154. México: UNAM.
- Juarez B. (1974): Mecánica de suelos I: Fundamentos de la mecánica de suelos. México Editorial Limusa.
- Organización para el Desarrollo Sostenible (2015). En Lima solo el 1% de los desechos son reciclados; Disponible en <http://www.ods.org.pe/noticia.php?id=15&idioma=1>. Anexado el 4/11/2015. Última revisión 02/08/2016
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2006). NTE.080 Adobe. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Disponible en: http://www.construccion.org.pe/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_080.pdf
- Vargas, L. A. (2007). Uso de fibras de papel periódico, cal hidratada y alumbre en la elaboración de un material compuesto (Maestría en Arquitectura). Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Colima– FAD/UC. Coquimatlán, México.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Centro de estudios para comunidades saludables de la universidad Ricardo Palma CECOS-BRIGURP por apoyarnos con el desarrollo de esta investigación y darnos la oportunidad de desenvolvernos como profesionales, en especial a los técnicos encargados de los laboratorios de mecánica de materiales y mecánica de suelos, y a nuestros compañeros por las horas compartidas.

AUTORES

Estefany Farias Esquivas, estudiante de ingeniería civil de la universidad Ricardo Palma, integrante del Centro de Estudios para Comunidades Saludables CECOS-BRIGURP, participante del congreso Siacot 15 en la sección de exposición de paneles.

Oscar Andres Paz Cáceres, alumno de la escuela de Ingeniería Civil. Universidad Ricardo Palma. Miembro voluntario, Coordinador de alumnos del Centro de Estudios para Comunidades Saludables CECOS-BRIGURP.

María Teresa Méndez Landa, Doctora en Educación por la Universidad San Martín de Porres. Arquitecta por la Universidad Nacional de Ingeniería. Profesora Asociada en facultades de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú. Coordinadora y directora de proyectos de investigación del Centro de Estudios para Comunidades Saludables y Jefe del Laboratorio de Construcción de la Facultad de Ingeniería. Universidad Ricardo Palma. Directora de ponencias presentadas al TerraBrasil 2008, 2010 y 2012, SIACOT 2009 y 2015, NOCMAT 2013, Ekotectura 20014 y TerraBrasil 2014.



ESTABILIZAÇÃO ALCALINA DE SOLOS CAULINÍTICOS PARA FABRICAÇÃO DE ADOBES

Adriano da Silva Félix¹; Beatriz Lemos Cavalcante de Carvalho Santiago²; Raimundo Gonçalves Ribeiro Neto³; Normando Perazzo Barbosa⁴; Brunna Lima de Almeida Victor Medeiros⁵; Khosrow Ghavami⁶

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - Universidade Federal da Paraíba - Campus João Pessoa, Brasil
¹adriano.s.felix@hotmail.com; ³rnetogoncalves@hotmail.com; ⁴nperazzob@yahoo.com.br

² Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal da Paraíba - Campus João Pessoa, Brasil,
beatrizlemos_s@hotmail.com

⁵ Departamento de Engenharia Engenharia de Materiais - Universidade Federal de Campina Grande - Campus Campina Grande, Brasil, prof.brunna.almeida@gmail.com

⁶ Prof. Emérito da Universidade Federal da Paraíba - Campus João Pessoa, Brasil
ghavami@puc-rio.com.br

Palavras-chave: adobe, solo, ativação alcalina, estabilização, água

Resumo

O adobe é certamente um dos materiais mais antigo da humanidade e de menor custo energético entre os materiais de construção. Devido ao seu processo produtivo esse material se torna suscetível à ação da água, sendo necessária sua estabilização. Um novo método de estabilização proposto para aumentar a durabilidade do adobe é o da ativação alcalina. Nesse caso, o ligante alcalino é formado pela dissolução de partículas ricas em sílica e alumina submetidas a um ambiente alcalino. O presente trabalho tem como objetivo realizar a estabilização do solo caulinitico por meio da ativação alcalina para fabricação de adobes, sem a adição de precursores geopoliméricos, com o intuito de melhorar suas características mecânicas e resistência a ação da água. Foram elaboradas misturas com o solo no estado natural (SN) e solo calcinado (SC) com dois tipos de concentrações molares para as soluções alcalinas (10 mols e 12 mols). Para melhorar sua reatividade, o solo foi moído até passar na peneira de nº 325. As amostras foram submetidas a dois processos de cura diferentes (cura ambiente 28°C e cura em estufa elétrica 65°C) e realizado os ensaios de imersão em água e resistência à compressão simples. Os resultados parciais mostram que os adobes produzidos com essas misturas têm maior durabilidade à ação da água, com absorção dentro do limite previsto em norma para o tijolo de solo-cimento e resistência à compressão que varia de 6,3 MPa à 21,7 MPa. Isto possibilita a produção em larga escala de adobes para construção de habitação de interesse social com baixo custo energético no processo produtivo.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a população mundial sofre bastante com a falta de moradia devido aos elevados custos dos materiais de construção industrializados disponíveis no mercado. Além disso, esses insumos necessitam de grandes quantidades de energia no seu processo produtivo e consequentemente geram demasiada deposição de resíduos no meio ambiente. Existem algumas técnicas construtivas como alternativa para reduzir esses problemas, entre elas há as técnicas de construção com terra.

São vários os benefícios do uso da terra como material de construção: disponibilidade; excelente desempenho térmico; absorção e liberação de umidade, mantendo o ambiente saudável, poluição mínima e baixo consumo energético; fácil reincorporação a natureza podendo também com a terra, gerarem-se tecnologias apropriadas (Barbosa, Mattone, 2002; Minke, 2006). Entre as diversas técnicas que utilizam a terra como matéria-prima para construção pode se citar a do adobe como uma das que causam menos impacto ao meio ambiente (Degimenci, 2008; Millogo, Morel, 2012; Barbosa, Ghavami, 2015; Corrêa et al. 2015; Félix et al. 2015).

O adobe é uma técnica de construção com terra de fácil produção, que consiste na moldagem da mistura plástica de solo e água, moldado em formas de madeira ou metálicas e postos para secagem ao ar livre a meia sombra (Rogers, Smalley, 1995; Torgal, Eires, Jalali, 2009). Consequentemente, devido a grande facilidade de produção e matéria-prima abundante, esse material foi utilizado nas primeiras construções e vem sendo até os dias atuais (Torgal, Eires, Jalali, 2009).

Porém, quando produzido apenas com solo e água, o adobe tem sua durabilidade reduzida quando exposto a ação da água, sendo necessário a sua estabilização com produtos químicos como cimento Portland, cal, gesso, soluções betuminosas, saliva sintética do cupim ou materiais naturais, como é o caso do amido de mandioca (Corrêa et al, 2006; 2015; Barbosa, Ghavami, 2007; Veiga, 2008; Félix et al, 2015). Outra forma de estabilização química é a ativação alcalina ou geopolimerização. Nesse método, partículas ricas em sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3) presentes, ou adicionadas, ao solo reagem em um ambiente de alcalinidade elevada, formando um ligante suplementar de estrutura amorfa.

A observação realizada pelo professor e pesquisador Joseph Davidovits (1979; 1987; 1991), na década de 70, de difratogramas de um material amorfo de aluminossilicato obtido pelo precursor caulim e soluções altamente alcalinas de hidróxido de sódio e silicato de sódio, resultou no termo conhecido atualmente como geopolímero. Esse nome derivou-se de um pensamento quanto a sua valia tecnológica, onde “geo” refere-se à natureza da matéria do material inorgânico e “polímero” refere-se à estrutura análoga a de polímeros orgânicos, já que a descoberta surgiu em pesquisas envolvendo polímeros inorgânicos inflamáveis que servissem de material ligante alternativo em meio à crise energética da época.

Atualmente diversos materiais servem como precursores geopoliméricos, em especial as argilas calcinadas. Como o adobe é preparado, em geral, por solos argilosos ricos em sílica e alumina, torna-se possível a estabilização desse material por meio da dissolução desses minerais em meio alcalino (Diop, Crutzerck, 2008; Hohsen, Mostafa, 2010; Diop, Crutzerck, Molez, 2011; Oliveira et al, 2014; Slaty et al, 2015).

2 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo realizar a estabilização do solo caulinitico por meio da ativação alcalina para fabricação de adobes sem a adição de precursores geopoliméricos, com o intuito de melhorar suas características mecânicas e resistência a ação da água.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados nesse estudo foram: solo local (in natura e calcinado), silicato de sódio industrializado (Na_2OSiO_3), hidróxido de sódio (NaOH), água da rede de distribuição pública. Os ensaios de caracterização dos materiais foram realizados no Laboratório de Ensaios de Materiais e Estruturas (LABEME) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

3.1 Caracterização física do solo

O solo utilizado tem uma cor levemente amarelada e sua caracterização foi realizada no seu estado físico natural como é sumarizado na tabela 1.

Para que o solo possa reagir com as soluções alcalinas, o mesmo deve estar com uma granulometria bastante fina. Dessa forma, o solo usado passou por um processo de moagem que modificou sua composição física para otimizar a ativação, como pode ser visto na tabela 2, e após esse processo foi peneirado na peneira de nº 325 (abertura de malha de 0,045 mm).

Tabela 1 - Caracterização do solo no estado natural

Composição granulométrica do solo in natura (%)	
Pedregulho (>2,00mm)	3
Areia grossa (0,06 mm a 2,0 mm)	47
Areia fina (0,074mm a 0,42mm)	33
Silte +Argila (< 0,06 mm)	17
Limites de Atterberg (%)	
Limite de liquidez	23,2
Limite de plasticidade	18,7
Índice de plasticidade	11,8

Tabela 2 – Finura Blaine do solo de acordo com o tempo de moagem e número de rotações

Número de rotações [x 1000 unid.]	Tempo de moagem [mi]	Finura Blaine [cm²/g]
10,0	161	8.974

3.2 Composição química do solo

Para a caracterização química do solo foram realizados os ensaios de difração de raio-x (DRX), onde o material estudado tem uma grande predominância do argilomineral caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) e fluorescência de raio-x (FRX). Os resultados da caracterização química do solo são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Composição química do solo

Composto químico	Solo (%)
Sílica (SiO_2)	66,045
Alumina (Al_2O_3)	22,361
Hematita (Fe_2O_3)	7,859
Titânio (TiO_2)	2,844
Potássio (K_2O)	0,076
Cálcio (CaO)	0,167
Sódio (Na_2O)	0,171
Magnésio (MgO)	0,082
Outros	0,569

Geralmente, para o processo de ativação alcalina ou geopolimerização é utilizado um material fonte de sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3) que é chamada de precursor. Um dos materiais mais utilizados para esse processo é o metacaulim, por apresentar uma elevada concentração desses óxidos no seu estado amorfo. Nessa lógica foi utilizado o solo na forma natural e calcinado. O solo passou por um processo de calcinação à 700° C durante um período de 2 horas.

3.3 Água

Para moldagem dos corpos de prova foi utilizada água da rede distribuidora que abastece a UFPB.

3.4 Soluções alcalinas (silicato de sódio e hidróxido de sódio)

Foi utilizados silicato de sódio industrializado com relação $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O} = 2,17$ em massa e pH de aproximadamente 13. O hidróxido de sódio, em escamas, tinha concentração de 98% e pH de 13.

3.5 Misturas

Para a produção das misturas ativadas alcalinamente foi utilizado o método sugerido por Davidovits (1982) para gerar os compostos do tipo NaPSS (polissialatosiloxo de sódio) que tem a relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 4$. Este método consiste em preparar uma mistura de aluminossilicatos em solução alcalina, em que a composição da mistura tenha razões molares de óxidos dentro dos valores indicado na tabela 4.

Tabela 4 – Razão molar necessária para a formação de geopolímeros

Razões molares dos óxidos	
$\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$	0,20 a 0,28
$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	3,50 a 4,50
$\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$	15,00 a 17,50
$\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$	0,80 a 1,20

Para a moldagem dos corpos de prova foram elaboradas soluções alcalinas de hidróxido de sódio e silicato de sódio de 10 mols e 12 mols e adicionadas ao solo no estado natural (SN) e solo calcinado (SC). Foram moldados corpos de prova cilíndrico de 5 cm x 10 cm e adensado durante 2 minutos usando a base de um agitador de peneiras. Após 10 minutos do processo de moldagem aos corpos de prova foram retiradas dos cilindros e colocadas em um saco plástico para ajudar a conservar a água da mistura e só retirada após 3 dias (Sumajow, Rangan, 2006; Félix et al, 2015) (figura 1). Em seguida eram retiradas e submetidas ao processo de cura térmica em estufa elétrica a 65°C e cura ambiente de aproximadamente 28°C.



Figura 1 - Corpos de prova cilíndrico de 5 cm x 10 cm e confinamento em saco plástico

As proporções dos materiais para a ativação alcalina da terra caulinitica são apresentadas na tabela 5.

Tabela 5 – Quantidades dos materiais para o solo in natura e calcinado para a elaboração de 10 corpos de prova

Solo in natura (g)	Molaridade	Ativador alcalino		
		Na ₂ O.2SiO ₃ (g)	NaOH (g)	Água (%)
SN – 3.400	10 Mols	50	280	20
SN – 3.400	12 Mols	50	340	20
Solo calcinado (g)	Molaridade	Ativador alcalino		
		Na ₂ O.2SiO ₃ (g)	NaOH (g)	Água (%)
SC – 3.400	10 Mols	50	280	20
SC – 3.400	12 Mols	50	340	20

O procedimento de moldagem dos corpos de prova pode ser visto na figura 2.

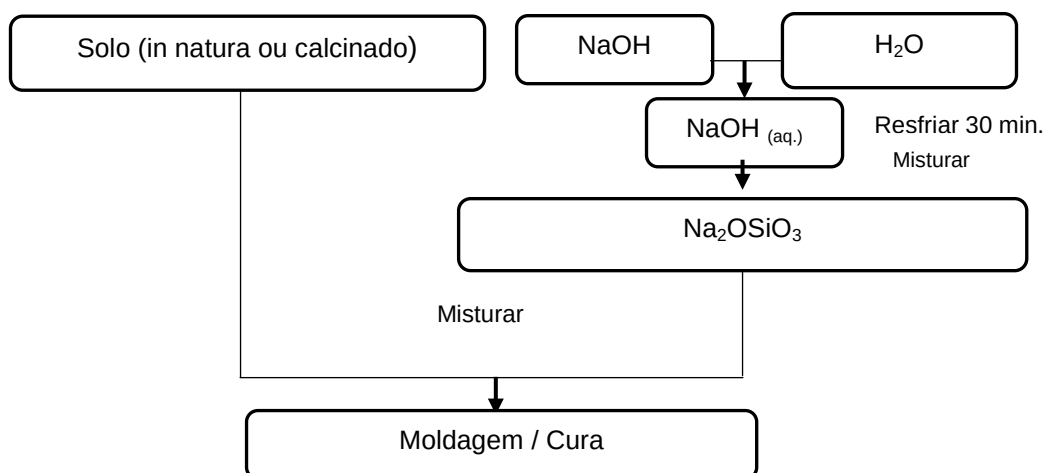


Figura 2 – Esquema sequencial do processo de moldagem

3.6 Ensaios de resistência à compressão, resistência à ação da água, absorção de água e perda de massa

Os ensaios de resistência à compressão, resistência à ação da água, absorção e perda de massa foram feitos considerando-se uma adaptação da norma NBR 8492 (ABNT, 2012). A absorção foi determinada pela equação (1) nos corpos de prova que resistiram à ação da água e foi possível determinar sua massa após o ensaio.

$$W = \frac{P_w - P_s}{P_s} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

W: absorção de água (%)

P_w: massa úmido (g)

P_s: massa seca (g)

A perda de massa foi determinada pela (equação 2).

$$M = \frac{P1 - P2}{P2} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

M: Perda de massa (%)

P1: Massa antes do ensaio (g)

P2: Massa depois do ensaio (g)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resistência à ação da água, absorção de água e perda de massa

Todos os corpos de prova apresentaram um bom desempenho quando submetidos ao ensaio de imersão (figura 3). De acordo com Davidovits, (1979) e Diop e Crutzerck (2008) esse fato se deve ao potencial de dissolução dos alumino-silicatos presentes no solo caulinítico exposto em um meio de alta alcalinidade, dessa forma sintetizando um material mais coeso e de difícil solubilidade em meio aguoso ou ácido.

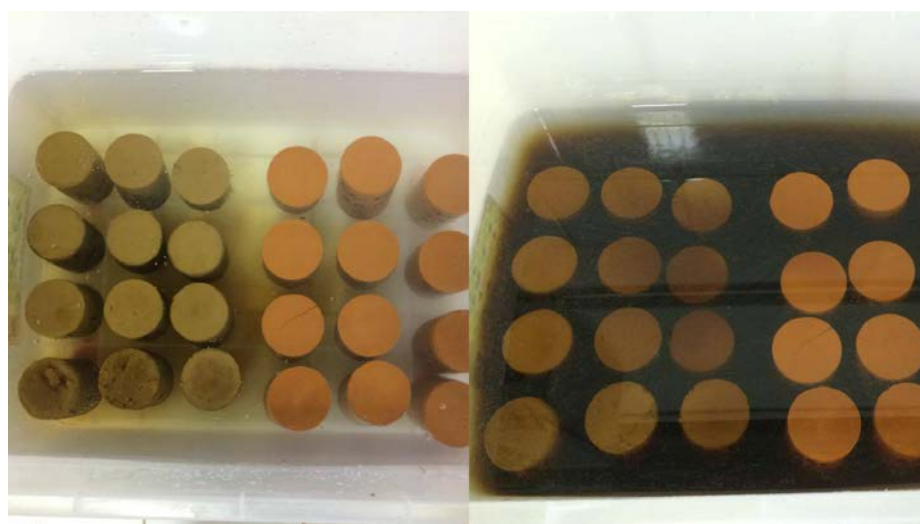


Figura 3 - Corpos de prova imersos no início do ensaio e ao termino depois de 24 horas.

Os resultados desse ensaio são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 – Resultados do ensaio de resistência à água, absorção e perda de massa por imersão

Amostras em cura ambiente 28° C	Massa (g)	Integridade dos corpos de prova imersos em água por 24h	Massa úmida (g)	Massa seca (g)	Massa da água (g)	Absorção de água (%)	Perda de massa (g)	Perda de massa (%)
SN-10 Mols	318,5	sim	356,1	317,0	37,6	11,8	1,5	0,48
SN-12 Mols	314,30	sim	347,7	311,0	33,4	10,6	3,3	1,06
SC-10 Mols	330,4	sim	380,4	329,2	50,0	15,1	1,3	0,38
SC-12 Mols	331,9	sim	379,0	328,8	48,1	14,2	3,1	0,93

Amostras em cura elétrica 65°C	Massa (g)	Integridade dos corpos de prova imersos em água por 24h	Massa úmida (g)	Massa seca (g)	Massa da água (g)	Absorção de água (%)	Perda de massa (g)	Perda de massa (%)
SN-10 Mols	303,2	sim	338,7	300,1	35,5	11,7	3,1	1,02
SN-12 Mols	318,7	sim	350,0	314,3	31,3	9,8	4,4	1,40
SC-10 Mols	331,4	sim	381,7	331,1	50,3	15,2	0,3	0,09
SC-12 Mols	330,5	sim	375,9	327,9	45,4	13,7	2,6	0,79

Todas as amostras obtiveram resultados de absorção dentro dos valores exigidos pela norma NBR 8492 (ABNT, 2012). As misturas de solo calcinado (SC) apresentaram valores maiores em relação aos do solo natural (SN) devido a sua maior reatividade por conter maior quantidade de material amorfo em sua composição proveniente do mineral metacaulinitico, que acelera o processo de dissolução dos alumino-silicatos por meio de uma reação exotérmica e consequentemente eliminando a água da mistura de forma mais rápida (Davidovits, 1979).

4.2 Resistência à compressão

Todas as misturas tiveram resistência à compressão com valores superiores a da norma NBR 8492 (ABNT, 2012), podendo ser usados para fabricação de adobes com função estrutural como pode ser visto na figura 4 e 5.

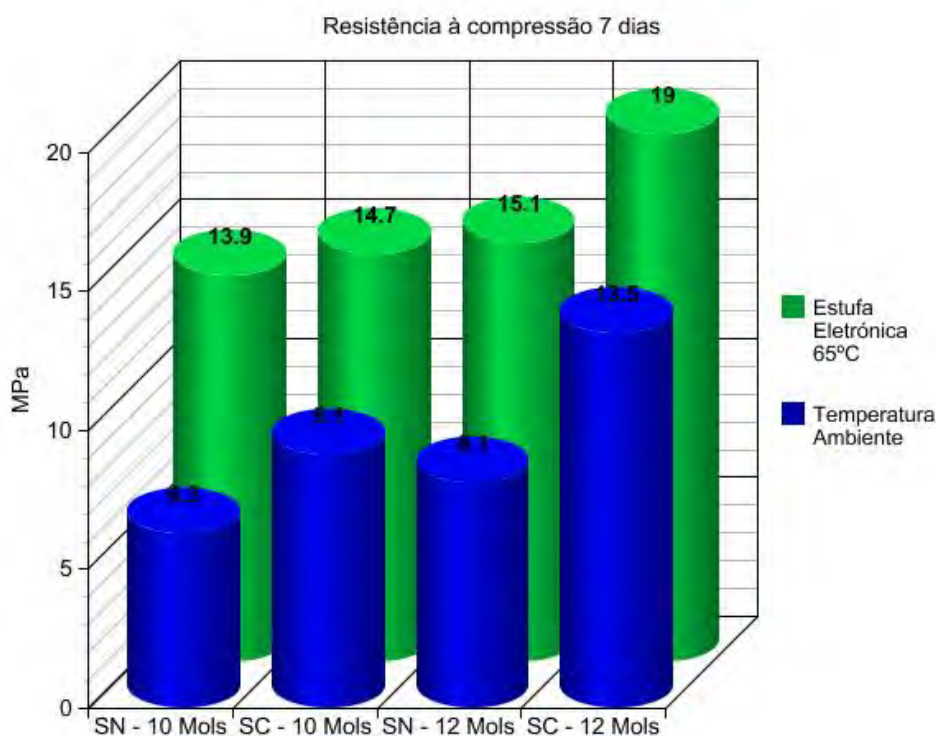


Figura 4 - Resistência à compressão das amostras de 7 dias

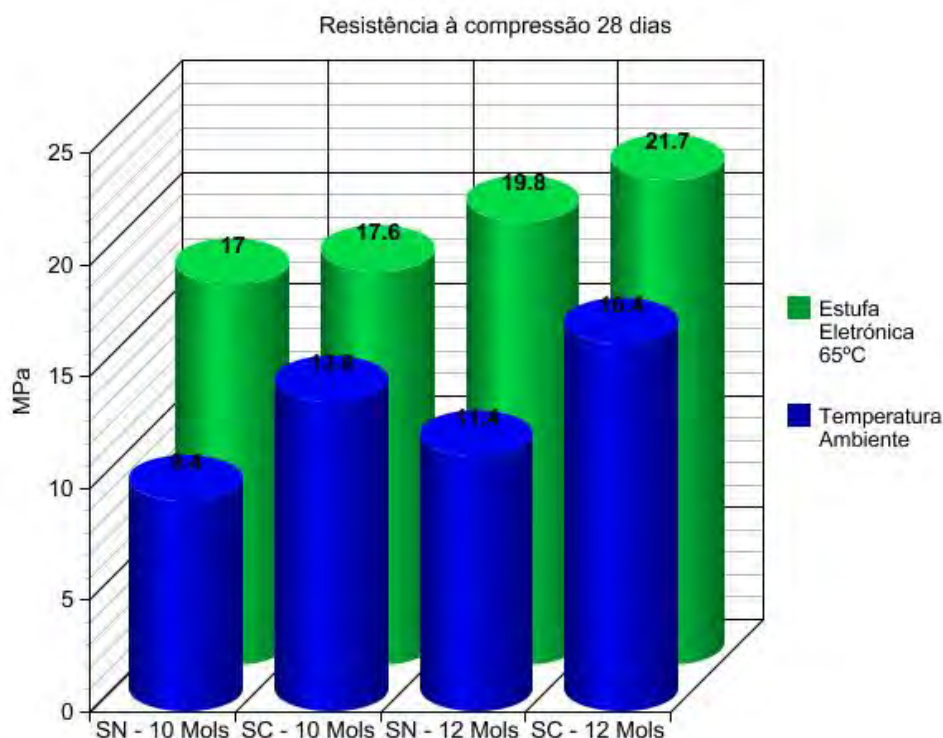


Figura 5 - Resistência à compressão das amostras de 28 dias (média de 5 corpos de prova)

As amostras que obtiveram os melhores resultados foram as curadas em estufa elétrica, em algumas misturas foi possível obter um aumento de resistência próximo de 50% em relação as amostras que foram submetidas a cura ambiente, esses resultados são semelhantes aos da literatura sobre adobes produzidos com ligantes ativados alcalinamente. Outro fator interessante é a evolução da resistência mecânica em relação ao aumento da molaridade da solução, segundo Diop e Crutzerck (2008), Diop, Crutzerck e Molez (2011), esse fato se deve ao maior potencial de dissolução da solução alcalina, porém foram registrados nas misturas de 12 mols o surgimento de carbonato de sódio (eflorescência) que, a longo prazo, é prejudicial para a durabilidade das alvenarias construídas com esse material, de certa forma sendo preferencial o uso das misturas com soluções de 10 mols.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi possível identificar o potencial de sintetização do solo caulinítico exposto a um meio de alcalinidade elevada para a produção de adobes que podem ser usados para alvenaria de vedação ou estrutural. Para estudos futuros estão sendo elaboradas misturas onde as soluções tenham uma menor quantidade de NaOH, tendo em vista o aparecimento de carbonato de sódio e o uso do solo caulinítico com uma finura mais elevada ou um solo que tenha predominância de outro argilomineral. É importante o conhecimento dessas outras variáveis a fim de proporcionar a estabilização do solo de forma que evite o uso de precursores geopoliméricos e tornando simples o uso dessa técnica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012). NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=193718>>

Barbosa N. P, Ghavami K. (2007). Terra crua para edificações. São Paulo: IBRACON, 2007, v. 2, p. 1505-1538.

- Barbosa, N. P.; Ghavami, K. (2015). Earth construction and sustainability. *Key Engineering Materials*, 634, 433-446.
- Barbosa, N. P.; Mattone, R. (2002). Construção com terra crua. I Seminário Ibero-americano de Construção com Terra. Salvador, BA, Anais Proterra/CYTED. Disponível em: www.passeidireto.com/arquivo/2106795/2-terra-cap-ibracon/11.
- Corrêa, A.; Teixeira, V.; Lopes, S.; Oliveira, M. (2006) Avaliação das propriedades físicas e mecânicas do adobe (Tijolos de terra crua). *Lavras* 30, p. 503-515.
- Corrêa, A. A. R.; Mendes, L. M.; Barbosa, N. P.; De Paula Protásio, T.; De Aguiar Campos, N.; Tonoli, G. H. D. (2015). Incorporation of bamboo particles and "synthetic termite saliva" in adobes. *Construction and Building Materials*, 98, 250-256.
- Davidovits, J. (1979). Synthesis of new high-temperature geo-polymers for reinforced plastics/composites. Annual Pacific Technology Conference Technical Displays, 4: 151-154.
- Davidovits, J. (1982) Mineral polymers and methods of making them. US Patent 4.349.386. 14 Set 1982. Disponível em: < <http://www.google.com/patents/US4349386>>.
- Davidovits, J. (1987). Ancient and modern concretes: What is the real difference? *Concrete International*, v. 9, nº 12, p. 23-35, Dezembro.
- Davidovits, J. (1991). Geopolymers: inorganic polymeric new materials. *Journal of Thermal Analysis* 37, 1633.
- Degirmenci, N. (2008). The using of waste phosphogypsum and natural gypsum in adobe stabilization. *Construction and Building Materials*, 22, 1220–1224.
- Diop, M. B.; Crutzerck, M. W. (2008). Low temperature process to create brick. *Construction and Building Materials*, 22, 1114–1121.
- Diop, M. B.; Crutzerck, M. W.; Molez, I. (2011). Comparing the performances of bricks made with natural clay and clay activated by calcination and addition of sodium silicate. *Applied Clay Science*, 54, 172–178.
- Félix, A. S.; Fereira, P. R. L.; Barbosa, N. P.; Ghavami, K. (2015). Estabilização alcalina de adobes. 15º Seminário Iberoamericano de Arquitetura y Construcción con Tierra – SIACOT. Cuenca, Ecuador.
- Hohsen, Q., Mostafa, N. Y. (2010). Investigating the possibility of utilizing low kaolinitic clays in production of geopolymer bricks. *Ceramics – Silikáty*, 54 (2), 160-168.
- Millogo, Y.; Morel, J.C. (2012). Microstructural characterization and mechanical properties of cement stabilized adobes. *Materials and Structures*, 45, 1311–1318.
- Minke, G. (2006) Building with earth, Design and technology of a sustainable architecture. Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel- Berlin-Boston.
- Oliveira, L. S.; Barbosa, N. P.; Carvalho, C. M.; Santos F. S. (2014). Stabilization of raw earth through alkaline activation. *Key Engineering Materials*, 600, 215-224.
- Rogers, C. D. F.; Smalley, I. J. (1995). The adobe reaction and the use of loess mud in construction. *Construction and Building Materials*, 40, 137-138.
- Slaty, F.; Khoury, H.; Rahier, H.; Wastiels, J. (2015), Durability of alkali activated cement produced from kaolinitic clay. *Applied Clay Science*, 104, 229–237.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos técnicos do Laboratório de Ensaio de Materiais e Estruturas (LABEME) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que com muito presteza ajudou para a conclusão desse trabalho.

AUTORES

Adriano da Silva Félix, mestrando em engenharia civil e ambiental da Universidade Federal da Paraíba, tecnólogo em construção de edifícios. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/3616946997976293>.

Beatriz Lemos Cavalcante de Carvalho Santiago, mestranda em arquitetura e urbanismo na Universidade Federal da Paraíba, arquiteta. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/547535055494039>.

Raimundo Gonçalves Ribeiro Neto, graduando em engenharia civil na Universidade Federal da Paraíba. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/6404781036654835>.

Brunna Lima de Almeida Victor Medeiros, professora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, doutoranda em engenharia de materiais na Universidade Federal de Campina Grande. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/9966295997259863>.

Normando Perazzo Barbosa, professor titular do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/6420367558476872>.

Khosrow Ghavami, Prof. Aposentado da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Prof. Emérito da Universidade Federal da Paraíba. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/1427567976681355>.



EL TECHO DE MOJINETE COMO PARTE DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA Y SU CONNOTACION TÉRMICA, MOQUEGUA, PERÚ

María Angélica Guevara Lactayo¹, Liliana Elisa Román Chipoco²

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú

¹mguevaralactayo@yahoo.es; ²liliiromanch@hotmail.com

Palabras clave: forma arquitectónica, clima, material, comportamiento térmico

Resumen

La arquitectura civil del siglo XVIII con techo de mojinete, es representativa de Moquegua, ciudad del Perú, constituyendo parte de su identidad. Para una comprobación rigurosa de su función dentro del objeto arquitectónico, en este trabajo se analizará el comportamiento térmico del techo de mojinete desde la particularidad de su forma, uso de materiales y ubicación de vanos que en conjunto, responden a la necesidad de un mejor desempeño y adaptación a su clima caluroso y de lluvias escasas. El objetivo principal del estudio es realizar una evaluación térmica del techo de mojinete, teniendo en cuenta su configuración física, que permita definir su función dentro de un espacio y objeto arquitectónico y su desempeño respecto de las características climáticas de Moquegua. La metodología es analítica, está basada en conceptos relacionados al comportamiento térmico del elemento arquitectónico cuya forma plantea una respuesta al desplazamiento del sol, a las características térmicas de los materiales de construcción usados y a las aberturas altas relacionadas al desplazamiento del aire caliente que por su densidad se ubica en la parte superior de la edificación. Se usará como recurso el software Ecotect y se evaluará el comportamiento de la temperatura interna de la edificación con techo de mojinete a lo largo del año, comparándose con el clima del lugar para definir su grado de eficiencia. El techo de mojinete con inclinación de 50° en promedio recibe menor radiación solar que el techo plano y responde en especial a la alta temperatura del lugar y no a las lluvias escasas. La edificación presenta aberturas bajas para el ingreso de aire fresco y aberturas altas relacionadas al techo para la salida del aire caliente reduciendo la alta temperatura del lugar. El material utilizado en muros y techo no permite su calentamiento en el día y reduce la pérdida de calor en la noche.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como propósito analizar el comportamiento térmico de un techo de características especiales con que cuenta la arquitectura vernácula de Moquegua, ciudad del Perú que pertenece a la zona de trópico templado.

Se analizará la forma y conformación que presenta, así como el material del que ha sido construido, definiendo si su comportamiento térmico se adecua a las características del clima de Moquegua.

La arquitectura civil en Moquegua se inicia en 1625 con la fundación de la villa Santa Catalina de Moquegua, desarrolla una economía sustentada en la siembra de la uva y sus edificaciones se construyen utilizando el material típico de la zona, dando origen a una arquitectura con características locales como respuesta al clima del lugar. Posteriormente se dedican a la comercialización de vinos con ciudades del Altiplano del que traen entre otras cosas maderas como las lumas, las que se empleaban en los tijerales de los techos de mojinete.

2. OBJETIVO

El objetivo del estudio es realizar una evaluación térmica del techo de mojinete, teniendo en cuenta su configuración física, que permita definir su función dentro de un espacio y objeto arquitectónico y su desempeño respecto de las características climáticas de Moquegua.

3. METODOLOGIA

La metodología es analítica, está basada en conceptos relacionados al comportamiento térmico del elemento arquitectónico, cuya forma plantea una respuesta al desplazamiento del sol, a las características térmicas de los materiales de construcción usados y a las aberturas altas relacionadas al desplazamiento del aire caliente que por su densidad se ubica en la parte superior de la edificación.

4. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

4.1. El techo de mojinete

La arquitectura propia de Moquegua cuenta con un tipo de techo particular de algunas ciudades del sur del Perú como Ilo, Moquegua y Tacna

La forma del techo surge de la estructura de mojinete de par y nudillo que se usó en Arequipa antes de la llegada de los españoles afirma Burga (2010, p.77), se elimina la cúspide del par dejando el nudillo como remate del techo y se genera por lo tanto una pirámide trunca, así mismo afirma que podría resultar de la influencia de la bóveda de sillar arequipeña trabajada en tres tramos rectos, los tensores rectos que se usan en la bóveda y también en el mojinete demuestran esta posibilidad.

Según Burga (2010, p.77 y 81) el techo se construía con segmentos de madera ya acerrados de sección limitada que llegaban al Perú desde Estados Unidos, con esta madera construían un costillar de viguetas de madera generalmente de pino Oregón encima de este se colocaba un machihembrado, el sistema constructivo era denominado *baloon frame*, luego fibra vegetal y finalmente barro.

Según Pérez (2014) el mojinete está conformado por lumas empleadas en los tijerales que sirven para sostener las cañas unidas por tirillas de cuero fresco sin curtir y con una capa de barro encima, se hacían descansar en las paredes de adobe de las viviendas, cuyo piso de tierra, lucía en algunas, baldosas de piedra labrada de calicanto, cuando su uso se generalizó al descubrirse las canteras de Moquegua.

Según Burga (2010) además se resuelve con el mojinete dos problemas el constructivo estructural que se refiere a la necesidad de contar con muros de adobe de poca altura debido a los sismos, pero con espacios de mayor altura que resuelve el problema térmico eliminando el aire caliente en especial en verano generando corrientes de aire que van hacia los vanos altos ubicados en dos hastiales opuestos.

El mojinete puede ser triangular o trunco con ángulos de inclinación de 55° en la pirámide trunca y 51° en los triangulares (Pérez, 2014).

4.2. Los muros que acompañan al techo de mojinete

Presenta una planta cuadrada o rectangular, en la parte interna la altura puede llegar hasta 4,50 m, el espacio se reduce en altura, pero el techo de mojinete le ayuda a incrementarla colaborando en la disipación del calor y adquiriendo una escala más adecuada. Las casonas de Moquegua son más sólidas, con paredes de adobe de 0,60 m ó 0,90 m de espesor y 4,50 m de altura, algunas de ellas con fachada o portada de piedra, generalmente con un patio inmediato desde la calle y menor número de casonas con zaguán previo.

Los muros guardan una proporción en relación al ancho de la edificación y en relación a la altura del mojinete según Pérez (2014). Con mojinete trunco la relación es: si se considera como b la altura del mojinete, la altura del muro debe ser b más 60% de b , el ángulo de inclinación del techo es de 55° en relación a la horizontal. Se da otro tipo de relación si el ancho del mojinete es igual a " a " la altura del muro debe ser $\frac{3}{4} a$. Para mojinete triangular con inclinación de 51° para una altura " a " de mojinete la altura del muro debe ser " a " más 10% de a .

4.3. Área de estudio

El área de estudio es la ciudad de Moquegua que se encuentra a -17,19 LS y a -70,93 LO, con una altitud de 1.410 msnm. Ubicada en el Trópico de Capricornio, una de cuyas características es que recibe el sol de forma muy vertical, por este motivo el calentamiento mayor se da sobre superficies horizontales.

4.4. Características del clima de Moquegua

La temperatura máxima en Moquegua se da a las 14:00 h con un valor de 28,1°C en promedio a lo largo del año y la mínima se presenta a las 6:00 h con un valor de 9,44°C en promedio a lo largo del año. Su temperatura tiene un comportamiento diverso, la máxima se encuentra por encima del confort en especial en los meses de setiembre a marzo y debajo del confort en su valor mínimo, existiendo una diferencia entre el valor menor del confort y la temperatura mínima de 6,91°C en promedio. La temperatura presenta una oscilación entre la máxima y la mínima de 17,49°C en promedio en la época de más calor.

La humedad se encuentra en el confort todo el día a lo largo del año.

En Moquegua la radiación sobre superficie horizontal es mucho mayor que la que incide sobre superficie vertical en especial desde las 9:00 h hasta las 15:00 h, logrando 5.757,39 W/m² en el momento que el sol está vertical, para lograr confort se deberá bloquear dicha radiación o inclinar los techos y sombrear los pisos. Los muros tienen una radiación menor y dependerá de su orientación así los muros orientados hacia el SE recibe a lo largo del mes una radiación de 862,89 W/m² en promedio y orientada al SO una radiación de 1.553,76 W/m².

El viento en Moquegua proviene del SO y su velocidad promedio es de 3,44 m/s, lo que hace descender la temperatura, colaborando con la máxima para lograr confort y siendo necesario bloquearla en la noche dado que la mínima está debajo del confort.

La precipitación es mínima, en Moquegua no tiene ninguna importancia.

Al analizar el confort interno de la edificación utilizando el ábaco psicométrico de Givoni, considerando una actividad sedentaria y un aislamiento por ropa no muy recargado, se evidencia que es muy importante bloquear la ganancia de calor de día y acumular calor en masa para el enfriamiento nocturno y acercarse al confort.

4.5. Características térmicas de los materiales usados en muros y techo

4.5.1. Muros de adobe

El adobe desde el punto de vista térmico es capaz de absorber, retener y restituir calor al interior cuando la temperatura mínima oscila, permitiendo que la temperatura interna se incremente. Es un material homogéneo, la propagación del calor por lo tanto es uniforme, al ser un material artesanal los componentes de la materia sólida no tienen una dimensión fija, y no se compacta ya que no es apisonado existiendo poros entre los elementos sólidos de tamaño diverso, puede haber humedad ya que puede absorberla del medio ambiente. El adobe presenta buen retardo térmico, depende directamente del espesor del muro e inversamente de la difusividad, la que depende directamente de la conductividad térmica e inversamente del calor específico y de la densidad del material. El espesor que presenta el muro es variado como mínimo es de 0,60 m, recibe un tarrajeo final que es de barro, cal o yeso.

Los componentes del adobe presentan las siguientes características térmicas: la tierra tiene una densidad de 1.790 kg/m³ (Méndez et al, 2008), un calor específico de 880 J/kg×K y una conductividad de 0,750 W/(m×K), el yeso tiene una densidad de 1.200 kg/m³, un calor específico de 840 J/kg×K y una conductividad de 0,520 W/(m×K).

4.5.2. Techo de madera y barro

El techo de madera y barro que además tiene una inclinación pronunciada tiene habilidad para reducir el impacto de la radiación sobre superficie horizontal o inclinada teniendo en cuenta que sus componentes tienen las siguientes características térmicas, la tierra tiene una densidad de 1.460 kg/m^3 , calor específico $880 \text{ J/kg}\times\text{K}$ y conductividad de $1.280 \text{ W/(m}\times\text{K)}$, cuenta además con una esterilla que presenta las siguientes características térmicas, densidad de 290 kg/m^3 , calor específico de $1.300 \text{ J/kg}\times\text{K}$ y conductividad de $0,055 \text{ W/(m}\times\text{K)}$.

El techo en conjunto tiene un valor U de $0,880 \text{ W/m}^2\times\text{K}$, una admitancia de $1,050 \text{ W/m}^2\times\text{K}$ y una absorción solar de $0,6$.

5. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL TECHO DE MOJINETE EN FUNCIÓN A LA FORMA, LA ORIENTACIÓN Y AL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

Se ha estudiado una edificación tipo orientada SE, SO que es una orientación deficiente ya que recibe el calor del verano que es la etapa crítica. La edificación pertenece a Doña Martina Fernández Cornejo y Fernández de Córdova ubicada en la calle Moquegua con los números 605 – 609 – 613 y 617, tiene una sola planta, cuatro puertas de acceso, piso de madera, muros de adobe y techo de madera que termina en mojinete.

5.1. Evaluación del impacto solar en función a la forma

5.1.1 Impacto sobre los muros y techo

Los muros están rotados en relación al eje N-S, en la figura 1 se indica su ubicación cercana a la Plaza de Armas de Moquegua.

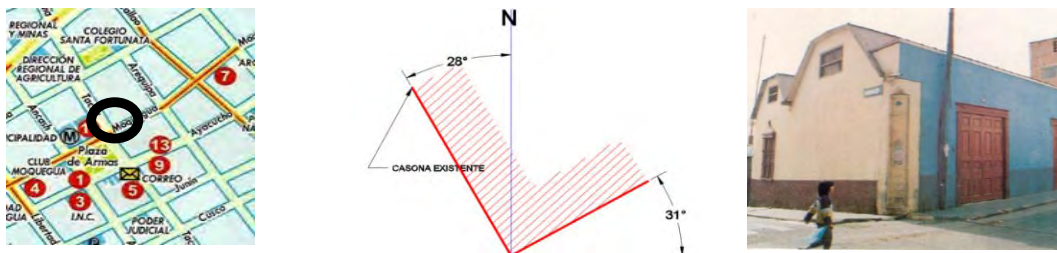


Figura 1. Ubicación de la casona en estudio

Moquegua por estar cerca de la línea del Ecuador tiene un recorrido solar con una tendencia vertical en especial de 10:00 h a 13:00 h a lo largo del año, esta característica hace que el impacto sobre superficies horizontales o con tendencia horizontal sea mayor que sobre superficies verticales, por lo tanto el mayor calor es ganado por estas.

Si se observa la figura 2 se puede apreciar que la radiación en los meses de verano noviembre, diciembre y enero al mediodía en la que el sol está vertical, toma un valor muy alto. Al inclinarse las superficies horizontales la radiación disminuye notablemente permitiendo una menor ganancia. El techo de mojinete muy inclinado entre 51° y 55° permite esta última opción.

El impacto sobre las superficies verticales SE y SO es menor, ambas son impactadas en verano que es la etapa crítica. El muro SE es irradiado desde las 6:00 hasta las 9:00 horas con ángulos menores a 45° y el muro SO desde las 15:00 h hasta la puesta del sol igualmente con ángulos menores a 45° .

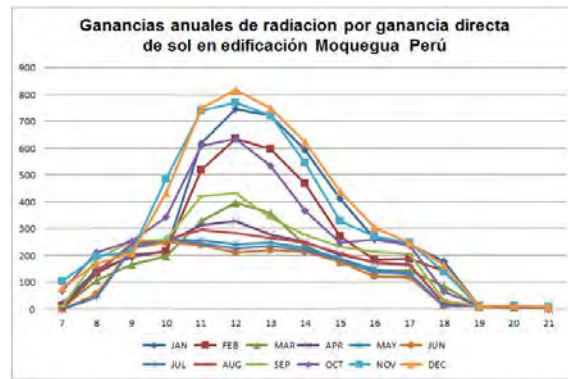


Figura 2. Ganancia anual de radiación Moquegua, Perú

5.1.2 Cálculo de la radiación en muros y techos

La radiación varía con la orientación, la inclinación, la fecha y la hora de estudio.

• Radiación sobre los muros

El muro orientado al SE recibe a lo largo de un mes típico en promedio una radiación de 862,89 W/m²/mes, sin embargo la radiación puede llegar a 1.544,47 W/m²/mes y 139,98 W/m²/día en noviembre, a 1.801,63 W/m²/mes y 150,14 W/m²/día en diciembre y a 1.635,4 W/m²/mes y 136,28 W/m²/día en enero, siendo estas las etapas de más calor.

El muro orientado al SO recibe a lo largo de un mes típico en promedio una radiación de 1.553,76 W/m²/mes, sin embargo la radiación puede llegar a 2.442,38 W/m²/mes y 221,36 W/m²/día en noviembre, a 2.402,93 W/m²/mes y 200,24 W/m²/día en diciembre y a 1.635,4 W/m²/mes y 183,60 W/m²/día en enero, que son las etapas de más calor.

• Radiación sobre los techos

El techo horizontal o el piso reciben en promedio a lo largo de un mes típico una radiación de 5.757,39 W/m² por mes, sin embargo la radiación puede llegar a 6.829,47 W/m² por mes y 620,86 W/m²/día en octubre, 7.179,32 W/m² por mes 650,69 W/m²/día en noviembre y 6.981,2 W/m² por mes y 581,77 W/m²/día en diciembre.

El techo de mojinete recibe en promedio menor radiación que el techo horizontal. A lo largo de un mes típico en promedio recibe 245,33 W/m² por mes, pero la radiación puede llegar a 326,99 W/m² por mes y 29,18 W/m²/día en octubre, a 387,38 W/m² por mes y 29,77 W/m²/día en noviembre y 382,25 W/m² por mes y 27,24 W/m²/día en diciembre, sin embargo su valor es el 4% del valor de la radiación sobre superficie horizontal.

5.2. Evaluación del impacto y desplazamiento del viento en función a las aberturas que presenta

El viento tiene dirección SO y por lo tanto impacta en la esquina de la edificación creando zonas de mucho impacto que aparecen de color rojo en la figura 3 y zonas de sombra de viento que aparecen en azul en la figura citada, El muro SE tiene mayor impacto de viento que el muro SO, parte del cual está en zona en calma, poco conveniente para la pérdida de calor en especial en la tarde cuando la temperatura se incrementa aún más. El techo de mojinete permite que la edificación incremente su volumen que para climas cálidos es eficiente, el muro adyacente cuenta con una abertura que permite el ingreso de aire en la parte alta de la edificación, lugar donde se acumula el aire caliente, debido a la ubicación de la perforación hay pocos obstáculos para el ingreso del aire fresco y la salida del aire caliente, esto permitirá eliminarlo y mejorar su composición, pero no necesariamente refrescar la edificación con ingreso de aire frío, en algunas casonas hay aberturas adicionales que permiten el ingreso de aire fresco en la parte baja de la edificación a la altura del usuario.

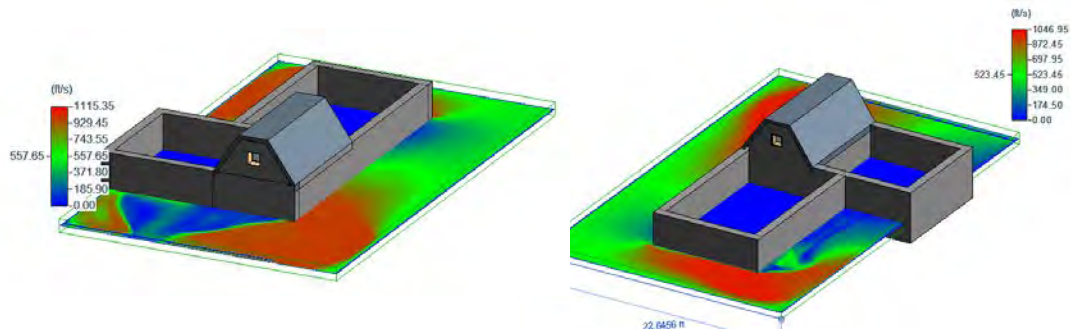


Figura 3. Impacto del viento en la edificación en estudio Moquegua Perú

5.3. Evaluación en función al material utilizado

Se calculó la temperatura radiante interna utilizando el software Ecotect.

El muro de adobe en su conjunto presenta las siguientes características térmicas: coeficiente global de transmisión térmica $0,910 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$, admitancia $4,250 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$, transmitancia térmica $2,16 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ y retardo térmico $8,95 \text{ h}$, absorción de sol de $0,428$.

Se considera un ser humano con $0,60 \text{ clo}^1$ de aislamiento térmico de la ropa, la humedad interna es de 44% , la velocidad del aire interna $1,00 \text{ m/seg}$, se consideraron al ocupante con una actividad sedentaria con un valor de 70 W , $1,0$ cambios por hora, una ganancia sensible de 5 y latente de 2 .

Para el calculo se tomó en cuenta un momento del año, el de la temperatura mas alta 28 de diciembre.

Los componentes del adobe presentan las siguientes características térmicas: la tierra tiene una densidad de 1.790 kg/m^3 (Méndez et al, 2008), un calor específico de $880 \text{ J/kg} \times \text{K}$ y una conductividad de $0,750 \text{ W/(m} \times \text{K)}$, el yeso tiene una densidad de 1.200 kg/m^3 , un calor específico de $840 \text{ J/kg} \times \text{K}$ y una conductividad de $0,520 \text{ W/(m} \times \text{K)}$

Se ha calculado la temperatura radiante interna considerando materiales de construccion el adobe, el material utilizado para el piso es la tierra y el techo es de viguetas de madera, una esterilla con una capa de barro encima.

5.4. Temperatura interna el día más caliente (el 28 de diciembre) en edificación con techo plano o de mojinete ambos de madera, caña y barro y muro de adobe

• Temperatura radiante interna con techo plano

La temperatura exterior es inestable, tiene su valor menor a las 1:00 h con $15,1^\circ\text{C}$, su valor mayor se presenta a las 13:00 h con un valor igual a $26,6^\circ\text{C}$, hay una diferencia de $11,5^\circ\text{C}$

La temperatura radiante interior tiene su menor valor a las 2:00 h con $20,1^\circ\text{C}$, y su valor mayor a las 13:00 h con $21,8^\circ\text{C}$, la diferencia es de $1,7^\circ\text{C}$.

La temperatura radiante interna está dentro del confort.

• Temperatura radiante interna con techo de mojinete.

La temperatura exterior es inestable la diferencia entre el valor mayor y el menor es de $11,5^\circ\text{C}$.

En la temperatura radiante interna el valor mayor alcanzado es de $21,9^\circ\text{C}$ a las 14:00 h y el valor menor es de $19,7^\circ\text{C}$ a la 1:00 h, la diferencia es de $2,2^\circ\text{C}$. La temperatura interna está en confort.

¹ clo es una unidad de medida empleada para el índice de indumento, que procede del inglés cloth, vestimenta. La unidad equivale a un aislamiento térmico de $0,155 \text{ m}^2 \times \text{K/W}$

El adobe es mas eficiente conservando el calor que consigue en los momentos de mayor temperatura exterior, que permitiendo el paso del calor en el momento de más calor en la zona exterior.

El cambio de tipo de techo tiene influencia en la ganancia de calor, se gana menos con techo de mojinete y se gana más calor con techo plano (figura 4)

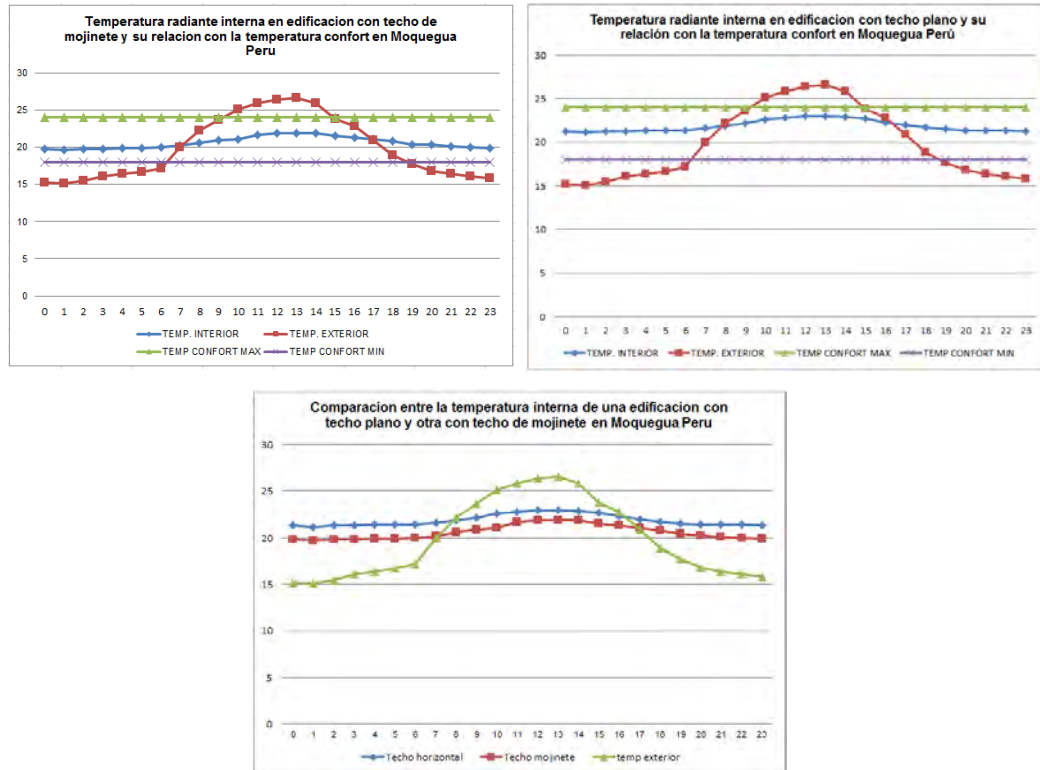


Figura 4. Comparación de temperatura radiante interna en la edificación de adobe con mojinete o techo plano

5.5. Temperatura radiante interna con muro de adobe o de ladrillo y techo de mojinete uno de madera, caña y barro y otro con techo aligerado.

- Techo de mojinete de ladrillo aligerado con madera o caña y barro**

Para un muro de adobe con techo de madera, caña y barro la temperatura inicialmente es igual cuando el sol esta horizontal a las primeras horas del día que cuando el sol esta vertical.

Para un muro de adobe con techo aligerado, la temperatura inicialmente es similar que con el otro techo, con un valor ligeramente mayor que con el techo de madera caña y barro, pero a medio día esta diferencia se incrementa y por lo tanto este techo no controla bien el ingreso de calor. Por lo tanto con muro de adobe el menor valor es con techo de mojinete de madera, caña y barro.

- Muro de ladrillo y techo de mojinete de ladrillo aligerado, o con madera, caña y barro**

Con muro de ladrillo y techo de mojinete de los dos tipos de materiales, la temperatura radiante interna es ligeramente mayor cerca al medio día, pero el valor es similar en ambos techos.

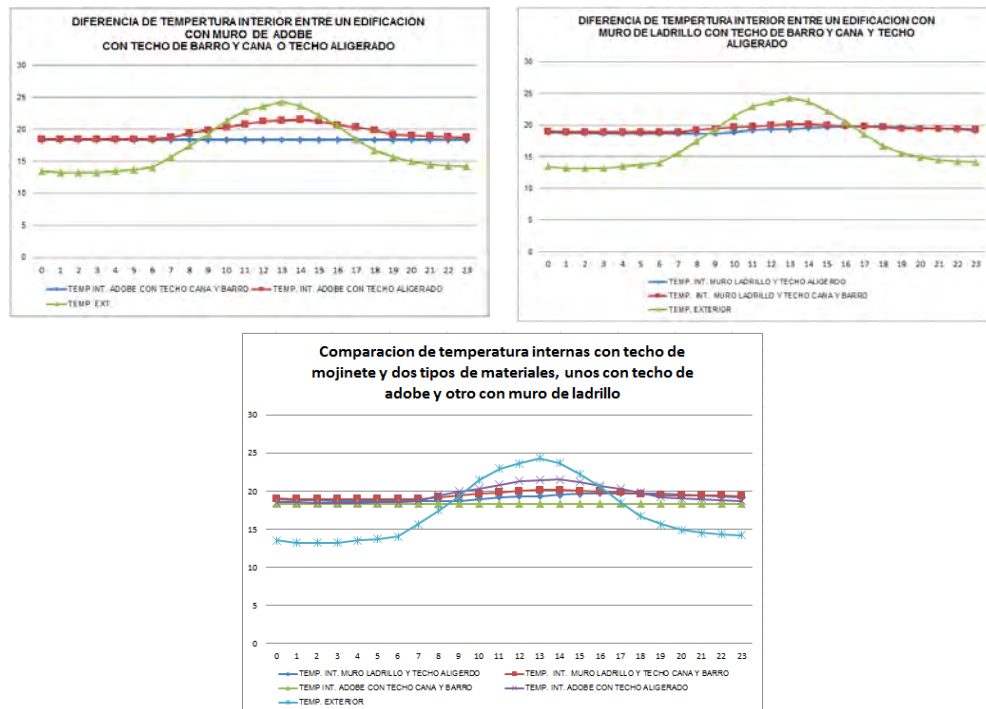


Figura 5. Cálculo para el techo y para el muro de la temperatura radiante interna en la edificación con mojinete con dos tipos de materiales

5.6. Ganancia y pérdida de calor según los componentes considerados

Se hizo una evaluación considerando el material de construcción para los muros de adobe y para el techo de mojinete de madera caña y barro en los meses de verano.

Se encontraron los siguientes porcentajes de ganancia y pérdida teniendo en cuenta las siguientes categorías: fábrica, impacto solar externo, ingreso solar, ventilación, ganancia interna e intercambio de calor.

Como se observa en la tabla 1 las pérdidas son por superficie construida, ventilación e intercambio de calor con el espacio externo cuya temperatura es alta, las ganancias se dan principalmente por el impacto de sol en la parte externa del muro y por el calor producido al usarlo, esto es por la existencia de seres humanos principalmente.

Tabla 1. Ganancias y pérdidas a lo largo del año en la edificación con techo de mojinete

CATEGORIA	Enero		Febrero		Junio	
	Pérdida	Ganancia	Pérdida	Ganancia	Pérdida	Ganancia
Fábrica	27,0%	0,0%	17,3%	0,0%	33,8%	0,0%
Impacto solar externo	0,00%	27,6%	0,0%	31,7%	0,0%	15,8%
Ingreso solar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ventilación	45,5%	0,0%	27,9%	0,0%	58,6%	0,0%
Ganancia interna	0,0%	68,3%	0,0%	68,3%	0,0%	65,6%
Intercambio de calor	27,5%	4,1%	54,8%	0,0%	7,5%	18,6%

La mayor pérdida se da por ventilación, importante para lograr que la temperatura interna esté en confort.

La mayor ganancia se da por el uso del ambiente y el número de usuarios, no es posible reducir ya que dependiendo de la actividad se dará el desprendimiento de calor.

6. DISCUSION Y CONCLUSIONES

- En la edificación con techo de mojinete se da una interrelación entre el muro de adobe muy grueso y el techo de madera, caña y barro para lograr un descenso de la temperatura en el espacio interior.
- El muro de adobe contribuye a estabilizar la temperatura y no permitir el ingreso de calor en el día acumulando calor en su masa para las horas de la noche en las que la temperatura desciende.
- El techo de mojinete de madera, caña y barro es aislante y permite un descenso de la temperatura en especial a las horas cercanas al medio día. La forma que tiene le permite menor ganancia de radiación y el material no permite su propagación al interior del ambiente.
- La ganancia de calor durante el día no es considerable, en especial a las horas en la que la radiación sobre superficie horizontal o levemente inclinada es muy alta, por lo que se deduce que el mojinete es muy eficiente para impedir el ingreso de calor cuando la temperatura exterior es más alta.
- Igualmente la forma que tiene el techo de mojinete permite que el espacio sea más alto y que el aire interno ya utilizado y caliente sea eliminado del espacio sin que el usuario llegue al discomfort.
- El cambio de material permite una modificación en la temperatura radiante interna de la edificación con mojinete, así si el muro cambia de material la temperatura se incrementa, si se cambia la forma del techo influye también en un incremento en la temperatura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burga, J. (2010) Mojinetes en Tacna, Ilo y Moquegua. En: Arquitectura vernácula peruana un análisis tipológico. Lima, Perú: Punto & Gráfica. p. 76-81.

Méndez, M. T.; Gladys Vásquez, I. C., Guevara, M. A.; Camargo, J.; Mendiola, E. (2008). Prototipo de comunidad saludable para áreas rurales del Perú: distrito de Chíncha Baja, Ica. Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 2. TerraBrasil 2008 Anais,,, São Luis, MA: TerraBrasil/PROTERRA/UEMA

Pérez, G. (2014). Los elementos de la forma en la arquitectura doméstica moqueguana. Revista de Arquitectura. 1 (1), p.51- 72. Disponible en:
http://www.unife.edu.pe/facultad/arquitectura/1/07_PEREZ.pdf. Acceso en 01/03/2016

AUTORAS

María Angélica Guevara Lactayo, Arquitecta. Universidad Nacional de Ingeniería, Maestría en Ciencias especialidad Arquitectura en Universidad Nacional de Ingeniería, Docente del Área de Acondicionamiento Ambiental en la Facultad de Arquitectura, Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú. Expositora en TerraBrasil 2008, 2012 y 2014, SIACOT 2009 y 2015, Ekotectura 2014, Directora del Proyecto.

Liliana Elisa Román Chipoco, Arquitecta, Universidad Ricardo Palma, Diplomado Arquitectura Bioclimática con eficiencia energética en Universidad Ricardo Palma, Docente del Área de Acondicionamiento Ambiental y Taller de diseño arquitectónico en la Facultad de Arquitectura Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.



LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN LA REGIÓN DE MURCIA (ESPAÑA): TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS Y LOCALIZACIÓN

Francisco Javier López Martínez¹; Vincenzina La Spina²; José Enrique Segura Valera¹

¹Escuela Politécnica Superior. Universidad Católica de Murcia. Campus de Los Jerónimos, 30107, Guadalupe, Murcia, fjlopez@ucam.edu; jesequera@ucam.edu

² Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación - Universidad Politécnica de Cartagena - Paseo Alfonso XIII, Nº 52, 30202 Cartagena (España), vincenzina.laspina@upct.es

Palabras clave: tierra, Murcia, arquitectura vernácula, arquitectura monumental

Resumen

La región de Murcia, en el sureste de la península Ibérica, es una zona con unas características geológicas, hidrológicas y climáticas particulares que se traducen en recursos naturales ampliamente explotados para la construcción. En particular, la tierra ha sido un material muy presente en su arquitectura histórica, ya sea para la construcción de una gran parte de los sistemas defensivos, ya sea para la construcción de viviendas (como las típicas barracas huertanas) o elementos auxiliares. El objetivo principal del artículo es el de iniciar un estado actual de la cuestión, identificando los diferentes tipos de construcción con tierra existentes con el objetivo de contribuir a una valoración de las construcciones con tierra. Asimismo, favorecer a un interés y conocimiento para la conservación del patrimonio construido en tierra y a una mayor utilización de esos materiales y técnicas.

1 INTRODUCCIÓN

La región de Murcia se sitúa en el vértice suroccidental de la Península Ibérica, entre la Comunidad Valenciana, Andalucía y Castilla La-Mancha y se caracteriza por presentar una gran diversidad de paisajes (VV.AA, 2009).

1.1 Geografía de la región de Murcia

Desde el punto de vista geográfico la región de Murcia¹ se caracteriza por presentar múltiples contrastes: tierras de secano y tierras de regadío; llanuras y zonas montañosas; litoral e interior, etc. Esta multiplicidad es consecuencia directa de su condición de zona de transición entre la meseta norte y el Sistema Bético de la península (Subbético, Prebético y Bético). Por ello, presenta una alternancia entre sectores montañosos, valles y depresiones que queda ordenado por una sucesión de cadenas montañosas y sierras que se distribuyen de sur a norte, en sentido suroeste-noroeste.

El Sistema Subbético ocupa la zona central de la región en dirección oeste-suroeste y este-nordeste y está atravesado por el río Segura dividiendo el territorio en dos, diferenciándose el sector oriental del centro occidental. Las sierras occidentales más destacadas son las de Villafuerte, del Gavilán, del Buitre, Mojantes, del Almiraz, de Quipar, Burete, Cambrón y Lavia, mientras que al este se sitúan las sierras de Ricote y del Oro (oeste del Segura). Entre las sierras de este sistema se extienden, por una parte, las cuencas de los ríos Argos, Quípar y Moratalla, y hacia el sur la de Mula intensamente abarrancada en margas. Asimismo, destaca la depresión de Fortuna-Abanilla y el Alto Valle del Segura caracterizado por estrechos pasos y ensanchamientos de pequeñas cubetas.

¹ http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,1042&r=ReP-3229-DETALLE_REPORTAJESPADRE consultado el 20/06/2016.

Por su parte, el Sistema Prebético, coincide con los relieves montañosos más septentrionales de la región está también cortado por el río Segura que separa, por una parte, el sector Noroccidental, donde se suceden las sierras de La Seca, Taibilla, del Zacatín, la Muela, El Algaidón, del Cerezo, Cabeza del Asno, del Molino, de los Álamos, etc. y depresiones drenadas por afluentes que descienden hacia el Segura. Y por otra parte, el sector Nororiental donde en el área de Yecla-Jumilla destacan las sierras de las Cabras, Cingla, Magdalena, del Buey, Santa Ana, del Serral o del Carche, donde las depresiones descienden hacia el sur. Por último, hacia el sureste se encuentra la cuenca de Cieza que se caracteriza por amplias superficies de débil inclinación rodeadas por la Sierra del Puerto, Picacho, Larga, Ascoy, y Sopalmo y se hallan las mayores altitudes de la región.

Finalmente, el Sistema Bético ocupa el sector meridional de la Región y en él destacan las sierras prelitorales de Espuña, Tercia, de Enmedio, Alporchones, Carrascoy y su prolongación en la del puerto y Cresta del Gallo, y los relieves litorales de la Carrasquilla, Almenara, Las Moreras, Algarrobo, Muela y Cartagena que al llegar al mar dan lugar a los cabos de Palos, Negrete, San Julián Galeras, Tiñoso, Azohía, Calnegre y Cope. Además, forma parte del sistema Bético la depresión del valle del Guadalentín y el tramo final del Valle del Segura así como la cuenca del Mar Menor que es una amplia llanura costera que rodea a la laguna y las pequeñas cuencas comprendidas entre Mazarrón y Águilas. Por último, el territorio murciano limita con el mar diferenciándose dos sectores de costas, uno bajo y otro que alterna acantilados con playas, calas y ensenadas.



Figura 1. Mapas de la región de Murcia que evidencian las sierras (izquierda), los altiplanos y llanos (central) y las vegas, cuencas, huertas, campos y valles (derecha) (mapas V. La Spina)

1.2 Geología de la región de Murcia²

Igualmente, la región de Murcia está repleta de peculiaridades geológicas y por lo que reúne gran variedad de singularidades petrográficas, tectónicas, morfológicas, estratigráficas, etc. y todo ello, es consecuencia directa de su ubicación en el sureste español y de su compleja evolución geológica (Arana Castillo, 2007). Este rasgo ha favorecido la existencia de afloramientos de gran variedad de minerales y rocas que han sido objeto de explotaciones mineras, o usados por los habitantes en la construcción local. En este sentido, las rocas más comunes de la región son las rocas sedimentarias y sobre todo las calizas, margas, areniscas y arcillas. En concreto las calizas conforman la mayoría de los sistemas montañosos mientras que el resto se localiza en grandes espesores en las cuencas del Campo de Cartagena, Guadalentín, Mula-Archena-Fortuna, Altiplano Jumilla-Yecla, etc., entre otras zonas. En cambio, las rocas metamórficas y de especial modo los esquistos, cuarcitas y mármoles se limitan principalmente en las sierras cercanas al litoral y en varios afloramientos interiores.

A continuación, se detallan las descripciones de los principales materiales, rocas empleadas históricamente en las construcciones de tierra de la región, junto con su localización principal en el territorio.

² Se ha consultado el 20/06/2016 las siguientes webs:

http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,108&r=ReP-8413-DETALLE_REPORTAJESPADRE
<http://www.atlasdemurcia.com/index.php/secciones/4/la-litologia/1/>

Arcilla

La arcilla es una roca sedimentaria formada por partículas de tamaño inferior a las dos micras, principalmente de filosilicatos y cantidades variables de cuarzo, óxidos e hidróxidos de hierro, carbonatos, etc. En la región de Murcia son muy abundantes como se aprecia en el mapa (figura 2) existiendo afloramientos en casi todas las localidades, aunque destacan sobre todo los yacimientos del Plioceno de la cuenca de Quípar, del Mioceno superior-Plioceno de Lorca y Aledo, del Oligoceno-Mioceno inferior del Prebético de Jumilla, del Cretácico inferior y Eoceno-Oligoceno del Prebético interno de Moratalla, el Oligoceno-Mioceno de Mula, el Eoceno de Valentín, el Cretácico inferior del Prebético de Yecla, las arcillitas permotriásicas de Lorca-Totana y las arcillas cuaternarias del Campo de Cartagena. En general, se caracterizan por ser los sedimentos por excelencia tanto de las vegas o huertas, es decir de las llanuras de inundación de los ríos murcianos como el río Segura, como de las zonas distales de abanicos aluviales y glaciares que nacen en los relieves montañosos de la región.

Arenisca

La arenisca es una roca sedimentaria compuesta por granos de arena, incluyen cuarzo, micas, feldespatos, calcita y óxidos de hierro unidos por un cemento silíceo, carbonatado o arcilloso y dependiendo de la abundancia de estos minerales es posible hablar de diferentes tipos. En concreto, en la región las arenitas más comunes son las calcarenitas, las silíceas y las que contienen abundante yeso. Además, se hallan intercaladas con otras rocas como margas, arcillas o conglomerados y son muy abundantes en Cartagena (donde muchos de sus monumentos están contruidos con una calcarenita local denominada tabaire), Sangonera la Verde, Sierra de la Pila y en numerosas depresiones neógenas.

Caliza

La caliza, como ya se ha comentado, es la roca más común y abundante de toda la región, roca sedimentaria que está formada por más de un 90% de carbonato cálcico, es muy compacta y tiene un color claro o grisáceo ha sido utilizada con fines constructivos y ornamentales desde la antigüedad. Además, constituyen la gran mayoría de los relieves montañosos de la región siendo calizas jurásicas las que forman las sierras de Moratalla, Villafuertes, Gavilán, Cerezo, Los Álamos, Mojantes, Quípar, Las Cabras, Oro, Ricote, Manzanote, La Pila, Lugar, Corque, Quibas y Espuña. En cambio, se trata de calizas paleógenas en el caso de las sierras de La Puerta y La Muela (Moratalla), El Carche y Águila (Molina de Segura). Y, por último, de calizas triásicas en las sierras de La Unión, San Ginés de la Jara, Cartagena, La Muela, Las Moreras, Carrascoy, Santomera y otros yacimientos como el del Complejo Alpujárride.

Yeso

El sulfato cálcico dihidrato es un mineral muy común y abundante en toda la región, como roca, se trata de una roca sedimentaria evaporítica usada como material de construcción y compuesta sobre todo por mineral yeso, aunque también por impurezas como: arcilla, anhidrita, sílice, carbonatos, óxidos y cloruros. En la región los yesos del Triásico superior se caracterizan por sus llamativos colores en tonos rojizos, verdosos, negros y blancos. Y se pueden encontrar en la base de muchas sierras como en la Pila, Lugar, Corque, Ricote, el Oro, Quípar o la Puerta; formando parte de diapiros, como el de la Rosa (Jumilla) o el de Salmerón (Moratalla); o aflorando en grandes superficies como en el triángulo Caravaca de la Cruz, Calasparra y Bullas, oeste de Abarán y Blanca. En cambio, los yesos del Mioceno superior tienen coloraciones amarillentas, grisáceas o blancas y se presentan, por norma general, bien estratificados en diversas zonas de Fortuna, Molina de Segura, Abanilla, Alcantarilla, Mula, Librilla, Lorca, Moratalla y Caravaca, pero también de Jumilla. Por último, los yesos permotriásicos suelen presentar textura sacaroidea y coloraciones blancas o grises como los de la sierra de Carrascoy.

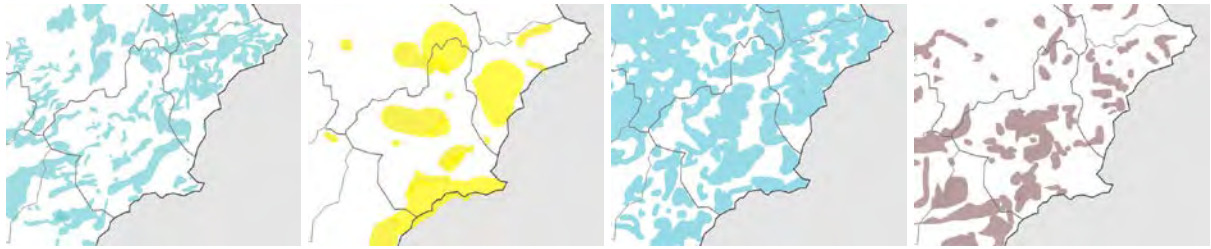


Figura 2. Mapas de la región de Murcia que muestran los principales yacimientos de arcilla, arenisca, caliza, y yeso (Vegas, Mileto, 2014)

1.3 Climatología de la región de Murcia

Las características climatológicas de la región coinciden con las que definen al clima mediterráneo subtropical semiárido: veranos calurosos, inviernos suaves y precipitaciones escasas en todo el territorio. Sin embargo, existen ciertas diferencias climáticas entre las zonas del litoral y del interior como consecuencia tanto de la orientación y de la exposición a los vientos dominantes, como de la distancia al mar o la configuración del relieve, cuya topografía oscila desde 0 a 2.027 metros de altitud. Es por ello, que pueden apreciarse diferencias térmicas entre ambas zonas, más acusadas en invierno, y sobre todo diferencias de precipitaciones, ya que en las comarcas del interior hay mayor densidad de lluvia de promedio anual. Concretamente, las montañas del noroeste murciano están afectadas por borrascas atlánticas y oscilaciones estacionales del frente polar que chocan con las sierras existentes, por lo que va disminuyendo la pluviosidad y se origina una diagonal de aridez desde Revolvedores y la Sierra de Moratalla hasta el litoral. Además, en otoño y en primavera, pueden producirse fuertes temporales de lluvia, que reciben el nombre de gota fría, que se caracterizan por ser torrenciales con gran capacidad erosiva y por provocar tanto escorrentías como el desbordamiento de los cursos naturales del agua³.

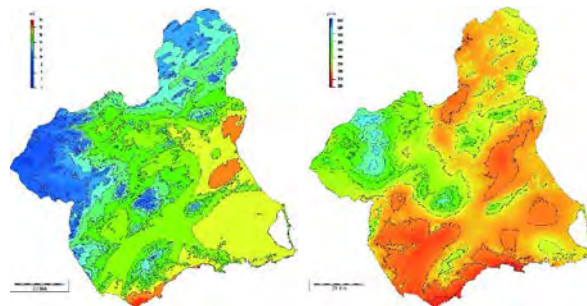


Figura 3. Mapa de temperatura media anual (izquierda) y de precipitación anual de la región de Murcia (derecha) realizados a partir de datos del Instituto Nacional de Meteorología (<http://www.murcianatural.carm.es/web/guest/clima1>)

2 PRINCIPALES TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS DE TIERRA

La actual región de Murcia es un territorio semiárido, con un régimen de lluvia caracterizado por su escasez, irregularidad, y posibilidad de lluvias torrenciales. El principal río es el Segura que, junto con sus afluentes, organiza en gran medida la distribución de las poblaciones y, por tanto, de sus construcciones.

Desde la prehistoria las poblaciones se han dispuesto, por una parte, en el litoral, por otra, como es lógico, en la proximidad de cursos de agua, algunos de los cuales son hoy simples ramblas. Así, ha sido en zonas aluviales, ricas en limos y arcillas, y también coluviales, donde más se ha construido desde hace miles de años. Esta disposición ha contribuido a la abundante utilización de la tierra como material de construcción, existiendo vestigios con evidencias de materiales y técnicas de tierra al menos desde la edad del Bronce Medio

³ http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365&r=ReP-28618-DETALLE_REPORTAJESABUELO, <http://www.murcianatural.carm.es/web/guest/clima1>, <http://www.atlasdemurcia.com/index.php/secciones/1/el-clima/1>, consultada el 22 de junio de 2016.

(cultura argárica), especialmente importante son algunos restos de viviendas como los conservados en Monteagudo.

La tierra se ha utilizado constructivamente, además de excavando silos y cuevas, superponiendo suelos, muros, bóvedas y cubiertas planas, así como material de agarre entre piedras o de revestimiento.

Las principales técnicas tradicionales utilizadas para construir muros, han sido los entramados, adobes y tapias. En cuanto a cubiertas, se ha usado el barro y, especialmente, la láguena.

2.1 Entramados

El uso de la tierra recubriendo una trama vegetal aparece en la región al menos desde el Calcolítico.

Las cañas recubiertas de barro constituyen una técnica típica de las barracas: barracas de testeros⁴, que aún hoy se utilizan con voluntad evocadora.

2.2 Adobes

Los adobes (atobas) constituyen la técnica, y el material conformado a base de tierra arcillosa y agua, propia de las zonas huertanas, muy especialmente en las huertas de Murcia y Lorca.

La barraca es una construcción típica presente en las zonas aluviales donde abunda la tierra arcillosa aportada por los ríos en sus zonas de inundación, así como las cañas que crecen junto a los cursos de agua y alguna otra especie vegetal apta para tejer una cubierta, como el albardín.

Así, las barracas han sido construcciones típicas en la Huerta de Murcia, bien como construcción auxiliar, bien como vivienda. El cimiento estaba constituido por la misma fábrica de tierra, es decir, carecían de un cimiento diferenciado. La cubierta se construía con dos faldones de gran pendiente a base de madera, tallos de girasol o pitera, y albardín. En cuanto a las barracas, no fueron siempre de atobas -como se ha dicho-, sino también de testeros de cañas y mixtas (Jorge Aragoneses, 1967), en este último caso la fachada delantera, con la puerta, y la trasera, eran de atobas; y las paredes laterales de testeros).

El adobe es un material con gran presencia en la región, especialmente en zonas aluviales. Y se han venido fabricando y utilizando hasta mediados del siglo XX. Hoy quedan al descubierto en muchas edificaciones demolidas o ruinosas, tanto en zonas rurales como urbanas.

En la región se puede encontrar adobes fabricados tanto con paja como sin ella. En cuanto a material de unión, aparecen tanto la propia tierra como el yeso, como la mezcla de ambos.



Figura 4. Casa de adobe en zona de huerta de Lorca. Barraca de testeros recreada en Murcia. Tapia con brecas de yeso en zona de Caravaca (fotos FJ. López Martínez).

De la misma manera que aparece en muros o divisiones interiores de viviendas o casetas, también se utiliza en la construcción de hornos vinculados a aquéllas.

⁴ paneles confeccionados con cañas con los que se hacen las paredes, revistiéndolos de barro o de yeso.

Normalmente el adobe se reviste, con lo cual las construcciones no evidencian los materiales de sus fábricas. Tiene la misma apariencia una casa de adobe, de mampostería o de ladrillo.

2.3 Tapia

El uso de la tierra en grandes masas encofradas aparece desde la Antigüedad, siendo frecuente en restos medievales hasta nuestros días. En construcciones prehistóricas a veces se supone la tapia cuando, en realidad, lo único evidente es la masa de tierra pero no su puesta en obra.

Teniendo en cuenta las exigencias del material y mano de obra, la fábrica de tapia es más propia en la periferia de la zona de huerta y en zonas interiores, donde las tierras son más ásperas y con granulometría más diversa. En la mayor parte de restos o construcciones conservadas, la fábrica de tierra aparece protegida, bien en sus paramentos, bien en sus laterales, con otros materiales o fábricas en forma de costras, machones o brencas.

La tapia constituye un tipo de fábrica más sólido y aparece en grandes edificios y murallas. Actualmente está perdida como tradición constructiva, aunque, de alguna forma, trata de recuperarse.

Las tapias son abundantes en el norte de la región, comarcas del noroeste y altiplano, aunque también aparecen en toda la zona central. Las tapias aparecen fabricadas de maneras diversas (López Martínez, 1999; 2009):

- con tierra sola.
- con tierra enriquecida con un conglomerante.
- con tierra y mampuestos intercalados en su masa.
- con hormigón de cal⁵.
- con tierra y refuerzos laterales: de brencas que se pueden ejecutar tongada a tongada o tapia a tapia, los refuerzos laterales también pueden consistir en machones de ladrillo o machones de hormigón.
- con tierra y refuerzo en sus paramentos: mediante una costra de argamasa de cal, o cal y yeso; mediante ladrillos o lajas de piedra.
- con armaduras interiores de madera.

Las grandes murallas y fortificaciones medievales se construyeron con estas técnicas. También aparecen en viviendas y edificios de cierta relevancia. Las tapias precisan de herramientas más sofisticadas que los adobes, y de alguna mano de obra más especializada.

2.4 Cubiertas de Láguena

La láguena o tierra roya es una arcilla magnésica de color gris verdoso-azulado-amorado que procede de la filita, es por tanto un sedimento arcillo-limoso metamorfozado entre la pizarra y el esquisto, con propiedades expansivas que se extrae en las llamadas laguenetas a golpe de pico y que posteriormente se tritura y criba.

Se ha utilizado hasta aproximadamente los años noventa del siglo XX, según los expedientes consultados en el Archivo Municipal de Cartagena, para la ejecución de cubiertas planas en la propia ciudad de Cartagena, como atestiguan fotos históricas del

⁵ corresponde al conglomerado que utiliza la cal como conglomerante principal, utilizado desde la antigüedad en muros fabricados con la técnica del tapial. Estos muros, comunes en las fortificaciones medievales de la región de Murcia, a veces son citados como “tapias de argamasa”

archivo Casaú⁶ (Almela Legorburu, Martínez Bernal, 2015) y también en la comarca del Campo de Cartagena, concretamente, a los pies de la sierra de la Muela, en la zona de La Azohía y de Peñas Blancas (Martínez Bernal, Almela Legorburu, 2015). Asimismo, es una técnica constructiva que caracteriza las construcciones de la Alpujarra almeriense (Andalucía), donde la tierra recibe el nombre de launa o tierra roya (Gil Albarracín, 1992).

El sistema constructivo de la cubierta consiste en apoyar bien sobre rollizos de madera, aproximadamente equidistantes, un entramado de cañizo entrelazado con cuerda de esparto cubriendo toda la superficie, o bien sobre una cubierta hecha a base de piedra. Sobre éste se vierte una capa de algas⁷ o cenizas, dependiendo de la proximidad al litoral, que se cubre con tierra o malhecho para finalmente impermeabilizar todo el conjunto con la láguena que se fratasca con un poco de agua para conseguir una superficie sólida, compacta y poco porosa. Además, se le da una pequeña inclinación o pendiente en uno de los extremos para permitir la evacuación del agua de lluvia y así evitar grietas y goteras en el terrado.

Se ha empleado para cubrir todo tipo de construcciones, aunque donde más ha perdurado su uso ha sido en viviendas humildes de pescadores o labradores, aparecen también en construcciones auxiliares como las pocilgas tradicionales situadas en la Diputación de Perín (Ortega Madrid, 2015).

La láguena precisaba un mantenimiento, al menos, anual. Así queda patente en documentos de arrendamiento del siglo XVIII: *“Que ha de ser de la obligación de dho Arrendador el echar a su costa la tierra roya que necessitte la cubierta de dho molino”* (Flores Arroyuelo, 1993).



Figura 5. Imagen de una terraza de tierra de láguena en La Azohía (derecha) y del detalle tanto interior como exterior de su composición (central e izquierda) (fotos V. La Spina).

3 CONCLUSIONES

Aunque hoy se halla en desuso, la construcción con tierra ha estado presente de una manera casi generalizada, junto a otros materiales locales, en la totalidad del territorio de la región de Murcia. A la falta de conciencia y aprecio por este tipo de material contribuye el que, normalmente ha estado oculto por revestimientos, que las construcciones más populares tuvieron un carácter vulnerable ante los desbordamientos de ríos y ramblas, la pérdida de oficios tradicionales y la falta de una cultura del mantenimiento.

Existe una estrecha relación entre las características geográficas, geológicas y climatológicas del territorio y las diferentes técnicas constructivas con tierra en la región de Murcia. Tanto en la construcción de edificios monumentales como en lo doméstico-popular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almela Legorburu, I.; Martínez Bernal, L. (2015). Láguena, a roofing technique in Campo de Cartagena. In: Mileto, C. et al (eds.) Vernacular Architecture. Towards a Sustainable Future. Londres: Taylor&Francis Group. pp. 45 – 50.

⁶<http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?METHOD=DENTROCARPETASFOTOS&sit=c,373,m,139,serv,Carmesi,o,fscarpeta,0&idc=2&idtm=627&id=15993> consultado el 15/06/2016.

⁷ Según Ortega Madrid (2015) se trata más bien de las hojas de la planta acuática posidonia oceánica que se recogían en las playas de La Azohía y una vez secas y limpias de restos de arena se usaban en los terrados tanto como aislante como capa para impedir el paso de la láguena entre los posibles huecos que hubiera en el cañizo o piedras.

Arana Castillo, R. (2007). El patrimonio geológico de la Región de Murcia. Murcia: Academia de Ciencias de la Región de Murcia.

Flores Arroyuelo, FJ. (1993). El Molino: piedra contra piedra. Murcia: Universidad de Murcia.

Gil Albarracín, A. (1992). Arquitectura y tecnología popular en Almería. Almería: G.B.G. Editora.

Jorge Aragonese, M. (1967). Museo de la Huerta, Alcantarilla, Murcia. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

López Martínez, FJ. (1999). Tapias y tapiales. En Loggia 8. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

López Martínez, FJ. (2009). Tapial, tapia y tapiería: propuesta de definición y clasificación. En Mediterra 2009, cd. Monfalcone (Gorizia): Edicom Edizioni.

Martínez Bernal, L.; Almela Legorburu, I. (2015). A los pies de la Sierra de la Muela: aspectos constructivos de la vivienda tradicional y propuestas de actuación. In: IV Congreso Nacional de etnografía del Campo de Cartagena. La vivienda y la arquitectura tradicional del Campo de Cartagena. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Crai UPCT biblioteca.

Ortega Madrid, J. (2015). Pocilgas tradicionales en la Diputación de Perín. En IV Congreso Nacional de etnografía del Campo de Cartagena. La vivienda y la arquitectura tradicional del Campo de Cartagena. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena. Crai UPCT biblioteca.

Vegas F.; Mileto, C. (2014). Documentación e investigación para el conocimiento de la situación de los sistemas tradicionales de construcción, así como de la extracción, utilización y puesta en obra de los materiales tradicionales en España. Informe para el IPCE, Madrid, <http://www.mecd.gob.es/planes-nacionales/actuaciones/arquitectura-tradicional/materiales-y-su-puesta-en-obra.html> consultado el 15/06/2016.

VV.AA. (2009). Atlas de los paisajes de la región de Murcia. Murcia: Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio.

NOTAS

Este artículo se enmarca dentro del proyecto de investigación "La restauración y rehabilitación de arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica. Líneas guía y herramientas para una intervención sostenible BIA2014-55924-R" dirigido por los profesores Camilla Mileto y Fernando Vegas.

AUTORES

Francisco Javier López Martínez, doctor arquitecto, docente e investigador de la Universidad Católica de Murcia. Experiencia en proyectos y obras de restauración, especialmente relacionadas con fortificación y tapia. Miembro del proyecto de investigación: "metodología sostenible de conservación-mantenimiento de arquitectura fortificada de tierra del sudeste de la Península Ibérica. Diagnóstico y prevención ante riesgos naturales. BIA2015-69938-R".

Vincenzina La Spina, doctora arquitecta, máster en conservación del Patrimonio Arquitectónico y máster en Museografía, Arquitectura y Arqueología; docente e investigadora de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Edificación de la Universidad Politécnica de Cartagena (España), miembro del proyecto de investigación "La restauración y rehabilitación de arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica. Líneas guía y herramientas para una intervención sostenible BIA2014-55924-R".

José Enrique Segura Valera, ingeniero de edificación, doctorando en la Universidad Católica de Murcia. Experiencia en levantamiento fotogramétrico.



ANÁLISE MACRO-MECÂNICA DA TERRA COMO REVESTIMENTO EXTERNO COM REFORÇO DE FIBRAS

Larissa Castro de Oliveira¹; João da Costa Pantoja²

¹Centro Universitário de Brasília - UniCEUB, Brasil, laricastro2@gmail.com

²Universidade de Brasília - UnB, Brasil, joaocpantoja@gmail.com

Palavras-chave: arquitetura de terra, revestimento, fibras vegetais, solo, reboco externo

Resumo

Para a sociedade moderna, o solo como matéria-prima para a engenharia civil tornou-se um material não convencional, comumente associado ao emprego das estruturas de terra em regiões habitadas por populações de baixa renda. Ainda que existam dificuldades sociais e limitações para seu uso, as diversas vantagens do solo permitem que edificações possuam bom isolamento térmico e resistência mecânica de modo seguro e sem gerar resíduos ambientais. O presente trabalho tem como objetivo estudar e analisar o comportamento do solo como material construtivo e sua aplicação como revestimento externo com reforço de fibras vegetais. O tema escolhido faz parte de uma linha de pesquisa da área de Arquitetura e Urbanismo sobre sustentabilidade e a utilização do solo do Distrito Federal em construções civis, com o propósito de encorajar futuros projetos de bioarquitetura. O solo para análise foi retirado do canteiro de obras do Espaço Educador Chico Mendes do SinPRO-DF, que também foi objeto de estudo para a pesquisa. Foram realizados testes de caracterização para estudo da composição e limites de consistência do solo. Para o reboco natural, foram produzidos dois tipos de argamassa, sendo um com adição de fibras de sisal e um com tiras de jornal. As misturas do revestimento foram adaptadas e aplicadas em paredes de alvenaria tradicional sobre uma argamassa de cal e areia para melhor aderência. O solo analisado possui traços adequados para o uso em construções. Após os ensaios de arrancamento do revestimento, foi possível determinar sua resistência e produzir um comparativo entre os dois tipos utilizados.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação da terra como material construtivo data de milhares de anos. Sua utilização é feita por antigas civilizações não somente em abrigos, mas também em templos religiosos. Os sistemas utilizados já eram variados, existindo registros do uso do solo desde a antiguidade e por diversos países, como: Portugal, França, Alemanha, África e Brasil, devido a sua alta disponibilidade por todo mundo (Minke, 2000).

O uso do solo em construções foi amplamente adotado historicamente e, segundo Jalali e Eires (2008), estima-se que metade da população vive atualmente em construções de terra, realizadas por meio de diversas técnicas, também por seu baixo custo suas características sustentáveis. Contudo, a revolução industrial iniciada no século XVIII inovou a produção mundial e houve grande demanda por materiais construtivos que pudessem ser produzidos em larga escala. A busca por novas tecnologias construtivas assegurou uma produção eficaz para efeitos imediatos, mas em longo prazo os materiais insustentáveis e de difícil reciclabilidade produzem elevado gasto de energia e impacto negativo ao meio ambiente. Os recursos naturais utilizados neste processo industrializado são, em sua maioria, não renováveis e seu uso inconsequente resultou no grande problema climático ambiental que vivemos desde então (Pinto, Ghavami, 2008).

Com a produção de novos materiais, a utilização do solo em construções passou a ser vista como um atraso, comumente associada a populações de baixa renda. Da mesma maneira, a utilização de materiais renováveis ou recicláveis em arquitetura tem sua qualidade arquitetônica mascarada pelo senso comum de que estes produzem uma arquitetura pobre.

O desconhecimento da população e o preconceito acerca dos materiais tornam a aceitação cada vez mais difícil (Pontes, 2013).

O avanço para o desenvolvimento sustentável abre possibilidades para que o uso de terra como material construtivo seja retificado. Os benefícios em utilizar terra em construções civis abrangem desde a coleta da matéria-prima ao possível descarte, em que todas as etapas podem livres de resíduos. Os resultados deste tipo de arquitetura geram também espaços bem isolados termicamente e com boa resistência mecânica.

2. OBJETIVO

A presente pesquisa identifica as características e propriedades de uma amostra do solo do Distrito Federal e verifica o comportamento deste solo como revestimento externo com reforço de fibras, com objetivo de encorajar futuras pesquisas sobre o material e sua utilização em projetos de bioarquitetura.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho é decorrente de uma linha de pesquisa sobre sustentabilidade, com enfoque em sistemas construtivos com solo. O estudo inicia-se com uma pesquisa teórica e observação *in situ* de um canteiro de obras de projeto sustentável com o propósito de entender a aplicação do solo como material construtivo.

Com a caracterização da amostra do solo, é possível verificar sua granulometria e assim produzir uma argamassa com adição de fibras para verificar sua aderência. São produzidos dois tipos de reboco com fibras de origem vegetal: sisal e jornal. As argamassas são aplicadas em alvenaria tradicional chapiscada com uma argamassa de referência, feita de cal e areia. A última etapa da pesquisa consiste em determinar a aderência do reboco, sendo possível assim determinar a resistência dos rebocos quanto à tração e comparar os dois tipos produzidos.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Foram selecionados dois estudos principais para dar suporte à pesquisa. O estudo de mecânica dos solos anterior a este, na mesma linha de pesquisa, foi realizado por Pontes (2013) e é material complementar ao tema abordado. Este trabalho tem o objetivo de identificar as características do solo, sua qualidade e resistência à compressão para a construção de adobe.

Foram realizados ensaios de compressão do solo e foi proposta uma distribuição estatística validada por meio do teste de aderência Kolmodorov-Smirnov, que permite verificar se a distribuição teórica se ajusta ou não ao fenômeno investigado. O teste foi realizado tanto para corpos de prova com cimento como para aqueles sem cimento, testando dois tipos de distribuição de probabilidade: normal e lognormal.

As amostras do solo utilizado nos ensaios de Pontes (2013) foram retiradas também do canteiro de obras do Espaço Educador Chico Mendes, no Distrito Federal. Desta maneira, os ensaios de caracterização do solo realizados neste trabalho podem ter os resultados comparados aos testes realizados na presente pesquisa.

Também como modelo de metodologia, o trabalho de Salgado (2010) serve como embasamento teórico fundamental para a pesquisa. O tema de sua tese, análise macro-mecânica do comportamento da terra como argamassa para revestimentos de terra, é a base da pesquisa atual, sofrendo adaptações com a intenção de gerar resultados favoráveis ao clima e solo do Distrito Federal.

Em seu estudo, Salgado (2010) analisa dois tipos de solo, Tassin e Rochechinard, e utiliza como reforço as fibras curtas de sisal e resíduos de fabricação de fibras curtas de cânhamo. Os testes foram realizados em laboratório e *in situ*, com ensaios de cisalhamento, retração e

flexão. Foi também preparada uma argamassa de referência, feita de cal e areia, sendo este material reproduzido na presente pesquisa. Os benefícios da adição de fibras para a estabilização do solo como revestimento são comprovados no trabalho de Salgado (2010). A elevada razão de aspecto da fibra de sisal, também utilizada na composição da argamassa do presente trabalho, retarda a ruptura do material e melhora o desempenho dos ensaios realizados pela autora.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o estudo teórico, foi possível entender os processos que envolvem sistemas construtivos de terra. Estes processos também foram apreendidos durante a coleta de amostra do solo que foi estudado nesta pesquisa, no canteiro de obras do Espaço Educador Chico Mendes em área rural de Brazlândia, Distrito Federal. Este local é parte da Chácara do Professor do Sindicato dos Professores do DF (SinPRO-DF) e foi criado com base na permacultura e bioarquitetura, tendo a utilização do solo como parte fundamental do projeto.

Foram observados os diversos tipos de vedações aplicadas na obra (Figura 1), utilizando-se de processos vernáculos em terra como taipa de pilão, pau a pique e adobe para produzir espaços com estética contemporânea. As etapas seguintes buscam verificar o comportamento do solo como revestimento externo a ser aplicado em projetos de bioarquitetura desta natureza, buscando demonstrar o potencial do material em construções civis.



Figura 1 – Espaço Educador Chico Mendes em fase de construção.

5.1. Classificação granulométrica do solo

A primeira etapa da pesquisa consiste em uma análise do solo utilizado para preparo das argamassas. Com este estudo, é possível determinar sua composição granulométrica e classificar o solo e suas propriedades. “Sendo o solo natural um material complexo e variável” (Casagrande, 2001, p. 1), seu estudo é essencial para que sejam identificados tipos de terra que sejam favoráveis à aplicação em construções.

As amostras do solo foram preparadas de acordo com a norma NBR 6457 (ABNT, 1986). Foram pesados 1500 g do solo para a análise granulométrica. De acordo com a NBR 7181 (ABNT, 1984), a análise de granulometria por sedimentação deve ser feita com defloculante e, para comparação, foi realizada também apenas com adição de água destilada. Imediatamente após a agitação no copo de dispersão, foi mergulhado um densímetro para medições periódicas segundo a norma. Um termômetro também foi utilizado para medir a oscilação da temperatura da amostra. Os resultados são apresentados a seguir e indicam 59,5% de argila na composição do solo, sendo, portanto, um solo argiloso. O estudo anterior a este, realizado por Pontes (2013), apresentou resultados semelhantes quanto à caracterização do solo. O solo apresentou-se argiloso, com 64,8% de argila na composição, reforçando desta forma a coerência da classificação do solo do Distrito Federal.

Tabela 1 – Caracterização do solo (com defloculante).

d (mm)	% mat. passa	% mat.ret.	material	% do material
50,80	100,0	0,0	20,0<Pedregulho grosso<60,0	0,0
38,10	100,0	0,0		
25,40	100,0	0,0		
19,10	100,0	0,0	6,0<Pedregulho médio<20,0	0,0
9,52	100,0	0,0		
4,76	100,0	0,0	2,0<Pedregulho fino<6,0	0,1
2,00	99,9	0,1		
1,190	98,9	1,1	0,6<Areia grossa<2,0	3,1
0,590	96,7	3,3	0,2<Areia média<0,6	6,0
0,420	95,3	4,7		
0,250	92,3	7,7		
0,149	89,3	10,7	0,06< Areia fina <0,2	12,3
0,074	86,9	13,1		
0,0553	78,5	21,5		
0,0391	78,5	21,5	0,002 < Silte < 0,06	19,0
0,0278	76,7	23,3		
0,0190	76,0	24,0		
0,0135	74,7	25,3		
0,0100	72,4	27,6		
0,0071	70,4	29,6		
0,0051	67,4	32,6		
0,0037	64,4	35,6		
0,0026	62,3	37,7		
0,0019	58,6	41,4		
0,0011	52,8	47,2	Argila < 0,002	59,5
				100,0

5.2. Fibras utilizadas

A utilização de fibras como reforço de solos é uma técnica empregada pelo homem desde muitos anos. Camadas intercaladas de solo e manta de raízes foram empregadas na Mesopotâmia (1400 a.C.) para a construção de muralhas. Na Grande Muralha da China e em estradas construídas pelos Incas, no Peru, também se encontram indícios da utilização de fibras (Salgado, 2010).

A utilização histórica do solo como material construtivo associa-se ao uso de fibras como reforço, para melhorar o desempenho com relação à resistência mecânica e evitar fissuras ou deformações. Os primeiros tipos de fibras utilizadas pela humanidade foram as fibras naturais, que podem atingir grandes resistências (Casagrande, 2001). Além das fibras naturais, são também utilizadas fibras de origens diversas, como as fibras poliméricas, minerais e metálicas.

Para esta pesquisa foram escolhidas duas fibras: sisal e jornal. A fibra de sisal foi escolhida para esta pesquisa com base no trabalho de Salgado (2010). O sisal possui diversas espécies catalogadas, sendo o Brasil um dos maiores produtores destas fibras. O clima tropical do Brasil é favorável ao crescimento da fibra, que se renova rapidamente. Seu uso também é comumente associado a produtos de artesanato e, quando aplicado como reforço em construções, apresenta grande resistência mecânica (Salgado, 2010).

Alguns materiais fibrosos utilizados pela sociedade não são totalmente reciclados e agravam o grande problema ambiental que enfrentamos. Segundo Salgado (2010), várias fibras

poliméricas, material constituinte das garrafas plásticas, estão sendo utilizadas como reforço de solos. Seguindo este pensamento, foi proposta a utilização de jornal como elemento fibroso para o reforço do revestimento estudado. Não foram encontrados estudos que utilizem o jornal para a mesma finalidade, mas acredita-se que a origem vegetal do material resulte em uma boa resistência, aliada a seu reaproveitamento.

5.3. Execução dos revestimentos

Esta etapa foi realizada em Brasília-DF, durante os meses maio e junho de 2014, com clima de temperatura elevada e pouca chuva. As argamassas produzidas para análise têm como referência os traços realizados por Salgado (2010), com algumas adaptações. Duas paredes baixas, construídas para estudo acadêmico, foram escolhidas como local de aplicação das argamassas de estudo. Ambas as paredes são de alvenaria tradicional, sendo a Parede 1 passível de bastante radiação solar direta e a Parede 2 ligeiramente mais sombreada.

Antes da aplicação do revestimento, as paredes receberam uma argamassa de referência para melhorar a aderência entre o reboco e a alvenaria. Esta argamassa, um chapisco que antecede a aplicação do reboco, foi produzida com o mesmo traço utilizado por Salgado (2010): 0,61 kg de cal (hidratada), 4,48 kg de areia e 1,7 L de água.

Após a aplicação da argamassa de referência, foram produzidos dois traços com proporções baseadas nos traços obtidos por Salgado (2010), com algumas adaptações para que a argamassa obtivesse boa consistência para aplicação. A utilização da fibra de sisal e da fibra de jornal nas misturas será analisada separadamente, tendo cada parede uma amostra de cada traço (Figura 2).



Figura 2 – Parede 1 (à esquerda, reboco com fibra de jornal; à direita, reboco com fibra de sisal)

Após o preparo, cada mistura foi aplicada na superfície da parede previamente chapiscada com a argamassa de referência. A Parede 1 recebeu a argamassa de referência dia 28 de maio e foi rebocada dois dias depois, dia 30 de maio, mesmo dia em que a Parede 2 recebeu o chapisco. Os revestimentos de terra da Parede 2 foram realizados dia 2 de junho, dois dias após a aplicação do reboco na Parede 1.

Cada parede foi rebocada com os dois tipos de argamassa produzidas. O reboco foi arremessado de uma distância de aproximadamente 30 cm e alisado com a colher de pedreiro. Depois da aplicação, o revestimento foi alisado novamente com uma espátula, dando o acabamento final.

5.4. Ensaio de aderência à tração

Os ensaios ocorreram segundo a norma NBR 13755 (ABNT, 1996) e foram realizados duas semanas após a aplicação dos rebocos. As pastilhas para o ensaio foram coladas ao revestimento um dia de antecedência com uma massa adesiva plástica cinza e, para acelerar a reação, foi utilizado um líquido catalizador. Os pontos de teste foram escolhidos aleatoriamente, como indicado pela norma NBR 13755, de maneira distribuída na área da parede rebocada.

Com o auxílio de um equipamento elétrico dotado de disco de corte, os primeiros corpos de prova foram cortados com forma circular. Entretanto, em alguns pontos houve grande dificuldade em realizar o corte sem desmanchar o revestimento. Portanto, optou-se por realizar cortes com forma quadrada, seccionando um lado de cada vez por uma linha, evitando assim danificar a amostra antes do teste. Em seguida foram coladas as pastilhas metálicas, colocando-se calços de apoio para evitar que caíam antes da secagem da massa colante.

Com as pastilhas presas e após um dia de secagem, utilizou-se o equipamento de tração para execução do ensaio (Figura 3). A máquina foi acoplada perpendicularmente ao corpo de prova e foram aplicadas cargas de maneira lenta e progressiva até sua ruptura.



Figura 3 – Máquina de tração

5.5. Resultados obtidos

Para revestimentos externos convencionais, é adotado o valor 0,3 MPa de resistência mínima à tração. O reboco com adição de fibra de sisal, além de ter sua superfície com bastante fissuras, teve o desempenho baixo com exceção de alguns pontos em que a fibra acumulou-se e garantiu maior resistência. O reboco com adição do jornal picotado não apresentou muita fissura na superfície e os valores de resistência mantiveram-se mais uniformes. Todos os corpos de prova, entretanto, apresentaram valores dez vezes abaixo que 0,3 MPa, como podem ser observados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Pontos ensaiados na Parede 1 (MPa)

Fibra de sisal	Fibra de jornal
0	0
0,0256	0,0221
0,0016	0,0155
0,0080	0,0157
0,0122	0
sem valor	0,0135

*Tensão em MPa para cada ponto ensaiado.

Tabela 3 – Pontos ensaiados na Parede 2 (MPa)

Fibra de sisal	Fibra de jornal
0,0275	0,0101
0	0,0159
0	0,0085
0,0034	sem valor

*Tensão em MPa para cada ponto ensaiado

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram expressos os resultados da análise macro-mecânica de revestimentos de terra com reforço de fibras vegetais aplicados em Brasília-DF. Os rebocos produzidos, com adição de fibra de sisal e fibra de jornal, apresentaram resultados inferiores aos materiais convencionais comumente utilizados em construções. Portanto, apesar de apresentar bons resultados sob a influência de forças de compressão no trabalho de Pontes (2013), o solo argiloso aqui estudado não apresentou resultados satisfatórios de resistência de aderência à tração. Quanto à adição das fibras, observa-se maior desempenho do jornal

como reforço, enquanto o sisal apresentou altos níveis de resistência em apenas alguns trechos em que a fibra havia se acumulado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1986). NBR 6457 - Amostras de Solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1984). NBR 7181 – Solo – Análise Granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1996). NBR 13755 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT.

Casagrande, Michéle Dal Toé (2001). Estudo do comportamento de um solo reforçado com fibras de polipropileno visando o uso como base de fundações superficiais. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Jalali, Said; Eires, Rute (2008). Inovações científicas de construção em terra crua. Conferência Internacional – Angola: Ensino, Investigação e Desenvolvimento (EIDAO 8). Portugal.

Minke, Gernot (2006). Building with earth: Design and technology of a sustainable architecture. Birkhäuser: Publishers for Architecture.

Pinto, André Ricardo Alves Guedes; Ghavami, Khosrow (2008). Fibras de curauá e sisal como reforço em matrizes de solo. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Pontes, Larissa Almeida Martins (2013). Caracterização e determinação de uma distribuição probabilística representativa da resistência à compressão de solos argilosos via ensaios experimentais para aplicação da análise de confiabilidade em estruturas feitas de terra. Pirenópolis: Cilance.

Salgado, Fernanda de Andrade (2010). Análise macro-mecânica do comportamento da terra como revestimento externo, com ou sem reforço de fibras vegetais. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da PUC-Rio, Rio de Janeiro.

AUTORES

Larissa Castro de Oliveira, graduanda em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário de Brasília – UniCEUB em Brasília); realizou pesquisa de iniciação científica com bolsa do CNPq sobre análise macromecânica do comportamento da terra como revestimento externo com reforço de fibras vegetais. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/8315255934915622>.

João da Costa Pantoja, engenheiro civil pela Universidade de Brasília – UnB (1991), mestre em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (2003) e doutor na área de Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC (2012). Professor Adjunto da Universidade de Brasília, tem experiência em análise estrutural, análise de confiabilidade e patologia e recuperação de estruturas. Currículo completo em: <http://lattes.cnpq.br/6879105340639188>.

EL ADOBE EN LA ARQUITECTURA TRADICIONAL DEL ARAGÓN (ESPAÑA). METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Laura Villacampa Crespo¹; Camilla Mileto²; Fernando Vegas López-Manzanares³; Lidia García Soriano⁴

I.U.I. Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València,
¹l.villacampa.crespo@gmail.com; ²camil2@cpa.upv.es; ³fvegas@cpa.upv.es; ⁴ligarso@hotmail.com

Palabras clave: Aragón, adobe, arquitectura tradicional

Resumen

La arquitectura tradicional en general y la de tierra en particular, son muy vulnerables a la globalización y a la adaptación a usos actuales, en parte por su desconocimiento y la falta de puesta en valor. Este estudio forma parte de una investigación más completa sobre la técnica tradicional de construcción con adobe en Aragón, para conocer sus características, su forma de trabajo, el proceso y los materiales utilizados para su elaboración, sus variantes y su puesta en obra; conocimiento como punto de partida para su puesta en valor. Para ello se ha desarrollado una base de datos que permite analizar diferentes casos de estudio, estableciendo relaciones a su situación geográfica, de lugar, clima, etc.; factores íntimamente relacionados con la arquitectura tradicional. Esta base de datos se genera a través de una ficha de estudio que se ha desarrollado en referencia a la bibliografía. La ficha está compuesta por tres partes: una primera, de estudio del adobe en el conjunto del edificio; una segunda, que analiza la técnica constructiva y las piezas de adobe; y una tercera que analiza la intervención en el adobe, si se da el caso. El resultado es la obtención de una metodología clara, científica y objetiva, que permite la obtención de datos de rigor de los que obtener conclusiones globales analizando de forma cruzada diferentes casos de estudio. La obtención de una metodología fiable en base a ejemplos concretos y la capacidad de adaptación de la ficha, permiten analizar un rango muy amplio de casos de estudio con características variadas. En este caso, se aplica a un área reducida, pero podría extrapolarse a otras zonas.

1 INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

La comunidad de Aragón (España) posee un gran patrimonio arquitectónico tradicional con rasgos muy heterogéneos debido a las diversas zonas geográficas y climáticas existentes, así como los diferentes materiales disponibles, que hacen que esta arquitectura tenga características propias en cada una de las zonas, desde las zonas montañosas del pirineo y del sistema ibérico, a la llanura del valle del Ebro (Allanegui Burriel, 1979) (Figura 1).

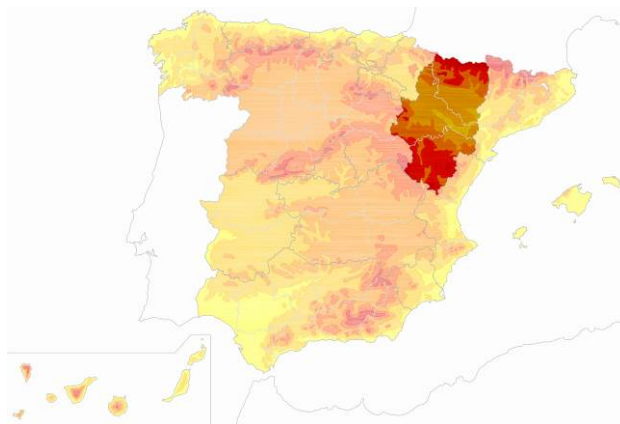


Figura1. Situación de Aragón. Plano Base altimetría (Editado desde la fuente: Dirección General de Planificación Territorial, 1994)

El proyecto en el que se enmarca ese estudio, nace como respuesta a la preocupación del estado de conservación que sufre la arquitectura tradicional frente a la globalización y estandarización de los materiales y técnicas, que la acechan desde mediados del siglo XX. Frente a estos factores, poco se ha podido hacer hasta ahora debido a la falta de puesta en valor y de protección de esta arquitectura, tanto por parte de las administraciones como de los usuarios y propietarios. Esta decadencia existente en la arquitectura tradicional deriva en parte del gran éxodo rural que ha sufrido esta área, perdiendo los conocimientos tanto de las técnicas constructivas como de otras muchas tradiciones, (Hoz Onrubia, Maldonado Ramos, Vela Cossío, 2003) y de la consideración de esta arquitectura como elementos de mala calidad, especialmente en los casos de arquitectura de tierra sobre la que está centrada el estudio.

La arquitectura tradicional y especialmente la de tierra, está íntimamente ligada con el lugar, siendo muy importantes factores como el clima, la geología, el tipo de suelo, la orientación y accesibilidad, la tradición histórica y constructiva y la disponibilidad de materiales, aprovechando al máximo los recursos del lugar (Figols González, 2006). El estudio está centrado en la arquitectura tradicional de tierra de Aragón, con especial interés en la técnica del adobe o, como es conocido en esta zona: "adoba". El estudio de la técnica tradicional del adobe en Aragón se ha realizado, generalmente, a través de análisis de áreas muy delimitadas (municipios o comarcas) y en los que se han definido las características generales de la técnica, sin hacer especial alusión a sus particularidades. Por ello, con ese trabajo se propone un análisis general de todo el territorio profundizando tanto del material como de la técnica y sus variantes.

Este estudio se enmarca en una tesis doctoral cuyo objetivo es profundizar en el conocimiento de la construcción tradicional de tierra en Aragón, así como las técnicas a emplear para su restauración y rehabilitación. Además, esta tesis forma parte de un proyecto de mayor envergadura en torno al estudio de la arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad. La investigación que se está llevando a cabo en la tesis se encuentra en su fase inicial, presentándose en este artículo la metodología desarrollada para la toma y gestión de datos del estudio.



Figura 2. Edificio construido con adobes en la localidad de Besians (Huesca)

La importancia del desarrollo de una metodología científica, clara y objetiva, con la que poder recopilar datos, es muy importante en el caso de la arquitectura tradicional ya que la bibliografía específica sobre este tema y de una zona en concreto es muy limitada, siendo las fuentes directas uno de los puntos de información más importantes.

2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de la investigación general que se está desarrollando es establecer líneas guía de intervención en la arquitectura tradicional de tierra, derivadas del

conocimiento y la puesta en valor de las mismas. Para ello serán establecidos criterios generales de protección y conservación para futuras intervenciones que, idealmente, se difundirán entre los profesionales para poder llegar a la administración y a los usuarios de esta arquitectura, que es de los que, en la mayoría de los casos, depende su preservación.

El objetivo específico del estudio presentado es desarrollar una metodología de carácter científico, clara y objetiva que permita la recopilación y gestión de datos de casos concretos de estudio (García Soriano, 2015). Esta metodología se ha organizado entorno a una ficha de estudio de casos, que permite tanto la recopilación como la gestión y organización de los mismos en una base de datos. En el desarrollo de esta ficha se ha tenido en cuenta la capacidad de adaptación que debe tener para poder evaluar de forma efectiva cada uno de los diversos casos de estudio con sus características propias.

La obtención de esta metodología permite estudiar los casos de forma objetiva a través del trabajo de campo para posteriormente obtener resultados y conclusiones del conjunto. El desarrollo de esta metodología es importante en el caso de la arquitectura tradicional, ya que la bibliografía específica de este tema, en el área estudiada, es limitada y poco específica, por lo que no se encuentran, en general, datos de casos concretos.

3 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La metodología de estudio planteada se basa en el análisis de casos de estudio concretos situados en el área de la comunidad de Aragón. El hecho de tratarse de un estudio de arquitectura tradicional hace que en la mayoría de los casos, el propio elemento analizado sea la principal fuente de información. Por ello, es muy importante el desarrollo de una metodología que permita establecer un orden y dar sentido a los datos obtenidos de forma directa del edificio y además tener cabida a otros obtenidos de diferentes fuentes.

Otras fuentes de información importantes en el análisis de la arquitectura tradicional son las fuentes primarias, como vecinos o propietarios que conozcan la construcción o las intervenciones realizadas en los edificios de primera mano, por haber participado de ellas o haber estado presente en alguno de estos momentos, aportando datos al estudio que de otra forma sería muy difícil o imposible obtener.

Las fuentes de información indirectas, como bibliografía, estudios específicos o documentación de proyectos del edificio analizado, son datos difíciles de obtener en el caso de la arquitectura tradicional, si bien, en el caso que se encuentren, deberán ser incluidos en la base de datos del edificio estudiado.

Las fases principales de elaboración del proyecto son las siguientes:

- a) Conocimiento del estado del arte en la materia mediante un análisis bibliográfico general, que permita conocer las características de las técnicas constructivas de tierra (propiedades, puesta en obra...) y de la técnica del adobe en concreto (Font Arellano et al, 2011). También se analizará la bibliográfica centrada en criterios y técnicas de intervención en este tipo de construcciones, tanto en España como en otras partes del mundo donde la construcción con adobe ha formado parte de su tradición.
- b) Análisis específico de la técnica constructiva del adobe y a la arquitectura tradicional de Aragón a través de la bibliografía y realización de una primera aproximación de reconocimiento mediante trabajos de campo (áreas de Aragón en las que se ha estudiado el adobe o se conoce su existencia, principales características, variantes, composición, tamaños, aparejos etc.)
- c) Elaboración de una ficha de estudio detallada que englobe todas las características del edificio, de la técnica del adobe y las intervenciones realizadas (si existieran). Esta ficha se desarrollará en base al conocimiento y el análisis bibliográfico previo de la técnica, teniendo en cuenta todos los factores y variables posibles para poder adaptarse a los casos de estudio concretos.

d) Recopilación de datos de forma directa y de otras fuentes de información como los archivos municipales (bibliografía específica de las localidades, documentación de proyectos, etc.), con la ayuda de la ficha de estudio que permite la creación de una base de datos que funcione como un catálogo de casos analizados en Aragón.

e) Análisis de los datos compilados y evaluación. El análisis puede realizarse de forma directa en cada una de las variables y cruzándolas entre ellas, obteniendo datos objetivos y científicamente correctos. La interpretación de estos resultados permite obtener resultados como zonificaciones y mapeados de las distintas características de la técnica.

3.1 Metodología de análisis

Para la realización del análisis del adobe en Aragón y de las intervenciones realizadas, se ha creado una base de datos gestionada por soportes informáticos en la que están incluidos los diferentes casos de estudio y que permite realizar observaciones y estadísticas de los datos adjuntados. Para llevar a cabo el análisis de cada uno de estos casos de estudio, se ha propuesto el uso de ficha que permitiera la recopilación de información directamente del edificio de forma fácil, científica y objetiva. La obtención de datos del edificio ha sido realizada con ayuda del gestor de datos y su aplicación para dispositivos iPad que permite tomar datos de forma directa y rápida, englobando parte de las herramientas utilizadas para la toma de datos tradicional en una sola herramienta. La ficha tiene una gran capacidad de adaptación, permitiendo analizar un rango muy amplio de casos de estudio con características muy dispares que quedan englobadas y descritas de forma detallada. Con el conjunto de casos de estudio analizados con ayuda de la ficha, se ha creado un catálogo que permite comparar, contrastar y analizar los datos obtenidos.

3.2 Partes de la ficha de estudio

La ficha de estudio se ha estructurado en tres partes: Datos generales del edificio, datos de la técnica constructiva de adobe y datos de la intervención (si existe)

Parte 1 (figura 3). Análisis general de edificio. En este punto se han analizado tanto características de emplazamiento como del propio edificio. Pese a ser la parte del estudio menos específica o detallada, es importante ya que son datos obtenibles en todos los edificios, permitiendo una comparación completa entre todos los casos de estudio y la obtención de datos de carácter general que podrían interpretarse en mapeados (Correia et al, 2011), como por ejemplo los lugares donde se ha encontrado edificaciones con adobe. Se distinguen tres grupos de estudio en esta parte 1.

El análisis de la situación se ha dividido en los siguientes puntos: provincia, comarca, localidad, dirección, nº de habitantes y altitud sobre el nivel del mar. a) Datos geográficos: la recopilación de estos datos es importante ya permite filtrar los datos por zona geográfica y establecer relaciones con respecto a ella. b) Número de habitantes de la localidad: este parámetro se ha introducido para estudiar las posibles relaciones que pudieran existir entre densidad de población de las distintas áreas y la conservación de esta arquitectura, ya que en general la zona rural de esta comunidad ha sufrido un gran éxodo rural encontrando gran número de edificios abandonados. c) Altitud sobre el nivel del mar: este parámetro está en relación con el tipo de clima y este a su vez con el tipo de arquitectura, por lo que se ha considerado interesante su introducción con el fin de realizar estudios cruzados y estudiar la posible relación.

Las características generales del edificio se definen en los siguientes campos: tipo de propiedad, tipología edificatoria, uso, técnicas constructivas, estado de intervención y estado de conservación. a) Tipo de propiedad: define la titularidad del edificio pudiendo ser público o privado. Este campo se ha introducido con el fin de obtener resultados sobre la cantidad y calidad de las intervenciones realizadas en cada caso. b) Tipología edificatoria: define la posición del edificio con respecto a su entorno. c) Uso: se define tanto el uso del edificio en el tiempo (continuado, temporal o sin uso) y el tipo de uso del edificio (residencial, productivo u otros). Esta variable permite establecer relaciones con el estado de conservación o

intervención en el que se encuentre el edificio, así como la relación de la técnica con el uso al que está o estaba destinado. d) Técnicas constructivas: permite conocer las diferentes técnicas presentes en el edificio ya que, por lo general, son muy heterogéneos en cuanto a técnicas. e) Estado de intervención: define si el edificio está intervenido o no. Este punto está relacionado con la tercera parte de la ficha. d) Estado de conservación: este punto es el más subjetivo ya que define si el edificio se encuentra en buen estado o no con respecto al uso que tiene que albergar, por ello el buen estado de un edificio destinado a vivienda y otro de uso productivo como los corrales, no será el mismo.

Esta parte, pese a ser menos específica o detallada que las siguientes, es importante porque son datos obtenibles en todos los edificios, permitiendo una comparación completa entre todos los casos de estudio y la obtención de datos de carácter general que podrían interpretarse en mapeados como los lugares donde se han encontrado edificaciones con adobe. En parte de la ficha también se ha dispuesto de varios espacios para fotografías y de una parte de observaciones en la que poder añadir datos de interés u otros obtenidos de otras fuentes de información no directas.

Parte 2 (figura 3). La segunda parte del análisis se centra en el análisis de las técnicas tradicionales de tierra, concretamente en la técnica del adobe: el análisis la pieza de adobe, análisis de la fábrica de adobe y análisis de las patologías.

Los datos de las técnicas tradicionales de tierra en el edificio: define los tipos de técnicas de tierra existentes en el edificio y emplazamiento de cada una de ellas en el conjunto del mismo (nº de planta, fachada o muro piñón), ayudando a conocer según esta posición la función estructural que suele desempeñar cada uno en el conjunto del muro.

Las piezas de adobe se han definido conforme a los siguientes parámetros: dimensión, color y composición. Estos datos están ligados con la tradición de cada lugar. a) La dimensión de las piezas es un dato muy interesante aunque no siempre se puede obtener. Esta dimensión depende de las adoberas utilizadas. b) El color depende de la tierra utilizada para la realización de los adobes, que depende de la zona, aunque, como se ha observado en algunos de los casos estudiados puede variar incluso dentro de una misma localidad (adobes grisáceos y otros rojizos) por lo que la inmediatez de obtención es un dato importante. c) La composición del adobe será la tierra acompañada generalmente de un estabilizante que ayude a controlar su capacidad de retracción y expansión, y en casos como las gravas ayudar también a su resistencia (Abad Alegría, 1997) Los áridos, fibras vegetales, fibras animales, yeso, cal son algunos de los elementos usados como estabilizante y cuya elección dependía de los materiales disponibles en cada zona en el momento de su fabricación.

Las características de la fábrica de adobe se han englobado en los siguientes puntos: variante constructiva de muro, dimensión del muro y aparejo. a) Variante constructiva del muro: este punto engloba múltiples soluciones ya que en él se define la composición del muro de adobe ya sea un muro simple (elaborado únicamente con adobes), con refuerzo en las juntas (en el que se define el tipo de refuerzo y el material de refuerzo, por ejemplo refuerzo en las juntas horizontales con ladrillos), con refuerzo estructurales (tipo de refuerzo y material de refuerzo, como por ejemplo machones de piedra) o si es el propio adobe el que funciona como refuerzo de otro tipo de muro. b) Dimensión del muro: este dato está en relación tanto con la dimensión de la pieza de adobe como el aparejo del muro. c) El aparejo del muro dependerá, en la mayoría de los casos, de la función estructural que tenga el muro buscando siempre la optimización de los recursos.

Las patologías de los muros de adobe aparecen de forma conjunta, teniendo en cuenta las posibles patologías que afectan a algunas de las partes (piezas, juntas) o las que afectan al conjunto del muro. En este punto también se recogen las patologías derivadas de intervenciones inadecuadas, pudiendo detallar las causas en las observaciones de las mismas. En este punto se ha tenido en cuenta que estas patologías pueden aparecer de forma simultánea, por lo que existen múltiples soluciones para adaptarse a cada caso concreto.

Al igual que la primera parte de la ficha, en esta parte se han incorporado varios espacios para fotografías que definan cada una de las partes descritas, así como un campo para las observaciones que no hayan quedado plasmadas en los campos descritos. En esta parte de la ficha se realiza un análisis más detallado de los diferentes elementos, permitiendo la comparación y la extracción de resultados mucho más concretos.

La restauración y rehabilitación de la arquitectura tradicional de tierra.
El caso de la arquitectura de adobe y entramados en Aragón.

Nº Ficha
Fecha

1. DATOS GENERALES DEL EDIFICIO

Provincia Comarca

Localidad Dirección
m.s.n.m.

Nº habitantes




Tipo de propiedad Tipología edificatoria

Uso del edificio ☒ Continuo ☐ Temporal ☐ Sin uso Tipo de uso ☐ Residencial ☒ Productivo ☐ Otro

Técnicas constructivas cerramientos ☐ Una sola técnica ☒ Varias técnicas constructivas

Técnicas utilizadas ☒ Mampostería ☐ Piedras lascas ☐ Tapialete ☐ Ladrillo ☒ Nuevas técnicas ☐ Sillares/sillarejo ☐ Tapia ☒ Adobe ☐ Entramado ☐ No

Estado de intervención Estado de conservación

Observaciones

2. DATOS DE LAS TÉCNICAS DE ADOBE, ENTRAMADOS Y TAPIA

Situación de la técnica en el edificio ☒ Adobe ☐ P. Baja ☐ P. Primera ☐ P. Tercera ☒ Muro piñón ☐ Entramado ☐ P. Baja ☐ P. Primera ☐ P. Tercera ☐ Muro piñón ☐ Tapia ☐ P. Baja ☐ P. Primera ☐ P. Tercera ☐ Muro piñón



La restauración y rehabilitación de la arquitectura tradicional de tierra.
El caso de la arquitectura de adobe y entramados en Aragón.

2.1. ADOBE

Dimensión de las piezas Color de las piezas

Composición - estabilizante utilizado

Variante constructiva ☐ Simple ☐ Con refuerzos en las juntas ☐ Con refuerzos estructurales ☐ Como refuerzo

/ Tipo de refuerzo / Material de refuerzo

Dimensión del muro Aparejo del muro




Patologías ☒ Erosión del material ☐ Pérdida de verticalidad ☒ Lavado del paramento ☐ Erosión de las juntas ☐ Grietas por empuje de la cubierta ☐ Desconchados ☐ Humedad por capilaridad ☒ Grietas por discontinuidad del aparejo ☐ Por elementos impropios ☐ Eflorescencias ☐ Grietas por asentamientos ☐ Otro...




Observaciones

Figura 3. Ficha de estudio, partes 1 y 2. Ejemplo de uno de los casos de estudio

Parte 3 (figura 4). La tercera parte responde a los datos de la intervención, por lo que será aplicable únicamente en el caso de que el edificio haya sido intervenido, y el muro de adobes se encuentre afectado directa o indirectamente por esta intervención. En este apartado se define por un lado la intervención a nivel general y por otro lado las intervenciones llevadas a cabo en cada una de las partes del edificio.

En el análisis de la intervención general del edificio se han introducido los siguientes campos: objetivo de la intervención, reflexión previa y observaciones. a) El objetivo de la intervención define el resultado que se busca obtener con esa intervención, encontrando diferentes niveles de afección al edificio: mantenimiento, reparación, restauración, rehabilitación parcial, rehabilitación integral, ampliación, demolición u otros tipos de intervención a definir. b) La reflexión previa puede responder a un tipo de intervención planificada o en su defecto, a una que se ha realizado de forma espontánea. Las intervenciones en la arquitectura tradicional se realizan en muchos casos de forma inmediata como respuesta a un problema o a una necesidad, sin una programación de la misma ni estudios previos del elemento a intervenir. Por eso, en esta parte de la ficha no existe un campo propio sobre los criterios de intervención en la restauración, ya que aun en los casos que la intervención está planificada, esta no sigue un criterio claro sino que responde a las necesidades y gustos de los propietarios.

Se han estudiado las intervenciones en las siguientes partes del edificio: cimentación, muros, revestimientos, zócalo y vanos. Dentro de cada uno de ellos se han analizado el tipo de intervención, el tipo de materiales y el tipo de técnica junto con una breve descripción. a) El tipo de intervención define la intervención parcial que se ha llevado a cabo en cada una de las partes: consolidación, reintegración, reconstrucción, demolición, sustitución y otros.

(*Cornerstones Community Partnerships*, 2006). b) Tipo de materiales y tipo de técnica: en esos puntos no se han definido los tipos de materiales y las técnicas concretas sino la similitud o no con respecto a los elementos tradicionales existentes en el edificio (materiales tradicionales o no, y técnicas similar o distinta existente), permitiendo así analizar la búsqueda de compatibilidad con el edificio antiguo o no.

En el último apartado se ha contemplado la existencia de rehabilitaciones energéticas indicando las partes intervenidas junto con una breve descripción.

La restauración y rehabilitación de la arquitectura tradicional de tierra.
El caso de la arquitectura de adobe y entramados en Aragón.

3. DATOS DE LA INTERVENCIÓN

Intervención de: ☐ Mantenimiento ☐ Rehabilitación parcial ☐ Restauración ☐ Demolición
☒ Reparación ☐ Rehabilitación integral ☐ Ampliación ☐ Otro...

Reflexión previa: Intervención espontánea

Observaciones: Se trata de intervenciones que responden a los problemas de una forma inmediata sin pensar previamente en su adecuación.

3.1. CIMENTACIÓN

Tipo de intervención: ☐ Consolidación ☐ Reconstrucción ☐ Sustitución
☐ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otro...

Tipo de materiales: No visible

Tipo de técnica: No visible

3.2. MUROS

Tipo de intervención: ☐ Consolidación ☒ Reconstrucción ☐ Sustitución
☐ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otro...

Tipo de materiales: No tradicional

Tipo de técnica: Similar a la existente

Descripción: Sustitución muro de adobe por muro de bloques de hormigón en la parte trasera. La cubierta ha sido sustituida produciendo posibles cambios en la coronación

3.3. REVESTIMIENTOS

Tipo de intervención: ☐ Consolidación ☐ Reconstrucción ☐ Sustitución
☐ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otro...

Tipo de materiales: No intervenido

Tipo de técnica: No intervenido

3.4. ZÓCALO

Tipo de intervención: ☐ Consolidación ☐ Reconstrucción ☐ Sustitución
☒ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otro...

Tipo de materiales: No tradicional

Tipo de técnica: Diferente a la existente

Descripción: Se ha añadido mortero de cemento en la parte inferior del muro insertando esta parte del muro inexistente previamente.

3.5. VANOS

Tipo de intervención: ☐ Consolidación ☒ Reconstrucción ☐ Sustitución
☐ Reintegración ☐ Demolición ☐ Otro...

Tipo de materiales: No tradicional

Tipo de técnica: Diferente a la existente

Descripción: Creación de un nuevo vano en el muro reconstruido manteniendo la antigua carpintería. Dintel con piezas cerámicas.

La restauración y rehabilitación de la arquitectura tradicional de tierra.
El caso de la arquitectura de adobe y entramados en Aragón.

3.7. REHABILITACIÓN ENERGÉTICA ☐ Fachada ☐ Vanos ☐ Forjados ☐ Cubierta

Observaciones:

FOTOGRAFÍAS DE LA INTERVENCIÓN

 Nuevo muro de bloques de hormigón

 Mortero de cemento en la parte inferior del muro

 Nueva cubierta de chapa prefabricada

 Nuevo vano con la carpintería preexistente.

Figura 4. Ficha de estudio, parte 3. Ejemplo de uno de los casos de estudio.

4 CONCLUSIONES

La investigación se encuentra en su fase inicial, habiendo analizado hasta ahora 30 casos de estudio. La ficha ha funcionado de forma satisfactoria en la recopilación de los actuales datos, pero ha sido configurada de una forma abierta que permita evolucionar y adaptarse con el desarrollo del trabajo a nuevos campos de estudio o a elementos y tipologías no contemplados en el actual documento.

Dentro de esta ficha existen puntos de carácter general cuya obtención de datos siempre va a ser posible, aportando resultados en relación a la globalidad de los casos de estudio (como la primera parte de la ficha), pero existen otros cuya obtención no siempre está asegurada por falta de visibilidad, inaccesibilidad u otros factores (como las dimensiones concretas de los elementos analizados), por lo que en la obtención de sus resultados debe tenerse en cuenta que estos no son generales a todos los casos de estudio. Por otro lado existen debilidades relacionados con la toma de datos de algunos de los campos como los de la cimentación, cuya observación y análisis será imposible en la mayoría de los casos (exceptuando si el edificio se encuentra en estado de intervención en el momento de la toma de datos o se dispongan de datos de otras fuentes de información). Los resultados obtenidos de los datos de este punto, por tanto, no se podrán analizar del mismo modo, ni extraer conclusiones sólidas ya que su aportación siempre va a estar asociada a casos muy concretos que pueden no responder a la realidad general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad Alegría, Francisco (1997). Construcciones de barro en Aragón. Huesca: La Val de Onsera
- Allanegui Burriel, Guillermo J. (1979). Arquitectura popular de Aragón. Zaragoza: Librería General.
- Cornerstones Community Partnerships (ed.) (2006) Adobe conservation: a preservation handbook. Santa Fe (NM): Sunstone press
- Correia, M.; Dipasquale, L.; Mecca, S.; Akermann, K. (2011). Terra Europae: earthen architecture in the European Union. Pisa: ETS
- Figols González, M. (2006). Arquitectura de tierra en Valdejalón. Zaragoza: Institución "Fernando el Católico"
- Font Arellano, J.; Brown Birabén, M.; Castilla, F.; Cuchí, A.; Figols, M.; López Martínez, F.J.; López Osorio, J.M.; Rabanaque, G.; Rohmer, E.; Serra Desfilis, A.; Cruz Villalón, M. (2011). La presence de l'adobe a l'Espagne. In: AAVV. Les cultures constructives de la brique crue. Montpellier: Éditional l'Espérou.
- Hoz Onrubia, J.; Maldonado Ramos, F. Vela Cossío, F. (2003). Diccionario de la construcción tradicional: tierra. Hondarribia: Nerea
- García Soriano, L. (2015). La restauración de la arquitectura de tapia de 1980 a la actualidad a través de los fondos del Ministerio de Cultura y del Ministerio de Fomento del Gobierno de España. Criterios, técnicas y resultados (Doctor en Arquitectura). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, Universitat Politècnica de València. ETSAV-UPV. Valencia, España.

NOTA

Este estudio está desarrollado en el marco del proyecto de investigación "La restauración y rehabilitación de arquitectura tradicional de tierra en la Península Ibérica. Líneas guía y herramientas para una intervención sostenible" SOSierra (ref. BIA 2014-55924-R, investigadores principales Camilla Mileto y Fernando Vegas) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

AUTORES

Laura Villacampa Crespo, arquitecta por la Universitat Politècnica de València, realizando los estudios de septiembre de 2006 a abril de 2013. Master en Conservación del Patrimonio Arquitectónico en la Universidad Politécnica de Valencia (septiembre de 2013 a febrero del 2015). Arquitecta en el estudio Brooks/Murray Architects en Londres de marzo a diciembre de 2015. Actualmente, estudiante de doctorado (FPI) en el Instituto de Restauración del Patrimonio de la UPV, desde enero de 2016.

Lidia García Soriano, doctora arquitecta (2015), master en conservación del patrimonio arquitectónico (2013) y arquitecta (2010) por la UPV. Actualmente es investigadora en el Instituto de Restauración del Patrimonio de la UPV. Desarrolla su actividad profesional en torno al patrimonio y la arquitectura histórica y su actividad investigadora en torno a la arquitectura de tierra y a los criterios y las técnicas de restauración, con varias publicaciones relativas a estos temas.

Camilla Mileto, arquitecta por IUAV (1998), Máster CPA (2002) y Doctora por la UPV (2004). Es profesora del Depto. de Composición Arquitectónica de la ETSA de la UPV donde imparte docencia sobre restauración arquitectónica, arquitectura histórica y tradicional, técnicas constructivas tradicionales. Desde 2009 es Subdirectora del Instituto de Restauración del Patrimonio Arquitectónico de la UPV. Su labor de investigación se centra en la restauración de la arquitectura histórica monumental y no monumental y en el conocimiento de las técnicas constructivas tradicionales. Nombrada en comités internacionales.

Fernando Vegas López-Manzanares, arquitecto (1990), doctor (2000) y profesor de la ETS Arquitectura de la Universidad Politécnica de Valencia. Su trayectoria científica se ha concentrado en el estudio, restauración y puesta en valor del patrimonio tanto monumental como vernáculo en su diversa manifestación material (tierra, yeso, madera, etc.), técnica, cultural e histórica. La experiencia práctica en estudios, proyectos y obras de restauración de grandes y pequeños monumentos, entre los cuales algunos lugares emblemáticos de la Alhambra, así como otros ejemplos.



CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN



LA CONSERVACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA DE INMUEBLES CON VALOR AMBIENTAL

María de Lourdes Abad Rodas¹, Diana Idrovo Carpio²

¹Estudio profesional, labad11@hotmail.es

²Universidad de la Plata, diana_v1587@hotmail.com

Palabras clave: patrimonio, conservación, valoración

Resumen

En las áreas urbanas y rurales del Ecuador, existe gran cantidad de edificaciones construidas con tierra que no se encuentran catalogadas dentro del inventario de inmuebles pertenecientes al Patrimonio Cultural, o que se ubican como arquitectura de valor ambiental, por lo tanto se encuentran sin la suficiente protección en riesgo de pérdida, y están siendo substituidas por nuevas edificaciones ajenas a su contexto natural y cultural.

En el presente artículo se analizan las consideraciones que se han debido tomar en cuenta para la puesta en valor y protección de algunos inmuebles de la arquitectura vernácula consideradas de valor ambiental o sin valor, en la ciudad de Cuenca. Se trata de destacar los criterios de intervención que fueron adoptados para su valoración; además, señalar la vulnerabilidad en la que se encuentran por una errada valoración, que pone en riesgo la conservación integral del Patrimonio de la ciudad.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Cuenca, Patrimonio Cultural de la Humanidad desde 1999, dentro de la Ordenanza para la gestión y conservación de las áreas históricas y patrimoniales (2010), se han establecido diferentes categorías en el ámbito arquitectónico y urbano. Estas categorías están estimadas de -1, 0, 1, 2, 3 y 4 respectivamente, dando la calificación -1 al bien patrimonial que afectaría a la imagen urbana, hasta 4, al bien patrimonial que posee un valor excepcional para la ciudad.

En el ámbito arquitectónico estas categorías son:

Edificaciones de valor emergente (E) (4): por sus características estéticas, históricas, de escala o por su especial significado para la comunidad, cumplen con un rol excepcionalmente dominante tanto en el tejido urbano o en el área donde se encuentran.

Edificaciones de valor arquitectónico A (VAR A) (3): cumplen un rol constitutivo en la morfología del tramo, de la manzana o del área en la que se insertan por sus características estéticas, históricas, o por su significación social. Las intervenciones permitidas para estas categorías son conservación y restauración.

Edificaciones de valor arquitectónico B (VAR B) (2): su rol es el de consolidar un tejido coherente con la estética de la ciudad o el área en la que se ubican y pueden estar enriquecidas por atributos históricos o de significados importantes para la comunidad local. Desde el punto de vista de su organización espacial expresan con claridad formas de vida que reflejan la cultura y el uso del espacio de la comunidad.

Edificaciones de valor ambiental (A) (1): se caracterizan por permitir y fortalecer una legibilidad coherente de la ciudad o del área en la que se ubican. Son edificaciones cuyas características estéticas, históricas o de escala no sobresalen de una manera especial, cumpliendo un rol complementario en una lectura global del barrio o de la ciudad. Sus características materiales, la tecnología utilizada para su construcción y las soluciones espaciales reflejan fuertemente la expresión de la cultura popular. Las intervenciones permitidas para esta categoría y VAR B son conservación y rehabilitación.

En la práctica, para la categoría de valor ambiental, se exige el mantenimiento únicamente de la primera crujía, pudiendo sustituirse con una nueva propuesta en las áreas interiores del predio, lo que implica demolición.

Edificaciones sin valor especial (SV) (0): su presencia carece de significados particulares para la ciudad o el área y no ejercen acción desconfiguradora que afecte significativamente la forma urbana. Su integración es admisible.

Edificaciones de impacto negativo (N) (-1): Son aquellas edificaciones que por razones de escala, tecnología utilizada, carencia de cualidades estéticas en su concepción, deterioran la imagen urbana y su presencia se constituye en una sensible afección a la coherencia morfológica urbana. Las intervenciones permitidas para esta categoría y sin valor especial son conservación, rehabilitación o sustitución.

De acuerdo a esta valoración y el registro realizado por el Departamento de Áreas Históricas y Patrimoniales de la I. Municipalidad de Cuenca, se estima que, en el Centro Histórico, existen 9957 inmuebles con las siguientes categorización: 36 bienes con categoría de valor emergente, 175 con categoría VAR A; 1547 con categoría VAR B, 1495 de valor ambiental, 6261 sin valor especial, y 453 inmuebles con valor negativo¹ (figura 1).

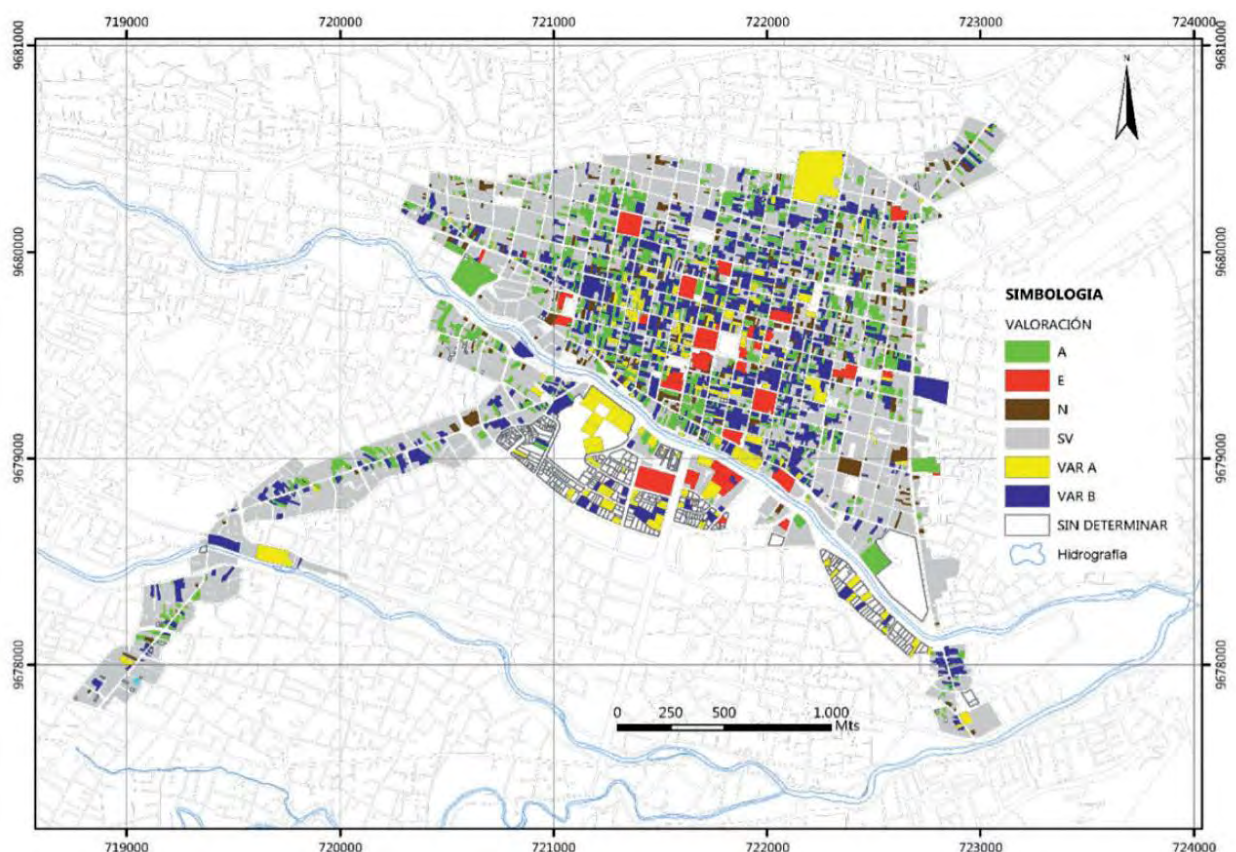


Figura 1. Bienes patrimoniales edificados inventariados a nivel de registro, 2010.

En las áreas urbanas de la ciudad, que no se encuentran dentro de las zonas de protección del Centro Histórico, existen inmuebles que han quedado aislados por el crecimiento urbano, dentro de estas áreas la zona Este, históricamente ingreso desde el puerto de Guayaquil.

¹ Plan Especial del Centro Histórico, en proceso. Secretaría de Centro Histórico y Patrimoniales del Cantón Cuenca, Departamento de Áreas Históricas y Patrimoniales de la I. Municipalidad de Cuenca

2. ANÁLISIS – VULNERABILIDAD DEL PATRIMONIO

Las cifras anteriormente señaladas indican que la mayor cantidad de inmuebles se encuentran dentro de las categorías sin valor especial (63%) y de valor ambiental (15%); sin embargo, son los predios de valor emergente (0,5%), los que han llevado a que el Centro Histórico de Cuenca sea declarado ciudad Patrimonio Mundial.

Los predios catalogados con valor ambiental y sin valor ocupan una gran área del Centro Histórico. Su manejo constituye una urgencia y un reto que, de no afrontarse con mayor cuidado, podría cambiar la morfología de la ciudad en forma negativa. La mayor parte de estas edificaciones fueron construidas desde los años 60, cuando el uso de materiales como el ladrillo cocido, el cemento y el hormigón fueron paulatinamente sustituyendo las construcciones de tierra; sin embargo, estas edificaciones mantienen proporciones, formando conjuntos armónicos que deben ser preservados (Heras, 2015, p. 35).

De los informes de catalogación de las edificaciones con valor ambiental o sin valor se determina que en 423 bienes, detrás de las incorporaciones, agregados y sustituciones, conservan paredes de adobe o bahareque; 375 son de ladrillo y que generalmente poseen estructuras mixtas. En una primera vista no se puede observar los cambios realizados, así como la tipología inicial de patio, traspatio e inclusive las huertas. Se desconoce en cuáles y en cuantas de éstas edificaciones aún conservan las condiciones anteriores (figura 2).

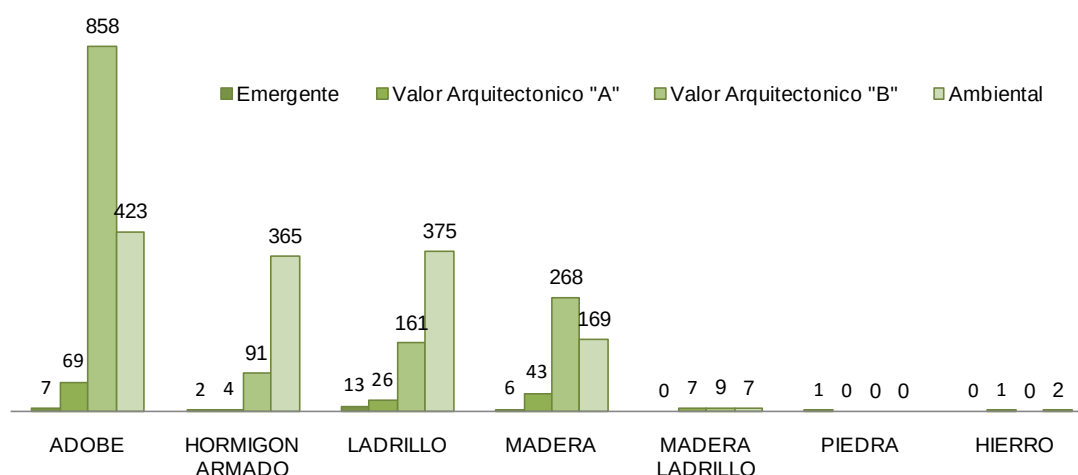


Figura 2. Número edificaciones según material de estructura (Plan de Conservación Preventiva)

La presente ponencia plantea que la valoración y la catalogación de las edificaciones deben ser revisadas y actualizadas al momento de otorgar los parámetros de intervención; en especial las edificaciones de valor ambiental a las que se exige la conservación de la crujía frontal y de la fachada, permitiendo una nueva edificación en las áreas interiores, lo que implica necesariamente el derrocamiento de estas áreas.

Durante el año 2015, las intervenciones en el área del Centro Histórico fueron 379, de las cuales ocho son de valor emergente, 14 con categoría VAR A, 73 con VAR B, 194 sin valor especial, y 60 con valor ambiental²,

Los datos observados en la figura 3 muestran con mayor claridad la necesidad de revisar las transformaciones que se están llevando a cabo en estos inmuebles, con el fin de proteger no solamente los valores patrimoniales de la ciudad, sino canalizar positivamente los recursos que se invierten en estos inmuebles, tanto de materiales como de mano de obra.

² Plan Especial del Centro Histórico, en proceso. Secretaría de Centro Histórico y Patrimoniales del Cantón Cuenca, Departamento de Áreas Históricas y Patrimoniales de la I. Municipalidad de Cuenca.

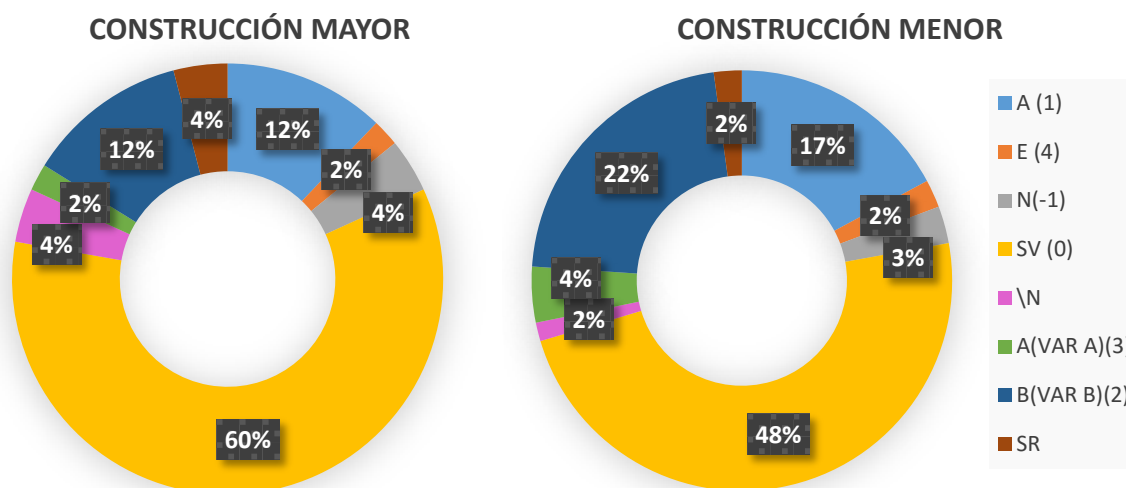


Figura 3. Intervenciones en el Centro Histórico de Cuenca por categorías de inmuebles y tipos, 2015.

Estas intervenciones, según datos de la Secretaría de Áreas Históricas, se subdividen de acuerdo a la superficie y el tipo de intervención solicitada: construcción menor corresponde al 74% considerando intervenciones hasta de 36m² como el área máxima de intervención, y permisos para realizar obras de mantenimiento en general; únicamente el 26% corresponde a permisos de construcción mayor, para los cuales se exige la presentación de levantamientos, diagnósticos e ingenierías.

De un sondeo realizado por el equipo de trabajo, se encontró que las intervenciones se están ejecutando únicamente con permisos de construcción menor, lo cual es ilegal y nos muestra cómo está cambiando la condición de los inmuebles sin tener control sobre los mismos; los trabajos son ejecutados sin los levantamientos y diagnósticos, indispensables para una correcta ejecución de las intervenciones.

Uno de los factores, que incide negativamente en este aspecto, es la visión ciudadana sobre la conservación de patrimonio como un proceso largo y engorroso, que les obliga a mantener sus inmuebles, situación que difícilmente va a cambiar si no se implementan las 23 propuestas realizadas y concertadas con la participación del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, la Municipalidad de Cuenca, las universidades, los profesionales independientes y la ciudadanía, en el marco del “Proyecto de movilización de mujeres y jóvenes en la transmisión de las técnicas tradicionales para la preservación de la arquitectura de tierra”. Entre las principales propuestas, se menciona: la apertura de una oficina de asesoramiento patrimonial para técnicos y propietarios, la implementación de una bodega de materiales tradicionales, la creación de una cuadrilla de trabajadores SOS, así como la ejecución de proyectos de capacitación y de comunicación, para propietarios, obreros y técnicos.

Una buena parte de la vulnerabilidad de los inmuebles deviene de un equivocado manejo de los parámetros de intervención que se señalan en el documento llamado “Línea de Fábrica”³ otorgado por el Departamento de Control del Municipio en base a la catalogación establecida para el Manejo del Centro Histórico y de las Áreas Patrimoniales de la ciudad.

Estos parámetros de intervención son demasiado generales al no considerar las características especiales que cada edificación posee. Además, durante la aprobación de los anteproyectos, no se revisa con el suficiente cuidado los levantamientos y el diagnóstico que presentan los profesionales.

³ Certificado legal en el que se detallan los tipos de intervenciones permitidas, el COS, el CUS y las restricciones que tiene un lote o un inmueble de acuerdo a su ubicación. Información previa al planteamiento de proyectos

De estos inmuebles catalogados con valor ambiental y sin valor especial existen fichas de inventario incompletas, que no son suficientes para determinar su condición, por lo que deberían ser actualizadas antes de otorgar los lineamientos para las intervenciones.

Ésta incompleta valoración ha incidido en la pérdida de tipologías y materialidades que ha facilitado el cambio de uso que resulta en su mayoría ser incompatibles con el mantenimiento de patrimonio, como por ejemplo, la apertura de nuevos de parqueaderos que ocupan las áreas libres de los centros de las manzanas, espacios que se encuentran en proceso de desaparición.

3. LA PUESTA EN VALOR

Durante el ejercicio profesional se han encontrado varias edificaciones consideradas con categoría de valor ambiental o sin valor, lo cual han permitido comprobar la necesidad de revisar su valoración y los criterios de intervención entregados a propietarios y profesionales, que determinan la manera en cómo se plantean los proyectos tanto en su materialidad como en las propuestas de uso.

Para ilustrar con claridad las posibilidades de rescatar tipologías tradicionales y la materialidad que la arquitectura de valor ambiental o sin valor especial ofrece, en el documento se exponen algunos ejemplos de inmuebles que pudieron haber perdido sus valores patrimoniales y han podido ser recuperados.

La Casa del Águila, inicialmente catalogada como arquitectura ambiental que debía conservar únicamente la primera crujía, sin embargo, para los dueños y los proyectistas la casa sí tenía valor patrimonial, pues bajo las diversas intervenciones y agregados se conservaba su tipología, los muros de adobe, de bahareque, sus proporciones y su materialidad. La rehabilitación de este inmueble permitió su puesta en valor, se liberaron los patios, las escaleras y las terrazas; además, se logra rescatar visualmente el centro de la manzana.



Figura 4. Casa del Águila antes (2009) y después de la intervención



Figura 5. Vista aérea de dos inmuebles de valor ambiental conservados integralmente

Otro de los ejemplos es la Casa Carvalho catalogada como valor ambiental, adonde los parámetros de intervención establecidos en la línea de fábrica exigían la conservación de la primera crujía, quedando a criterio del propietario la sustitución de las crujías interiores. El diagnóstico y el levantamiento de la información determinaron que, a pesar de las adiciones y reformas realizadas a la estructura original, el inmueble estaba completo por lo que se decidió a la conservación total del mismo.

Se realizaron trabajos de consolidación estructural, se liberaron de agregados los elementos principales, se reconstruyeron las paredes de bahareque demolidas (5 m de largo 3,5 m de alto), y se incorporaron tabiques de bahareque de caña guadua con relleno de barro con paja.



Figura 6. Casa Carvalho antes de la intervención



Figura 7. Casa Carvalho, conservación total. Restitución de las paredes de bahareque

Como ejemplo de inmueble sin valor especial, los ubicados en el barrio de San Sebastián, en la línea de fábrica se señala que se puede realizar una nueva construcción o conservar la existente. En un primer recorrido al interior se pudo observar que efectivamente existían agregados y supresiones que disminuían el valor patrimonial del inmueble, sin embargo el diagnóstico comprobó que la estructura de muros de adobe, bahareque, las cubiertas y pisos se conservaba todavía y que ameritaban una intervención de rehabilitación, que permitiría la recuperación de los valores patrimoniales como inmueble de arquitectura de tierra.

La casa de adobe, ubicada en el sector de Monay, quedó fuera de línea de fábrica. La normativa municipal exigía la demolición de los muros frontales para alinearla con las edificaciones vecinas; sin embargo, los propietarios y proyectistas se opusieron a esta decisión y se procedió a su conservación, pese al mal estado en el que se encontraba, y muchos factores en contra, como son los desniveles con respecto a las vías, bajo el nivel de la calle por un lado, y por el otro sobre el nivel.



Figura 8. Vivienda Monay, antes de la intervención.



Figura 9. Vivienda Monay después de la intervención de conservación, 2014

Hoy, la vivienda Monay representa un ícono dentro del sector, que facilita entender la historia de la zona, y cómo los procesos de urbanización han afectado las áreas agrícolas de la ciudad, los cuales lamentablemente no se detienen.

El impacto negativo, que causa la ampliación del sistema vial, es evidente en el sector de la Avenida Ordoñez Laso, donde se han perdido áreas verdes y viviendas vernáculas de tierra. Al diez de marzo del 2016, existían 47 inmuebles de tierra, de los cuales, 35 han sido demolidos parcialmente, 12 no registran afección y únicamente ocho poseen fichas de inventario.

De acuerdo al Diagnóstico realizado por la Dirección de Áreas Históricas y Patrimoniales del Municipio de Cuenca⁴, para la valoración integral del paisaje que permita mitigar los efectos de la ampliación de la vía, como son la degradación y el deterioro de los recursos paisajísticos, se concluye que el 85% de las edificaciones se encuentran en avanzado estado de deterioro, han perdido valor formal por presentar alteraciones de tipo constructivo, la crujía frontal es el elemento representativo con mayor afectación por la ejecución de las obras. De estas, solo el 20% de las edificaciones están habitadas, el 80% restante han sido abandonadas por el estado de deterioro de las mismas.



Figura 10. Vivienda de adobe en la avenida Ordóñez Lazo antes de la ampliación y después de la ampliación vial, 2015 (Créditos: Tatiana Pérez)

Este proyecto, ejecutado por el Estado, muestra la falta de valoración de la arquitectura vernácula construida con tierra y su irreparable pérdida, realidad que lamentablemente se repite en todas las áreas urbanas y rurales del país; por otra parte, también muestra la necesidad de dar a conocer que la conservación de arquitectura de tierra, no solamente debe realizarse para mantener el patrimonio cultural de los ecuatorianos, sino que el uso y desarrollo de las tecnologías tradicionales de la arquitectura vernácula contribuyen a la sostenibilidad de los recursos naturales.

Las intervenciones presentadas son ejemplos y muestran la necesidad de recordar que toda catalogación es únicamente una guía para poder determinar los parámetros de conservación, pero que, al momento de otorgar los documentos legales que regulan las intervenciones, es necesario una verificación in situ de la condición de los inmuebles, no solamente de lo que aún se conserva, sino de las incorporaciones y sustituciones realizadas; así como también verificar la posibilidad de recuperar tipologías, proporciones, materialidades, y el confort ambiental, con buena iluminación y ventilación.

Por otro lado, con la ampliación de las áreas urbanas de la ciudad de Cuenca, se incorporaron áreas agrícolas, áreas verdes, quebradas, y viviendas vernáculas de arquitectura de tierra. Muchos inmuebles quedaron aislados y fuera de contexto; sin embargo, deben ser preservados no solamente por ser referencias de un pasado reciente, sino que son muestra de las tradiciones constructivas locales, ejemplos que sirven para difundir las bondades del uso y de la preservación de la arquitectura de tierra.

⁴ Informe técnico realizado por la arquitecta Tatiana Pérez, 2015.

CONCLUSIONES

La actualización del catálogo de los inmuebles es una tarea impostergable para el mantenimiento del patrimonio edificado, que demanda grandes recursos económicos y de tiempo, sin embargo las solicitudes para las intervenciones no se detienen. Debiéndose dar respuesta a esta realidad, no se debe continuar entregando parámetros generales de intervención sin contar con un diagnóstico real y actualizado de las edificaciones.

Se podría plantear la utilización de la información proporcionada por los profesionales y los propietarios como es el levantamiento, requisito previo para la aprobación de los proyectos. Levantamiento que debe ser revisado para contar con un primer diagnóstico indispensable antes de la entrega de los términos de referencia que serían los más apropiados para cada caso en particular: proceso que ahorraría tiempo; dinero que permitiría un asesoramiento más cercano a propietarios y técnicos en el planteamiento de sus proyectos.

En las áreas urbanas y rurales no protegidas, la pérdida de la arquitectura vernácula de tierra no se detiene, a pesar de las múltiples recomendaciones que se realizan desde diferentes instancias nacionales e internacionales, desde la academia y desde la ciudadanía. La necesidad de trabajar directamente con las comunidades informando, comunicando y ejecutando proyectos es la única manera de contribuir a que este proceso se detenga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Heras, V. (2015). Cuenca, quince años como patrimonio mundial: evaluación de los procesos de documentación y monitoreo. ESTOA, No.6, Universidad de Cuenca.

Ordenanza para la gestión y conservación de las áreas históricas y patrimoniales del Cantón Cuenca (2010). Municipalidad de Cuenca. Disponible en: <http://www.cuenca.gob.ec/?q=node/8993>

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Secretaria de Áreas Históricas y Patrimoniales del Cantón Cuenca por facilitar la información para esta investigación, en especial a los arquitectos Pablo Barzallo, Felipe Manosalvas y Tatiana Pérez.

AUTORAS

María de Lourdes Abad Rodas. Arquitecta, Universidad de Cuenca; Curso de Capacitación PAT 99; proyecto Ecuador-Bélgica 1998-1999; delegada ciudadana dentro de la Comisión de Centro Histórico y Áreas Patrimoniales, 2011-2013; consultora privada de restauración y de arquitectura de tierra. Miembro de la Red PROTERRA. Secretaria del ICOM Ecuador.

Diana Idrovo Carpio, Arquitecta, Universidad de Cuenca; Egresada Maestría de Conservación en la Universidad de La Plata-Argentina 2014-2015. Equipo de investigación del Proyecto vliir CPM (World Heritage City Preservation Management) 2012-2014, equipo de trabajo profesional conjuntamente con la Arq. María de Lourdes Abad.



EL BAHAREQUE EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA COLOMBIANA

Cecilia López Pérez

Pontificia Universidad Javeriana, Colombia, lopez.c@javeriana.edu.co

Palabras clave: comunidades indígenas, aldeas, agricultura, sistema constructivo.

Resumen

Actualmente, son pocos los vestigios que existen sobre el desarrollo de la vivienda prehispánica en nuestro territorio; ya que por ser realizados en materiales perecederos se ha perdido su conformación inicial; sin embargo, para su conocimiento se cuenta con varias fuentes: relatos de cronistas, grabados de expediciones, representaciones en cerámicas, piedras y exploraciones arqueológicas que permiten realizar reconstrucciones aproximadas de estos asentamientos. Los estudios muestran que las viviendas eran de plantas circulares u ovaladas, no claramente delimitadas sino irregulares y asimétricas. Para el indígena representaba más que un lugar construido, era el oasis en medio de la selva, el contraste entre lo natural y lo elaborado por el hombre. Asimismo, toda su vida emocional se encontraba relacionada a la vivienda. Durante este periodo, la técnica de construcción en tierra utilizada por los indígenas fue la del bahareque, en nuestro territorio no se han encontrado evidencias del uso de otros sistemas constructivos en tierra. En el presente artículo se muestran estos desarrollos y los diferentes términos empleados para identificarlos.

1 INTRODUCCIÓN

A nivel teórico el estudio de las construcciones indígenas, inicialmente fue abordado por arqueólogos y antropólogos; sin embargo, en el último siglo se han incorporado a estos análisis los arquitectos con distintos planteamientos que incluyen las formas de implantarse en un territorio, habitar y el conocimiento de las técnicas y materiales utilizados.

Sobre el territorio, como lo afirma Unwin (1997), el desarrollo de estos lugares primitivos y las viviendas se realizaban bajo principios fundamentales de la vida como mantenerse, resguardarse de los cambios climáticos, el desplazamiento de un lugar a otro, adquirir y conservar los alimentos y el agua, rendir culto y cumplir con los ritos, comerciar bienes y servicios, y la generación de relaciones sociales. Este estudio incluye la topografía, el clima y las relaciones con otras comunidades que jerarquizan un territorio.

Sobre el habitar, Norberg Shulz (1975) afirma que habitar implica establecer una relación significativa entre el ser y un entorno específico; entretanto, Saldarriaga Roa (1992) menciona que el habitar lleva consigo una connotación espacial, la cual es entonces el campo de exploración, el territorio en el cual se descifra aquello que para el habitante es cotidiano y para el estudioso es enigmático, la dimensión cultural del hábitat. Esta dimensión cultural, para el caso indígena, ha sido orientada al estudio de la adaptación que se hace del medio natural, su entorno al servicio del hábitat y la cultura que a partir de allí se genera; la cual permite identificar patrones de asentamiento y las relaciones con el medio natural que lo circunda. Unwin (1997) adiciona dos aspectos a los mencionados por Norberg Shulz (1984), las necesidades o funciones de las personas que las habitan y los requerimientos pragmáticos, entendidos como el espacio necesario para desarrollar una actividad. Teniendo siempre en cuenta como lo afirma Moreno (1989) que el asentamiento humano se produce con el encuentro equilibrado entre el hombre y la naturaleza.

Sobre los materiales, su uso emerge bajo las reglas de un orden diferente, producto de la relación del ser humano con el medio. Sus formas, soluciones constructivas y significados están directamente relacionados con las necesidades prácticas, de autogestión y simbólicas de la cultura que la produjo. En cuanto a las técnicas, nacen de los conocimientos de un

grupo social, heredado, de autoaprendizaje y experiencia de la misma comunidad, donde se hace un uso intensivo de la mano de obra individual y colectiva (Oliver, 1997)

Es a partir de estas premisas que se realizó la presente aproximación al análisis de la vivienda indígena en Colombia y el uso del bahareque en sus construcciones.

2 LAS SOCIEDADES INDÍGENAS

El actual territorio colombiano estuvo ocupado aproximadamente entre 5 y 8 millones de indígenas, que ocupaban desde la Guajira hasta el Amazonas (Gómez Henao, 2010) distinguiéndose cinco grandes familias: Los caribe (costa atlántica), los chibchas (zona central andina), los chibchas con influencia caribe (costa atlántica), los tumaco (costa pacífica) y los de tierradentro (zona sur andina). En la zona de la amazonia se han identificado cerca de 17 grupos poblacionales más pequeños y en la costa pacífica otros cinco (Arango Bueno, 1953) (Figura 1).



Figura 1. Comunidades indígenas en Colombia
Fuente: Autora basado en Arango Bueno (1953)

Estas familias indígenas no habían desarrollado un sistema de escritura, no conocían el uso del hierro aunque trabajaban el oro y algunas aleaciones con cobre, no conocían la ganadería, ni la rueda, ni el ladrillo. Sus asentamientos se desarrollaban en todo tipo de climas desde los fríos-secos hasta los cálidos-húmedos, con topografías planas hasta pendientes de más de 30 grados de inclinación.

Vivían de forma armónica con la naturaleza, como lo mencionan los relatos de cronistas del siglo XVI y datos de archivo del periodo colonial; asimismo, evidencian el conocimiento de los indígenas de la agricultura rotativa, policultivos, conducción de agua por canales y acequias; así como, cultivos con el sistema de terrazas (Rodríguez, 1988).

Su economía estaba basada en la producción agrícola de productos como la yuca (casabe), maíz, papa, frijol, ñame, algodón, ahuyama, cacao y otros de explotación o producción como mantas, esmeraldas, oro, piezas de cerámica y orfebrería. Como complemento eran cazadores, pescadores y comerciantes que practicaban el politeísmo y eran feroces guerreros que luchaban por el control del territorio.

A partir de los excedentes de producción se generó el comercio interregional; por lo que en puntos centrales de los antiplanos funcionaban mercados y ferias donde se llevaban a cabo el intercambio de productos como Tunja, Funza, Turmequé, Zipaquirá y Pasca (Gómez Henao, 2010)

Las comunidades indígenas se encontraban organizadas de forma jerárquica, donde cada grupo era gobernado por un cacique o jefe, quien debía realizar una demostración de valor, con el cual ganaba el aprecio y obediencia de sus súbditos; siendo casi siempre, elegido el mejor formado y fuerte. El cacique dirigía las actividades de trabajo, el intercambio de artículos, las migraciones y las relaciones con los jefes de otros asentamientos (Ochoa

Sierra, 1945). Alrededor de esta jefatura se encontraban las familias de alto rango que realizaban el control social, económico y religioso.

En la cultura Muisca, zona central andina, el cultivo era individual, pero algunas actividades se desarrollaban de forma colectiva como la caza y el trabajo de ayuda mutua entre familias o cumpliendo con las obligaciones con el cacique. Los caciques recibían mantas, sal, oro, maíz, animales, aves y plumas consideradas valiosas para sus atuendos ceremoniales. (Gómez Henao, 2010)

Dependiendo de la cultura tenían una cosmogonía particular. Para el caso de los Muiscas, se dividía en cuatro partes horizontales sobre la tierra: Sol, oscuridad, lluvia y fuego; a estos se sumaba, el inframundo. En la cultura Kogui, también se divide el mundo en cuatro partes más siete puntos de referencia: norte, sur, este, oeste, cenit, nadir y centro. Asociados a los puntos cardinales se encontraban personajes mitológicos, plantas animales, etc. A partir de estos conceptos se organizaba el espacio tanto en templos como viviendas (Duque Cañas, Salazar Gómez, Castaño Alzate, 2010).

3 LAS ALDEAS

Desde mediados del siglo XX la antropología colombiana ha reportado para distintas áreas de nuestro territorio unas características comunes en los asentamientos indígenas.

Generalmente, los asentamientos estaban formados por los campos de cultivo, los caminos, las tumbas y las edificaciones. Las poblaciones, aldeas o núcleos eran pequeños, dispersos, localizados en las laderas de las montañas o colocados sobre montículos artificiales o "tolas", como lugares de habitación; los cuales, se ubicaban cerca de fuentes de agua como ríos, arroyos o quebradas (Chavez Mendoza, 1985). Las poblaciones tenían desde seis hasta ochenta bohíos sin orden aparente, cercanos unos de los otros, separados por canales de drenaje agrícola (Alarcón, 1995).

Los montículos les permitían mayor visibilidad (Rodríguez, 1988); así como, la protección de inundaciones. En los lugares donde se presentaban desbordamientos frecuentes como la Costa pacífica y la depresión momposina se realizaban construcciones palafíticas.

Entretanto, los hallazgos arqueológicos muestran que la cultura Tairona, de la Familia Caribe, llegó a desarrollar un incipiente desarrollo urbano con avances en obras públicas con sistemas de desagüe, terrazas de cultivos y públicas; así como caminos enlozados.

En cuanto a las zonas de cultivos, la agricultura tuvo distintos periodos de desarrollo, desde los recolectores, que solo tomaban los frutos que daba el entorno; hasta comunidades como los Chibcha, Zenú, Taironas y Guanés que emplearon técnicas más avanzadas de producción. A estas comunidades la agricultura les permitió la ocupación de zonas antes inhabitables y mayor independencia del entorno.

Para el caso de los Zenú, ésta forma particular de agricultura fue descubierta en 1964 por James Parsons a lo largo del río San Jorge (Valdez, 2006). El área de más de 500.000 hectáreas se encuentra surcada por acequias, diques, canales y surcos paralelos e inundables. Su extensa red de canales artificiales entre los ríos San Jorge, Sinú, Cauca y Magdalena, permitió controlar las inundaciones en las llanuras del Caribe colombiano (Lemos, 2012) (Figura 2).

El sistema estaba formado por acequias de aproximadamente 1 m de ancho y una profundidad entre 1 m y 1,50 m, entre cada uno de estos surcos quedaba el camellón que podía tener un ancho hasta de 2 m. Los Zenúes tenían distintos tipos de canales: perpendiculares al río y ajedrezados (uno frente al otro). Los perpendiculares al río eran usados para desalojar la mayor cantidad de agua del río, controlando su fuerza y áreas de inundación; los ajedrezados servían para captar agua en las épocas de sequía, manteniendo la agricultura y la vegetación natural (Figura 2).

El sistema de cultivos tenía también fines ambientales. El primero, era la generación de un microclima entre las acequias y el camellón que controlaban el flujo fuerte de viento;

adicionalmente, el agua retenida captaba energía solar generando un efecto regulador de temperatura en las noches. El segundo, era una mejora en los suelos de cultivo, ya que las aguas de los ríos y de escorrentía contenían materia orgánica, sales, arcillas y humus que contribuían a abonar de forma natural los suelos. El tercero, era la retención adecuada de agua que ascendía por capilaridad a las raíces de la planta garantizando una buena producción (Figura 2).

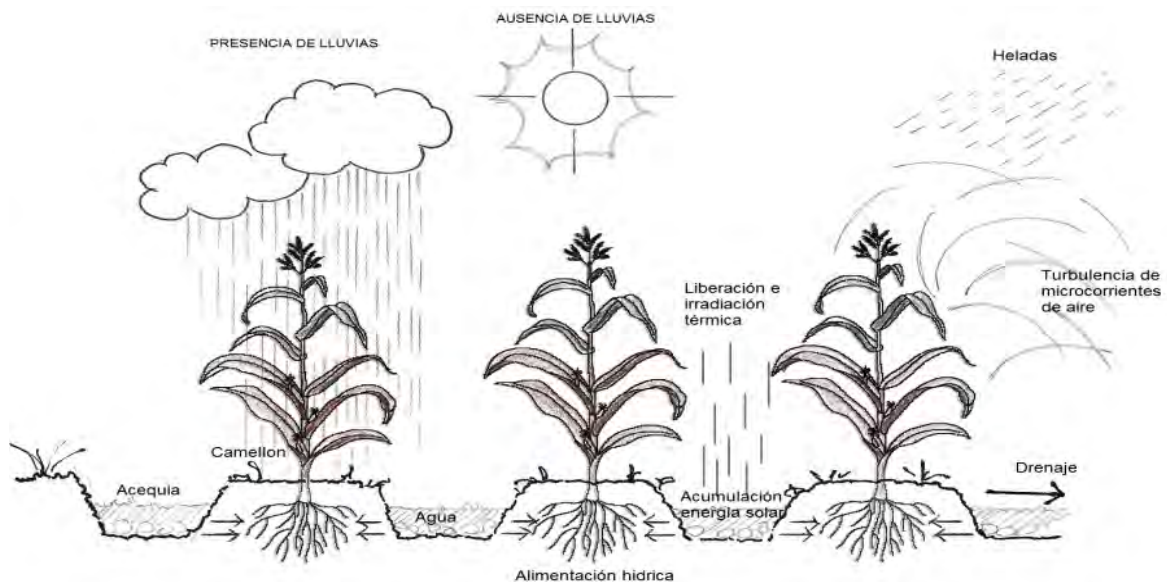


Figura 2. Características de los campos de cultivo
Fuente: Autora basado en (Valdez, 2006)

Estos canales no solo servían para la agricultura sino como criaderos de peces; controlar la velocidad del agua y la escorrentía con lo que se prevenía la erosión y se aprovechaba el exceso de agua (Valdez, 2006).

Además de los campos de cultivo, construían los jagüey (los cuales aún se preservan en la costa norte colombiana), estos eran pequeños embalses donde se recogía agua dulce. Para su localización, se buscaban las depresiones naturales en donde en épocas de lluvia se aposara el agua; luego, se ampliaba el lugar formando un pequeño embalse. A su alrededor se sembraban árboles, arbustos y plantas rastreras que ayudaran a mantener sus paredes, protegiendo el agua del sol directo y su evaporación (Valdez, 2006). Esta forma de cultivos ha sido hallada en las otras culturas mencionadas.

Por otra parte, para generar circulación a los sitios de cultivo y accesibilidad a las edificaciones se construía una red de senderos, que servían, igualmente, para el intercambio de productos básicos (Rodríguez, 1988). Los caminos eran empedrados trazados sobre las crestas de las montañas alrededor de las viviendas y sobre tumbas de entierros primarios (Alarcón, 1995). En el caso de los Muisca, el comercio se hacía a través de éstos caminos los cuales confluían al río Magdalena, convirtiéndose en el eje comercial de la nación, el cual perduró hasta el siglo XIX. A lo largo de esta ruta comercial, se construían bohíos que hacían las veces de posadas donde dormían y descansaban las cargas los comerciantes (Gómez Henao, 2010).

Los Panches, de la familia Caribe, por su parte, usaban los caminos también como sistema defensivo ya que se localizaban en las partes altas de las montañas de forma que fuera difícil el acceso y de fácil defensa. Solo se construía un camino estrecho y a su alrededor se dejaban profundos hoyos que en el fondo tenían clavadas estacas, lo que les servía como defensa de las tribus enemigas quienes caían allí y perecían heridos por las puntas afiladas (Ochoa Sierra, 1945).

En las aldeas, también había tumbas de foso se encontraban alrededor de las viviendas, con cámara lateral en la que se depositaba una vasija grande de forma cilíndrica con un cuenco como tapa. En algunos casos estas tumbas se encontraban dentro de la vivienda (Alarcón, 1995).

4 TIPOLOGÍAS ARQUITECTÓNICAS

Generalmente, las aldeas estaban constituidas por cinco tipos de construcciones. La primera y de mayor tamaño, era la del jefe del grupo, la cual estaba casi siempre fortificada. La segunda, de tamaño más pequeño correspondía a la casa del chamán; quien era el dirigente espiritual y médico del grupo (Arocha, Friedemann, 1982).

Le seguía la casa de trabajo, regularmente compartida por hombres, mujeres y niños; en donde las mujeres trabajaban la cerámica y realizaban las labores de hilado. Los hombres tejían los chinchorros¹ o hamacas con algodón o palma, fabricaban canastos, recipientes y bandejas de esparto. También tejían redes de pescar, bolsas para cargar frutos y presas de caza (Arocha, Friedemann, 1982)

En algunas culturas como la Páez, la casa de trabajo era una pequeña construcción donde permanecían las menstruantes durante su periodo y se hallaba a distancia del caserío. (Chavez Mendoza, 1985) En este lugar, la niña púber permanecía aislada durante un mes, con la cabeza cubierta y recibiendo instrucción para ser esposa, madre y ama de casa. Algunas tribus consideraban que las mujeres debían permanecer allí para protegerlas de los espíritus caníbales que durante este periodo las acechaban para engullírselas (Arocha, Friedemann, 1982).

La cuarta, se encontraba en las tierras cálidas llamada la casa “mosquitero”, la cual era una construcción simple, rectangular con un techo de palma que llegaba hasta el piso, se accedía a ella por el frente cubierto con hojas, igualmente de palma. El objeto de estas construcciones era protegerse de los insectos y plagas en las épocas más calurosas. (Arocha, Friedemann, 1982)

Finalmente, se encontraban las viviendas conocidas como “bohíos” o “malocas” que abrigaban a una familia o una familia extendida, en la cual podía haber hasta veinte o treinta personas (Chavez Mendoza, 1985). Los españoles llamaron a estas construcciones “caneyes” o “barbacoas”, incluyendo con esta denominación a las construcciones palafíticas sobre pilotes de madera (Patiño, 1992) Puede decirse, entonces, que para los indígenas existían tres espacios en una comunidad: el privado (el bohío o maloca), el comunal (casas de trabajo y espacios ceremoniales) y el público, que son las áreas de cultivo, caminos y zonas de agua (ríos, quebradas, arroyos, jaguey)

5 LA VIVIENDA

Actualmente, son pocos los vestigios que existen sobre el desarrollo de la vivienda prehispánica en nuestro territorio; ya que por ser realizados en materiales perecederos se ha perdido su conformación inicial; sin embargo, para su conocimiento se cuenta con varias fuentes: relatos de cronistas, grabados de expediciones, representaciones en cerámicas y exploraciones arqueológicas que permiten realizar reconstrucciones aproximadas de estos asentamientos.

Como se mencionó, las viviendas eran unidades aisladas sobre montículos, protegidas por el follaje de los árboles y la topografía (Lemos, 2012). Espacialmente, eran edificaciones donde se desarrollaban las actividades de dormir, cocinar y almacenar.

Los estudios muestran que las viviendas eran de plantas circulares o elípticas, no claramente delimitadas sino irregulares y asimétricas. Sus diámetros oscilaban entre 2,50 m y 6,60 m. En las tierras bajas de Nariño (costa pacífica) se han encontrado viviendas de

¹ Tipo de tendido de algodón que se colgaba a dos maderos o a los árboles para dormir.

planta rectangular con techos de dos y cuatro aguas con techumbre alta y esquinas levantadas como las encontradas en el oriente (Chavez Mendoza, 1985).

Para el caso de familias extendidas, se construía una maloca de mayor tamaño compuesta por un recinto único. En algunas culturas como los Tukano esta vivienda tenía forma rectangular o cuadrada (Rodríguez Lamus, 1965).

Respecto a la zonificación, dependía de la cultura y su cosmogonía, pero usualmente en la zona central se encontraba el fogón; la zona social, alrededor de la anterior y la zona de descanso envolviendo las anteriores. Las zonas de depósito, se hallaban en una especie de zarzo o en las paredes con estantes y horquetas para colgar cestos y mochilas donde guardaban herramientas, armas y provisiones. (Chavez Mendoza, 1985). En la cultura Páez, algunos agujeros internos en sus construcciones sugieren el uso de muebles fijos, como tarimas, camas y estantes colocados sobre maderas enterrados (Chavez Mendoza, 1985)

Cuando no existía el zarzo los hombres guardaban entre las hojas del techo las lanzas de madera, hueso o metal para cazar, junto con los estuches de bambú donde se guardaban los pigmentos de decoración facial, husos para hilar el algodón y peinillas de madera para tejerlo; así como, los cuencos y bandejas de madera o piedra para moler las semillas. (Arocha, Friedemann, 1982)

En la parte exterior a la vivienda, se localizaban las otras actividades domésticas como la molienda, tasajeo de pieles, preparación de los animales cazados, áreas de tejido y el basurero que habitualmente estaba localizado hacia la pendiente del aterramiento (Alarcón, 1995)

Para el caso de las malocas, la vivienda no solo servía para las actividades cotidianas, sino ceremoniales y dependiendo si se era jefe, familiar o visitante era su ubicación dentro del espacio. Las reuniones familiares se hacían dentro de la maloca alrededor del fuego. Para el indígena la maloca representaba más que un lugar construido, era el oasis en medio de la selva, el contraste entre lo natural y lo elaborado por el hombre. Asimismo, toda su vida emocional se encontraba relacionada a la vivienda (Rodríguez Lamus, 1965).

6 EL BAHAREQUE EN LAS CONSTRUCCIONES INDÍGENAS

Durante este periodo, la técnica de construcción en tierra utilizada por los indígenas fue la del bahareque, en nuestro territorio no se han encontrado evidencias del uso de otros sistemas constructivos en tierra.

En contraste con las casas de los caciques y principales, según la relación anónima de 1560, los indios de Bogotá “su vivienda es en unas casas de paja pequeñas, por causa del mucho frío que en la tierra hace y la falta de leña...”. Las paredes eran de caña, palos y lodo “que llaman bahareque” (Patiño, 1990, p. 110)

Algunos cronistas (Fray Pedro Simón, 1981) relatan que con este tipo de sistema constructivo se edificaban no sólo viviendas sino edificaciones de carácter religioso. Se ha encontrado evidencia de su empleo en la costa atlántica (llanuras de la costa, Córdoba y Valle del Magdalena), la costa pacífica (tierras altas de Nariño) y la zona andina (Cundinamarca y Boyacá). En los Llanos Orientales y en la Selva Amazónica esta tradición constructiva aún se conserva (Fonseca Martínez, 1992).

6.1 Sistema constructivo

a) Cimientos

Exploraciones arqueológicas hechas en Atuncela en el Valle del Cauca, en la Costa pacífica, han hallado apisonamientos en piedra que indican una adecuación del terreno para evitar la humedad del piso y como base para hincar los maderos de la estructura (Alarcón, 1995). Sin embargo, son pocas las evidencias encontradas de una preparación especial del terreno más allá de un aplanado en el cual se abrían hoyos para hincar los maderos que formaban la estructura (Arango Bueno, 1953).

b) Sobrecimiento

En culturas de la sierra nevada, en la costa norte, se encuentran sobrecimientos hechos en piedra sobre los cuales se colocaba la estructura. En otras culturas se encuentra un recuadro realizado en madera con una altura aproximada de 0,15 m, dentro del cual se apisonaba la tierra y servía como base para la estructura (Figura 3-b)

c) Estructura

Regularmente, existían dos formas de realizar la estructura principal. La primera, era enteramente formada por maderos que se hincaban uno al lado del otro formando una figura circular o elíptica. La segunda, estaba formada por un cerco circular de horcones de madera que se hincaban en el piso; sobre ellos, descansaban de forma horizontal las vigas en madera, las que se amarraban con bejuco o fibras vegetales y servían de soporte a los elementos que conformaban la cubierta. En las construcciones de mayor tamaño, se colocaba un madero en la parte central que servía de mástil y soporte de la cubierta (Figura 3-b).

Para su construcción existían jerarquías; el indígena de mayor rango en el clan familiar era quien izaba el mástil y quienes le seguían en rango debían colocar los maderos del cerco circular; a partir de allí, quienes trabajaban en la minga se encargaban de colocar el resto de entramado o cañizo que le permitía dar consistencia a la estructura (Instituto Colombiano de Cultura, 2014).

Para algunas etnias, como los Tukano la maloca tiene una representación mágica de acuerdo a su cosmogonía, dándole importancia a la viga principal o mástil, determinando que una debilidad de comportamiento del madero significa una catástrofe para la comunidad. Igualmente, dentro de esta cultura, se instala la estructura formando triángulos los cuales les sirven para colocar las hamacas. Esta repartición del espacio no solo era una tradición sino tenía significados mitológicos. Igualmente, en esta cultura se trabajaba de manera independiente la estructura de cubierta y sobrepuesta a ella la estructura de fachada y barro (Rodríguez Lamus, 1965).

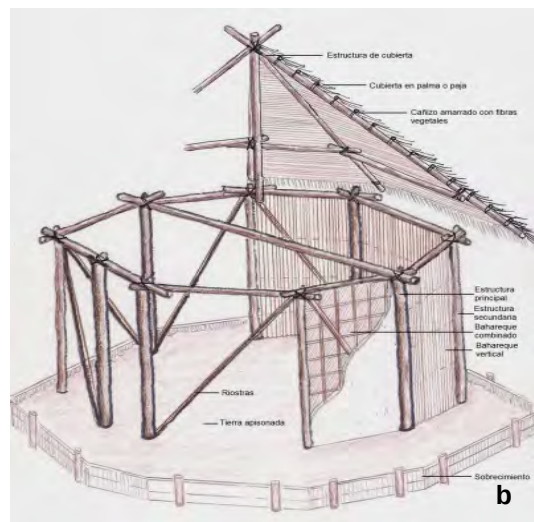


Figura 3 a) Imagen de una vivienda indígena actual b) Sistema constructivo en bahareque

d) Muros

Para la primera forma de construcción, en donde los troncos se colocaban uno al pie del otro, se llenaban los espacios vacíos con barro y mezclado con fibras vegetales. En el segundo caso, una vez la estructura principal estaba bien hincada y amarrada se procedía a colocar los maderos intermedios o estructura secundaria que formaba los muros. Ésta se formaba de dos maneras: una, colocando únicamente una estructura vertical o combinada con una estructura horizontal. Para la estructura vertical, entre los maderos del cerco se colocaban otros en forma diagonal, que servían de riostras. Sobre esta estructura se

amarraban los elementos de madera o caña en forma vertical hasta cerrar los espacios. Luego se procedía a llenar con barro los espacios intermedios.

Cuando la estructura era combinada, una vez colocada la estructura principal, se hincaban elementos de madera vertical más delgados que se iban amarrando a la viga hasta cerrar el espacio y dejar luces aproximadas de 0,20 a 0,30 m. A estos elementos se amarran elementos horizontales a una distancia similar. Una vez este entramado se encontraba terminado se procedía a llenar los espacios con cañas de maíz secas, cortezas de árboles, cañas o maderas muy delgadas. Las uniones se hacían con bejuco (lazo vegetal) fique o cuan trenzado (Figura 3-b).

Ambas formas de construcción se encuentran vigentes entre grupos indígenas Arawak y los Kogui, en la costa caribe colombiana.

e) Puertas y ventanas

Las aberturas que se dejaban en los muros dependían especialmente del clima en el cual se hallara implantada la edificación. En climas cálidos los bohíos o malocas contaban con dos accesos principales, uno dirigido hacia el oriente y otro hacia el occidente de manera que tanto en la mañana como en la tarde, entrara plenamente el sol e iluminara el fogón. Igualmente, estaban enfrentadas para formar un corredor y una corriente de aire continua (Rodríguez Lamus, 1965). En las noche los accesos se cerraban con palmas, contra el frío y los animales (Instituto Colombiano de Cultura, 2014).

En zonas más frías, como las habitadas por los Muiscas, en el centro del país, no existía presencia de ventanas y solo se encontraba una abertura. No se tiene claridad, de cómo se cerraba en las noches aunque se presume se realizaba con elementos vegetales o telas de algodón que formaban el equivalente a una puerta.

En la zona de la Amazonia, el sistema de tejidos de las fachadas estaba pensado para una desaparición lenta del humo, el cual permitía mantener el aire tibio en la parte superior de la maloca, eliminando las plagas y mosquitos entre la cubierta vegetal; así como, mantener el ambiente templado para las noches frías (Rodríguez Lamus, 1965).

f) Cubierta

Para la cubierta se construía una estructura similar a la de un ramillete en madera, que convergía en un punto. Sobre esta estructura se colocaba un cañizo² de varas de cañabrava o chusque y sobre él hojas de palma que variaban dependiendo la región: palma amarga (usada por los zenúes) palma de vino, corozo y otras especies como bijao (*Calathea lutea*), la iraca (paja toquilla), y la chonta (en la costa caribe, norte de la costa pacífica, zona norte de la región andina y llanos orientales) y el pajón o paja (zona andina y sur de la costa pacífica), como amarres empleaban los bejuco y majaguas (Mesa Sanchez, 1996).

g) Acabados

No existen evidencias de los acabados que estas construcciones tenían. Sin embargo, por tradiciones que entre las etnias aún se conservan se puede decir que existían dos formas de acabados. En la primera, la base del muro de bahareque se cubría con tejidos realizados con palma o, como en el caso de los Tukano, usaban decoraciones hechas con tinta roja vegetal a base de triángulos y figuras geométricas repetidas (Rodríguez Lamus, 1965).

h) Agua y saneamiento

Como se mencionó existían canales perimetrales a la vivienda de conducción de aguas; no obstante, en algunas regiones, especialmente en la región del Cauca, se han hallado canales de desagüe internos. Esta era una zanja poco profunda que se encontraba desde el exterior atravesando el recinto por su parte central y saliendo en el lado opuesto. La arqueología considera que los pobladores traían el agua a la casa por canales de guadua

² Entendido el cañizo como un tendido de cañas delgadas unidas por fibras vegetales

cortada longitudinalmente. El agua se recogía para beber o cocinar y luego arrastraba los desperdicios o basuras al exterior (Chavez Mendoza, 1985).

7 EL BAHAREQUE EN LAS COMUNIDADES INDÍGENAS ACTUALES

Muchas de las formas constructivas y del conocimiento de la técnica se conservan vivas entre las comunidades de las costas y la amazonia colombiana. Siendo usada aun por los descendientes de estos grupos indígenas, y por los campesinos y labriegos que viven en zonas apartadas del país (Figura 3-a).

Sin embargo, la aculturación ha hecho que se introduzcan algunos cambios que son evidentes en las construcciones. El primero es el uso de los muros portantes. El segundo es la aparición de divisiones internas y espacios privados cambiando el concepto de espacio polifuncional. El tercero es el surgimiento de la ventana, que cambia el concepto de bioclimática de la vivienda indígena. El cuarto, es el uso de cimentación, básicamente ciclópea, que antes no se conocía. Finalmente, el cambio del bahareque por el sistema de BTC o el ladrillo cocido.

Estos factores, más otros relacionados con temas de seguridad han hecho evidente la necesidad de documentar, registrar y analizar las técnicas de bahareque que aún subsisten en algunas comunidades indígenas y que la globalización puede hacer desaparecer.

8 CONCLUSIÓN

Lo documentado hasta la actualidad sobre la arquitectura indígena colombiana muestra que los poblamientos eran dispersos, cercanos a las fuentes de agua localizados en lugares altos y estratégicos para control y vigilancia del territorio, con desarrollos de zonas de cultivo y caminos que les permitían la vinculación y el comercio con otras tribus. En las viviendas predominaban las plantas circulares u ovaladas; las plantas rectangulares, estaban destinadas a casas ceremoniales o viviendas para familias extendidas. El sistema constructivo predominante era el bahareque, el cual tenía distintas formas de desarrollo dependiendo del clima, vientos, topografía y la etnia que la edificaba. Para su construcción se obtenían los materiales del entorno: suelos de tierra apisonada, estructura de madera, paredes de bahareque y techos de palma o paja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, J. (1995). Rescate arqueológico en el valle alto del río Dagua. *Boletín de Arqueología*, Año 10. No. 1, 20-63.
- Arango Bueno, T. (1953). *Precolombia*. Madrid: Sucesores de Rivadeneyra S.A.
- Arocha, J.; Friedemann, N. S de. (1982). *Herederos del jaguar y la anaconda. Caserios y gentes del ayer*. Bogotá: Carlos Valencia Editores.
- Chavez Mendoza, A. (1985). *La vivienda en la zona caucana*. Bogotá: Ponencia presentada en el 45 Congreso Internacional de Americanistas.
- Duque Cañas, J. P.; Salazar Gómez, O.; Castaño Alzate, G. E. (2010). *Saminashi: arquitectura y cosmogonía en la construcción Kogui*. Bogotá: Unibiblos.
- Fonseca Martinez, L. Y. (1992). *Arquitectura popular en Colombia: herencias y tradiciones*. Bogotá: Ediciones Altamir.
- Fray Pedro Simón (1981). *Noticias historiales de las conquistas de tierra firme en las Indias Occidentales*. Bogotá: Banco Popular.
- Gómez Henao, R. (2010). *Historia económica prehispánica hasta 1500*. Obtenido el 12 de Mayo de 2016, de Universidad de Antioquia. Curso de Economía Colombiana: <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=73042>
- Instituto Colombiano de Cultura. (2014). *El bohío o casa comunal. Geografía humana de Colombia. Tomo II*. Bogotá: Editorial Instituto Colombiano de Cultura.

- Lemos, C. (22 de Marzo de 2012). *Zenúes los diestros del agua*. Obtenido el 9 de Abril de 2016, de Revista ambiental Catorce 6: <https://www.catorce6.com/opinion/publicaciones/53-zen%C3%BAes-los-diestros-del-agua>
- Mesa Sanchez, N. (1996). *La arquitectura de las diversidades territoriales de Urabá*. Bogotá: Universidad nacional de Colombia.
- Moreno, A. (1989). *Asentamientos apropiados. Memorias habitat popular y tecnología*. Bogotá: Sección de publicaciones SENA- DIGENERAL.
- Norberg Shulz, C. (1975). *Nuevos caminos de la arquitectura: Existencia, espacio y arquitectura*. Barcelona: Editorial Blume, 73-82
- Ochoa Sierra, B. (1945). Los panches,lecciones para primeros conocimientos. *Boletín de Arqueología*. Vol. 1, No. 4, 299-310.
- Oliver, P. (1997). *Enciclopedia de la arquitectura vernácula*. Cambridge: Cambridge University.
- Patiño, D. (1992). Sociedades Tumaco-La Tolita. *Boletín de arqueología*, Año 7, No. 1, 37-58.
- Patiño, V. (1990). *Historia de la cultura material en la américa equinoccial. Tomo 2*. Bogotá: Instituto Caro y Cuervo.
- Rodríguez Lamus, L. (1965). Arquitectura indígena: los tukano. *Revista escala*, 1-23.
- Rodriguez, C. (1988). Agricultores, prehispánicos de la hoya del Quindío. *Boletín de Arqueología*. Vol. 3, No. 1, 27-32.
- Saldarriaga Roa, A. (1992). *La dimensión cultural de la vivienda. Simposio sobre la antropología social de la vivienda*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.76-84
- Unwin, S. (1997). *Análisis de la arquitectura*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili,2003.
- Valdez, F. E. (2006). *Agricultura ancestral, camellones y albarradas*. Quito, Ecuador: Instituto francés de estudios andinos.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece al Departamento de Arquitectura y la Vicerrectoría de Investigación de la Pontificia Universidad Javeriana-Bogotá por el apoyo para el desarrollo del estudio presentado.

AUTORES

Cecilia López Pérez, doctoranda con magister en Restauración de monumentos, profesora investigadora de tiempo completo de la Pontificia Universidad Javeriana- Bogotá. Coordinadora del grupo de investigación GRIME (*Grupo de investigación en materiales y estructuras*) de la misma institución. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA



RESTAURACIÓN DE LA IGLESIA DE SAN ANDRÉS APÓSTOL DE PACHAMA (Chile)

Lucía Otero Giménez

Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés, Arica, Chile. luciaotero1909@gmail.com

Palabras clave: Desarrollo sostenible, escuela taller, patrimonio, restauración, templo barroco andino.

Resumen

La restauración de la iglesia de San Andrés Apóstol de Pachama se incluye dentro del “Plan de Restauración y Puesta en Valor del Conjunto Patrimonial de Iglesias Andinas de Arica y Parinacota”, que desarrolla la Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés (FAMSV), que tiene como objetivo consolidar las Iglesias Andinas de Arica como uno de los conjuntos patrimoniales más valiosos de América y como recurso de desarrollo sostenible para la región. Se ejecuta en coordinación con las comunidades andinas y comprende 31 proyectos de restauración integral de iglesias y entornos con alternativas de desarrollo. Pachama se ubica en la pre-cordillera de Arica y Parinacota, al norte del país en la XV Región de Chile, a 3500 msnm, siendo parte de la comuna de Putre. La iglesia de Pachama, constituye una de los casos más auténticos y mejor conservados de arte barroco, en el ámbito sur andino chileno. Su data es de, al menos 1739, y alberga un programa de pintura mural que es objeto de estudio a nivel mundial. La modalidad de trabajo es de escuela taller, generando empleo a través de la capacitación. Se trabaja con personas de la comunidad quienes, junto a maestros de la Fundación, son capacitadas en los diferentes temas relacionados con el trabajo, como el patrimonio cultural, la restauración, la historia y los oficios tradicionales de la cantería, carpintería y albañilería y adobe. También, se invitan a especialistas relacionados a estos temas a dictar charlas, talleres y actividades junto a la comunidad. El proyecto, actualmente en ejecución, logrará recuperar un inmueble que es Monumento Nacional a través de un proceso de restauración acorde a una filosofía de diseño sismo-resistente y criterios de restauración vigentes a nivel internacional. Se recuperará su espacialidad y uso, manteniendo su programa, sistema constructivo y estilo arquitectónico. Se restaurarán sus bienes culturales principales, como son el Retablo del Altar Mayor, la portada de acceso y las pinturas murales, los cuales son originales y únicos en Chile.

1 ANTECEDENTES

1.1 Arica y Parinacota: Paisaje cultural de América

La UNESCO define a los paisajes culturales como la “obra combinada de la naturaleza y el hombre” (Sanz, 2006, p.50) donde la interrelación entre lo natural y cultural es de carácter dinámico.

Ahora bien, complementando los enfoques de la UNESCO y, en honor a la belleza y utilidad de cada uno de los paisajes culturales del mundo, tiene que buscarse el cambio epistemológico o la ruptura del paradigma vigente con el afán de alcanzar un desarrollo territorial sustentable.

Todas ellas enfocadas en encontrar propuestas de ordenamiento territorial que incorporen las peculiaridades sociales, económicas, productivas y culturales que caracterizan a una región o subregión. Los territorios que confluyen en la frontera tripartita entre Chile, Bolivia y Perú están impregnados de la cosmovisión andina.

En relación al paisaje de Arica y Parinacota se puede entenderlo como paisajes comunitarios que van dibujándose a través de pisos ecológicos que naciendo en el altiplano se aproximan a las costas confirmando así su excepcionalidad.

En los valles bajos, cercanos al Océano Pacífico, destacan muchas poblaciones de origen colonial tales como Poconchile, Azapa, Livícar, Codpa, Guañacagua, Chitita que se encuentran entre los 0 y 2.000 m.s.n.m., Todos ellos conservan edificios religiosos paradigmáticos y muestran una belleza singular, propia de un generoso paisaje cultural donde interactúa el hombre con la agricultura y ganadería.

El acceso a la precordillera marca un punto de contacto con otros pisos ecológicos. Las poblaciones que se ubican en este entorno, comprendido entre los 2.000 y 3.500 msnm, evidenciando una considerable extensión de terrazas agrícolas, múltiples sistemas de conducción hídrica, diversos sitios arqueológicos y un patrimonio arquitectónico-artístico de procedencia colonial-republicana, que refuerzan la caracterización del paisaje cultural de los Altos de Arica, comunidades como Putre, Saxámar, Tichámar Viejo, Tímar, Cobija, Tulapalca, Aico, Sucuna, Saguara, Pachica y Esquiña, son lugares que enmarcan el corredor transversal y vertical andino inter-cuencas.

El altiplano, entre los 3.500 y los 4.700 msnm, por su compromiso fronterizo, es hasta la fecha el punto de aproximación intercultural aimara por antonomasia, su proximidad a territorios bolivianos y peruanos ha permitido una cuantiosa trashumancia, poblacional y mercantil, que ha conllevado la esencia cultural a través del tiempo. Destacan Airo, Tacora, Chapoco, Putani, Cosapilla, Guacollo Caquena, Parinacota, Choquelimpe, Guallatire, Timalchaca, Parcohaylla, Mulluri y Visviri; todos, lugares fuertemente ligados a la ganadería, montañas emblemáticas y conservación ambiental.

1.2 Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés (FAMSV)

La estrategia de paisaje cultural se desglosa en varias líneas de actuación, una de ellas viene desarrollándose a través de la Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés (FAMSV), cuya personalidad jurídica le fue otorgada el 6 de Junio del 2002, y el Obispado de Arica, desde el año 2004, cuando se alían para asumir el reto de estudiar, valorizar y poner en valor las Iglesias Andinas de la Región de Arica Parinacota.

El plan de restauración del conjunto patrimonial de Iglesias andinas de Arica y Parinacota, formulado por FAMSV, tiene como objetivo consolidar estas iglesias como uno de los conjuntos patrimoniales más valiosos de América, dentro de un paisaje cultural excepcional, y como recurso de desarrollo sostenible para esta región extrema y estratégica de Chile.

Se ejecuta en coordinación con las comunidades andinas a cargo de los templos, y comprende 31 proyectos de restauración integral de iglesias y entornos, con alternativas de desarrollo en producción tradicional, energía renovable y turismo patrimonial. Comprende actividades de investigación, diseño y ejecución de proyectos con capacitación de técnicos y profesionales en modalidad Escuela Taller. Actualmente se han restaurado 9 del total de iglesias.

2 UBICACIÓN DE LAS IGLESIAS DEL ANDINAS DE ARICA Y PARINACOTA

2.1 La Ruta de la Plata

La economía del territorio se tornó palpable con la consolidación temprana del puerto de Arica, declarado en 1574 puerto de embarque oficial del imperio español en América, situación históricamente coincidente con la presencia occidental y la explotación de los ingentes recursos argentíferos de Potosí a partir de 1545. (FAMSV, 2012a)

El Virrey Francisco de Toledo implementó dos medidas de directo impacto para provocar el éxito de las minas de Potosí. Por una parte generó innovaciones tecnológicas, fortalecidas por el descubrimiento de mercurio de Huancavelica; lo cual procuró la habilitación de varias rutas organizadas en un tránsito terrestre inicial entre Huancavelica-Arequipa-Chincha (traslado del azogue) y que continuó por mar hasta Arica y, desde ese puerto se siguió, por tierra, el camino a Potosí.

Así mismo instauró la Mita Minera, sistema de trabajo obligatorio que tuvo una gran implicancia humana. La mita establecía cuotas laborales que debía cumplir la población nativa, a cambio de la fuerza de trabajo y de los consiguientes tributos que recibía el encomendero, el cual tenía la obligación de catequizar en la religión católica a las personas que le habían sido encomendadas.

La ruta de la plata, sostenida en la época colonial, entre el puerto de Arica y la ciudad de Potosí, significó el fortalecimiento de un circuito comercial que redundó en la articulación territorial del norte chileno y el oeste boliviano.

Pero también afianzó el adoctrinamiento de los andes nortinos como parte del virreinato del Perú, bajo las conceptos que se derivaron del Concilio de Trento (1545-1563) el cual estimó el aporte del arte sacro como un procedimiento de comunicación.

Los focos de irradiación arquitectónica y artística en el sur peruano colonial fueron Arequipa, Cusco, Puno, La Paz y Potosí. Los Altos de Arica mantuvieron una relación fundamental con los pueblos de los andes nortinos, particularmente, desde el año 1609 con el Obispado de Arequipa.

2.2 El barroco Sur Andino

El barroco andino o barroco mestizo en el que se engloba el estilo arquitectónico de los templos del Norte de Chile debe entenderse como una cohesión de estilos y corrientes provenientes de Europa y Oriente que se dieron a lo largo de los siglos pero que en América aparecen de una forma simultánea, solo desde esta simbiosis conceptual se puede comprender que en el arte hispanoamericano se debe: “aunar el concepto de la sucesión de estilos históricos con el de su coexistencia” (Sebastián, de Mesa, Gisbert, 2003, p.91).

El barroco fue de la mano con la campaña de evangelización post contrarreforma, lo que abrió su capacidad de recibir formas iconográficas y ornamentales que contribuyeron a la evangelización del ámbito sur andino, así se abrió a una forma de arte con identidad propia, en un ámbito geográfico de comunes condiciones climáticas, geomorfológicas, culturales, en una zona de gran intercambio económico y comercial en tiempos prehispánicos y coloniales, hasta la actualidad, cuyos elementos arquitectónicos y ornamentales, con íconos y características de origen europeo y local, para la área de trabajo, junto con el sur peruano, altiplano boliviano noroeste argentino y norte grande chileno, se puede llamar con propiedad arte barroco sur andino.

2.3 La Arquitectura de las iglesias andinas de Arica y Parinacota

La región alberga más de 80 templos andinos, desde oratorios en estancias familiares a iglesias principales con origen en el s. XVII.

El primer periodo de la arquitectura religiosa virreinal suroccidental americana se ubicó en el espacio-tiempo denotado desde la conquista en 1532 hasta el primer tercio del siglo XVII, durante ese lapso se produjo en la escala global, la abdicación de Carlos V a favor de Felipe II y la realización del Concilio de Trento; de otra parte, en la escala local acontece la repartición territorial por encomiendas, la formalización del Virreinato del Perú, la implementación de las reducciones indígenas y la convocatoria de los Concilios Limenses.

Las solicitudes programáticas de este periodo inicial fueron pretenciosas en lo funcional, contrariamente, resultaron modestas y sencillas en los aspectos constructivos.

El segundo periodo de la arquitectura religiosa virreinal suroccidental americana se formaliza en la ciudad de Cusco, donde algunos años antes del terremoto de 1650 y luego, con mayor énfasis después del mismo, se realiza una modélica obra arquitectónica que certifica una escuela regional propia, del barroco, con una trascendente influencia extraterritorial.

Un tercer periodo de la arquitectura religiosa virreinal suroccidental americana se aproxima más hacia el borde suroccidental, precisamente a la ciudad de Arequipa, cabecera del

Obispado del mismo nombre. La connotación formal-estructural que resaltó fue lo planiforme y textilográfico de sus portadas.

3.4 Templo de San Andrés de Pachama

Pachama se ubica en la pre-cordillera de Arica y Parinacota, al norte del país en la XV Región de Chile, a 3500 msnm, siendo parte de la comuna de Putre. Dentro del conjunto patrimonial, el templo de Pachama integra como caso destacado categorías muy excepcionales.

La primera es la de los templos altiplánicos vinculados a la órbita de influencia cultural y estética de Curahuara de Carangas, antiguo centro evangelizador del altiplano, con el que Pachama conecta evidentemente por proximidad física, por arquitectura y por programas iconográficos de la pintura mural;

La segunda, es la de los templos con real datación en el siglo XVIII, junto con Parinacota, Belén, Livilcar, categoría que enseña el estilo barroco andino más puro, con elementos como portales de piedra labrada, retablos de madera policromada, imaginería y platería colonial. Datada en 1739, (probablemente anterior), la iglesia de Pachama se encuentra en el extremo del pueblo de Pachama, fue posta en la ruta del mineral de Potosí.



Figura 1. Atrio de san Andrés de Pachama (Cristóbal Correa, 2015)

3 MEMORIA DESCRIPTIVA

El proyecto se aborda definiendo un máster plan que lo afronta en tres niveles necesarios para su correcta ejecución, siguiendo el modelo FAMSV: Entorno-Personas y Organización.¹

Los objetivos que busca lograr el proyecto se dividen en objetivos principales:

- Conservar y potenciar el valor patrimonial del conjunto religioso de Pachama, salvaguardándolo de los agentes de riesgo.

¹ Aporte conceptual, para optimizar los procesos FAMSV, según asesoría interna a cargo de D. Fernando Larraín, director de desarrollo de la Facultad de Economía y empresa UPD.

- Preservar el valor patrimonial del templo, propiciando en paralelo el desarrollo sostenible y fortalecimiento comunal de Pachama.

Y objetivos vinculados:

- Recuperar los oficios constructivos tradicionales del mundo andino, a través del mecanismo educativo de la Escuela Taller.
- Capacitar permanentemente a la población de Pachama, fomentando su participación activa durante la realización de las obras de restauración.
- Apoyar a la comunidad de Pachama con alternativas productivas de contenido cultural que promuevan una reocupación progresiva de su territorio.
- Colaborar con la investigación y desarrollo de las restauraciones patrimoniales en tierra de Chile.

MASTER PLAN DEL PROYECTO

ENTORNO

	Objetivos (Tareas principales)	Estrategia (Acciones estratégicas)
	LOCAL	Comité Patrimonial x 3
		RRGG x 2
		Gobernabilidad x 3
		Creación de valor x2
	REGIONAL	Mesas Técnicas x 3
		Voluntariado:Com.Arica
	NACIONAL	Alianzas
		Colaboraciones x 2
	INTERNACIONAL	Colaboraciones

PERSONAS

	Estrategia (Acciones estratégicas)	Estrategia (Acciones específicas)
Nivel Adaptativo	Cultura	
	Patrimonio y Desarrollo	Evaluación ET Adaptativa
	Historia y didáctica	
	Viaje de aprendizaje	
Nivel Técnico	Escuela taller diaria	
	Escuela especializada Talleres (2).Listado DS	Evaluación ET Técnica

ORGANIZACIÓN

Objetivos (Tareas principales)	Estrategia (Acciones estratégicas)	Estrategia (Acciones específicas)
Escuela taller	Visitas FAMS	Codpa
		Socoroma
		Belén
	Didáctica en Obra	Reconstruido guiado de visitas Implementar recorrido
Proceso restaurativo	Partidas	Señalética
	Presupuesto	
	Carta gantt	
Documentación-Plans as Built	Insumos de obra	Modelo de gestión de obra
		Modelo de Mantenimiento

Figura 2. Tabla Máster Plan. Restauración San Andrés de Pachama, 2016 (FAMS)

Estos objetivos vinculados adquieren un peso específico igual de importante que el proceso restaurativo en sí.

Todas las acciones que se desarrollan dentro del proceso se dirigen hacia un desarrollo adaptativo necesario para que la restauración se convierta en un elemento generador que vincula íntegramente al plan iglesias.

La propuesta de restauración del templo con un área de 184,07 m² y un perímetro de 83,39 m, corresponde a un ejercicio sistemático que tiene su punto inicial en la identificación de los valores inherentes del conjunto religioso, analizándose en detalle su estado de conservación, proponiendo, luego, bajo los conceptos y criterios de restauración patrimonial vigentes en Chile y el mundo, un conjunto de actuaciones que procuren la recuperación arquitectónica y artística del edificio.

El proceso se inició con el estudio del valor patrimonial (FAMS, 2012b, p.17) en tres grandes dimensiones:

Valor artístico-material: El conjunto religioso posee por su conformación estilística y material un resaltable valor arquitectónico y ornamental, que la singulariza dentro del espectro de los templos alto andino de la región. Al mismo tiempo, preserva los atributos identificables de la predominancia barroca indígena en la composición general de su programa litúrgico: torre-campanario exenta, barda perimetral de corte aimara, calvario, capillas posas, iglesia erigida con una materialidad de adobe y piedra, además, de una excepcional propuesta de pintura mural proveniente del siglo XVIII.

- Valor histórico: La iglesia muestra el proceso histórico constructivo desplegado a lo largo de los siglos, que es respaldado por las fuentes documentales que la mencionan.
- Valor cultural-devocional: El templo de Pachama y su conjunto inmediato reflejan un acertado proceso de sacralización religiosa, mostrándose, el lugar, como un “Santuario” de obligada y recurrente visita.

Antes de la intervención que se inició en Diciembre del 2015 y que se encuentra en curso actualmente, el estado de conservación del conjunto se consideró de emergencia, con daños representados por colapsos parciales, pérdida extensiva de revoques y encalados, concentración de humedad capilar e impredecible destino de la pintura mural.

El proceso de restauración arroja nuevos datos sobre su estado, que si bien es muy grave debido a las patologías observadas, las intervenciones son más puntuales y se desarrollan basándose en análisis minuciosos de cada elemento, restaurando las partes dañadas con la intención de mantener el carácter y el valor original del conjunto.

La evaluación se lleva a cabo en base a unos Criterios de intervención (FAMSV, 2012b, p.41) incluidos en la metodología de trabajo, estos son; territorialidad, investigación, autenticidad, seguridad, mínima intervención, reversibilidad, participación de equipo multidisciplinario, coordinación permanente con la comunidad, inversión en desarrollo sostenible, y capacitación comunitaria.

Definidos el alto valor patrimonial del templo, su estado de conservación y establecidos los objetivos, la filosofía, criterios de restauración y parámetros de intervención, se propone para el templo San Andrés de Pachama el siguiente conjunto de actuaciones e intenciones:

- Actuación restaurativa integral, respaldada por profesionales con formación, en restauración arquitectónica y artística; sumándose la participación de cuadrillas locales con experiencia y adiestramiento en intervenciones patrimoniales (Escuela Taller – FAMSV).
- Consolidación estructural del conjunto religioso, respetando la materialidad y sistemas constructivos originales. La reparación de los muros y contrafuertes del templo que se efectuará empleando el sistema de calzadura e inyección de morteros secos, tanto en las grietas y fisuras como en los sectores erosionados, en concordancia con la restauración de la pintura mural localizada en los paramentos de pies, del evangelio y de la epístola.
- Al ser la humedad capilar el principal agente patológico y de perniciosa intrusión en el suelo y subsuelo del conjunto religioso, se propone la adecuación de un sistema de drenaje en el sector oriente del conjunto atrial.
- La solución estructural para el soporte de la armadura de las techumbres (par y nudillo) sugiere la integración de una viga arrocabe, con madera dimensionada, en la coronación de los muros de la nave. Los actuales componentes de la cubierta: caña, nepal y planchas de zinc-aluminio, serán optimizados con la incorporación de caña, totora, onduline y paja de puna. La utilización del sistema onduline contribuiría con otro nivel de eficacia en la protección de la pintura mural.
- Los pisos exteriores mantendrán su condición y apariencia (tierra). En los pisos interiores se procederá a la liberación de las baldosas, facilitando la integración de un piso de piedra.

- Se rehabilitarán las cuatro capillas posas que forman parte del conjunto atrial.
- En la torre-campanario, contrafuertes, calvario y barda perimetral se efectuarán procesos específicos de consolidación.
- La actuación del equipo de bienes muebles estará orientada a la restauración integral de la pintura mural, papel tapiz, retablo mayor, carpintería (puertas y ventanas) y, un conjunto específico de esculturas.
- Sistema de iluminación interior y exterior proveído por paneles solares.
- Implementación de una sala de exhibiciones y conservación de bienes culturales.

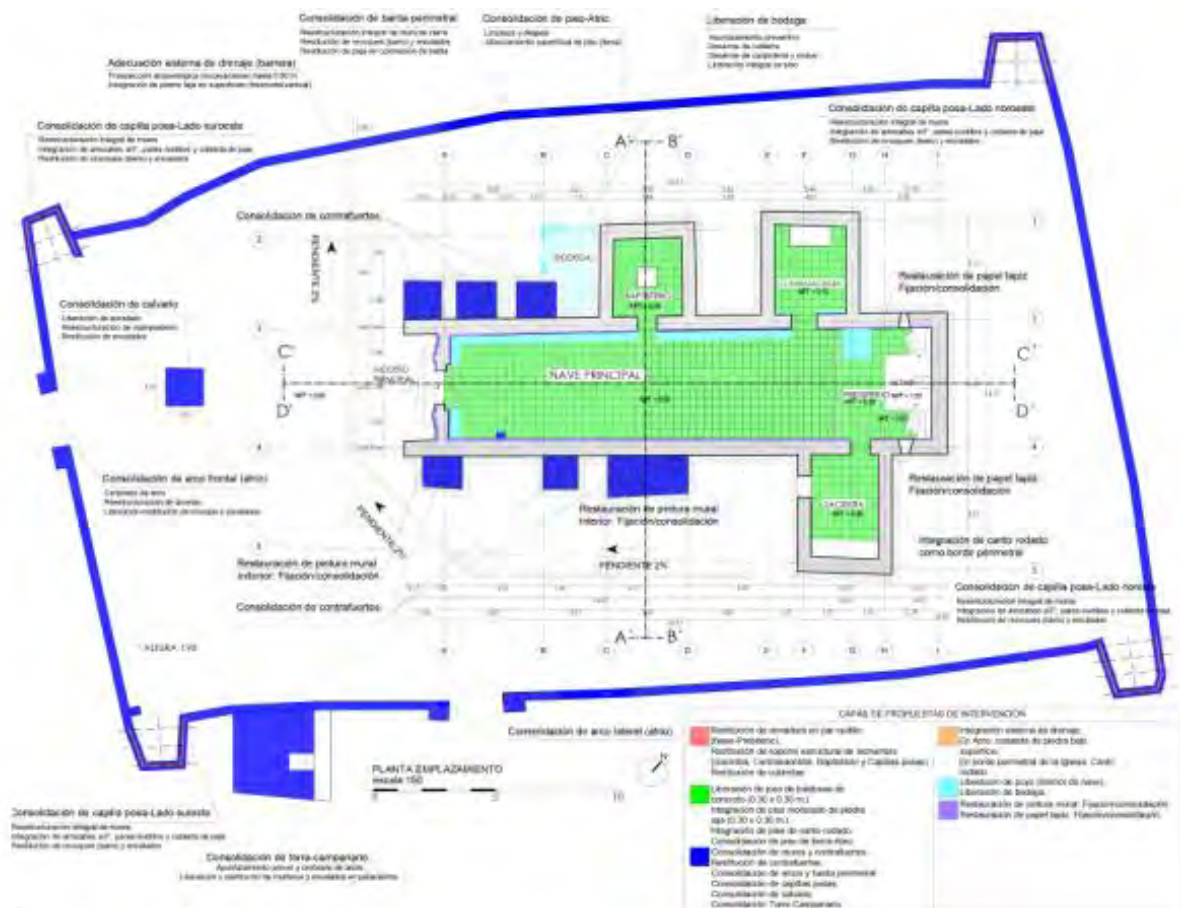


Figura 3. Plano de intervenciones proyecto de restauración (FAMSV, 2012b)

4. ANÁLISIS CRÍTICO

A nivel entorno se establecen unas acciones que conducen a la integración del proyecto con la comunidad. Las acciones cumplimentadas con éxito en esta primera fase se refieren a ceremonias junto a la comunidad, voluntariados locales y visitas a obra.



Figura 4. Ceremonia inicio de obras, retiro de imágenes, voluntariado local y visitas, 2016

A nivel personas se establecen acciones a nivel adaptativo y a nivel técnico que permiten lograr la capacitación del equipo. Se han llevado a cabo las siguientes actividades:

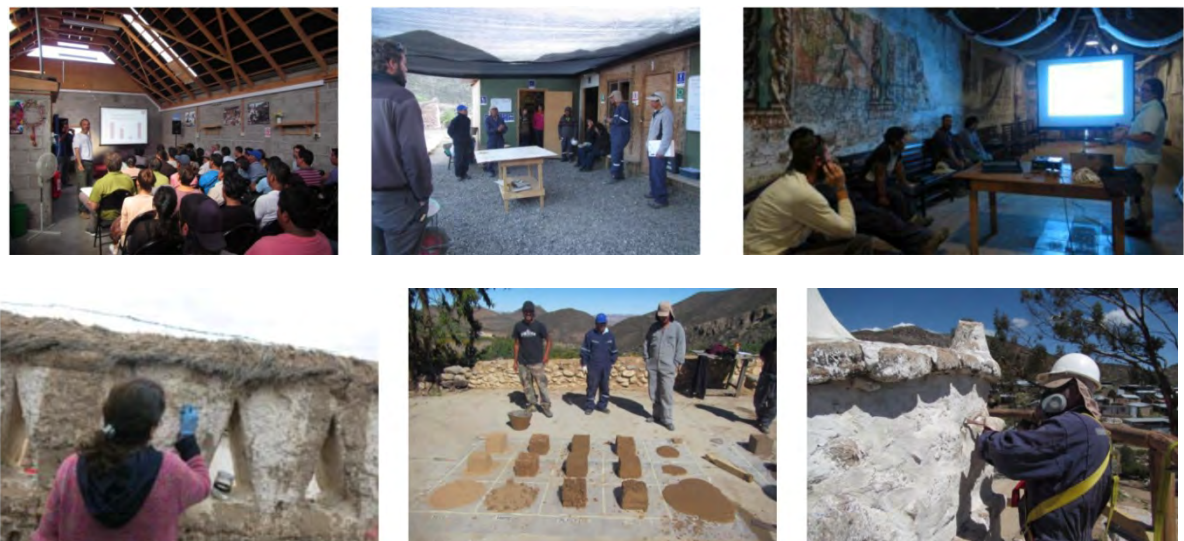


Figura 5. Charlas adaptativas, escuela taller diaria, charlas de seguridad, escuelas taller de calas prospectivas, test de tierras y liberación de revocos en piedra, 2016

A nivel organización, se abarca todo lo relacionado con el proceso de restauración siguiendo unas acciones que determinaran el éxito del proyecto en su conjunto. Entre las actividades llevadas a cabo, uno de los logros del proceso es entender la restauración como un proceso de obra abierta, por lo que se ha implementado un recorrido didáctico a través de la misma con el fin de acercar a la comunidad al proceso restaurativo.



Figura 6. Recorrido y señalética: La obra una escuela abierta, 2016

Actualmente el proceso de restauración ha finalizado las siguientes partidas, de acuerdo a la carta Gantt² de obra, la construcción de una sobrecubierta que protegió al templo de la temporada de lluvias altiplánicas y que en coordinación con el taller de bienes se decidió realizar para proteger la pintura mural del interior del templo.



Figura 7. Instalación de sobrecubierta, Instalación de laboratorio en obra, acopio de materiales calas exploratorias, 2016

Se han finalizado partidas de acopio de materiales como paja brava y adobes, y procesos como el apagado de la cal viva, realizado a través de una escuela taller en obra.

En el laboratorio que se ha instalado en la zona de faenas, se analizan las tierras y se guardan las muestras de las calas exploratorias que se han realizado de las distintas partes del conjunto religioso.

Se ha procedido a liberar de los revocos de cal, tanto la barda perimetral, como los muros de templo y capillas anexas y se ha procedido a la consolidación de la torre campanario con trabajos tanto en adobe como en cantería.



² La carta Gantt de Obra determina la cronología de las partidas y subpartidas que componen la restauración del Templo de Pachama, como documento interno de gestión del cuerpo técnico de FAMS.



Figura 8. Fabricación de adobes y apagado de cal viva, liberación de revoques en el conjunto religioso, liberación y consolidación de la torre campanario, 2016

El proceso restaurativo exige un trabajo minucioso en las consolidaciones, que resaltan el carácter orgánico que el conjunto muestra tras el paso del tiempo. El análisis previo de cada sección de obra donde se interviene, es el paso previo a cualquier actuación.



Figura 9. Consolidación barda perimetral del atrio, capillas posas y restitución de la cubierta, 2016

Cabe mencionar el ingente trabajo realizado por el Taller de bienes culturales en los procesos de recuperación de los bienes muebles del conjunto religioso y especial de su pintura mural.



Figura 10. Consolidación pintura mural, 2016

5. CONSIDERACIONES FINALES

Con una carta Gantt que se cumple rigurosamente, se prevé la conclusión de las actuaciones patrimoniales para el mes de diciembre de 2016.

Logros cuantitativos [La restauración]:

- Restauración arquitectónica y artística del templo San Andrés de Pachama, que incluye la puesta en valor del conjunto religioso a nivel interpretativo y museográfico.
- Cuatro viviendas intervenidas para usos turísticos vivenciales.
- Trabajos preliminares del Museo y Centro de Interpretación Comunitario.

Logros cualitativos [El entorno como propósito]:

- Capacitación en oficios tradicionales con certificación institucional-Escuela Taller.
- Fortalecimiento de capacidades locales y regionales-Voluntariados.
- Participación activa de la comunidad en gestión patrimonial-Comité Patrimonial.
- Planteamiento del expediente urbanístico [Diagnóstico y propuesta]
- Elaboración y validación de ordenanza para salvaguardia del entorno urbano, paisajístico y territorial.
- Potenciación de emprendimientos-Desarrollo local
- Difusión nacional e internacional del proyecto.
- Publicación de libro.
- Concurso de ideas internacional.
- Foro-panel internacional.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés – FAMSV (2012a). Iglesias andinas de Arica y Parinacota. Las huellas de la ruta de la Plata. Arica, Chile: Ed. Fundación Altiplano.

Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés – FAMSV (2012b). Manual básico de restauración y conservación de construcciones patrimoniales de tierra y piedra de Arica y Parinacota. Arica, Chile: Ed. Fundación Altiplano.

Sanz, Nuria (2006). Textos básicos de la convención del Patrimonio Mundial de 1972. Madrid: Ed. Ministerio de Cultura

Sebastián, Santiago; de Mesa, José; Gisbert, Teresa (2003). Arte iberoamericano desde la colonización a la independencia. Madrid: Espasa Calpe.

AUTORA

Lucía Otero Giménez, Arquitecto, titulado por la Escuela Superior de Arquitectura de Granada, (España) y Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico por la universidad Politécnica de Valencia (España). Desde 2014 trabaja en proyectos de Patrimonio y Desarrollo Sostenible en la Fundación Altiplano y actualmente como Arquitecto residente del Proyecto de Restauración templo de San Andrés de Pachama.



FAZENDAS DO INTERIOR DO BRASIL: ANÁLISE SOBRE A CONSERVAÇÃO E DISSEMINAÇÃO DE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

Rosana S.B. Parisi¹; Aline Prado Costa²; Gustavo Fardin Broglio³; Pedro Buscarioli Rogatto⁴; Fabrício de Souza Rodrigues⁵

¹ PUC-Minas campus Poços de Caldas, Rede Ibero-americana PROTERRA/Rede TerraBrasil, Poços de Caldas-MG; Brasil, rosanaparis84@gmail.com

PUC-Minas campus Poços de Caldas; Poços de Caldas-MG, Brasil, ²alinep_costa@hotmail.com; ³gustavobroglio.au@gmail.com; ⁴pedrobrogatto@hotmail.com; ⁵fabricao_rs101@hotmail.com

Palavras-chave: fazendas, interior, técnicas construtivas, resgate, disseminação

Resumo

A região de São José do Rio Pardo, no interior do estado de São Paulo, no Brasil, fez parte do ciclo da expansão cafeeira ocorrido durante o século XIX. Nesse município, em particular, ainda restam exemplares de casas de fazenda em que foram empregadas técnicas de construção com terra e que resistem aos diversos tipos de modificações. Pretende-se nesse trabalho avaliar o estado de conservação das duas casas-sede das propriedades investigadas, a saber, a fazenda Tubaca e a fazenda Rio Claro, situadas no município mencionado; verificar as técnicas de construção com terra empregadas, o que delas restou e de que maneira, ao resgatá-las, é possível sensibilizar a comunidade do município e região sobre a presença do legado de técnicas de construção com terra remanescentes do período colonial. A ideia é que através da sensibilização a população, cada vez mais, conscientize-se sobre a importância da conservação de edificações que, além de contarem uma parte do processo de construção ocorrido no período de colonização do município, trazem de volta o emprego de técnicas de construção por vezes desconhecidas pela comunidade. Entende-se que seja fundamental para a valorização da identidade cultural e preservação da memória arquitetônica o resgate e a manutenção da história das técnicas de construção antigas, remanescente dos colonizadores portugueses.

1 INTRODUÇÃO

O quadro da arquitetura no Brasil possui como um dos principais marcos históricos o estilo colonial. Impulsionada pelo avanço da economia, através do cultivo cafeeiro a partir de meados do século XIX, a instalação de grandes fazendas no interior do Brasil tornou-se característica. Tais propriedades estabeleceram um padrão de construção através de três principais materiais: a pedra, a madeira e a terra.

Nascido justamente no período da expansão cafeeira em 1865, o município de São José do Rio Pardo abrigou algumas dessas fazendas que representam muito bem as técnicas construtivas desse período do século XIX, entre as quais se destacam a fazenda Rio Claro e a fazenda Tubaca, objetos de estudo e ponto de partida da presente análise. A importância da preservação das casas-grandes nessas propriedades vai além do valor pessoal que as mesmas representam para seus proprietários: as técnicas de construção empregadas são um legado dos colonizadores portugueses. Porém, a conscientização a respeito dessas técnicas, infelizmente é quase inexistente no país, fato que se repete quando se observa o referido município e sua região. O artigo aborda a análise das edificações e o estado atual dos materiais e elementos construtivos utilizados nas mesmas, bem como as técnicas de construção empregadas, em especial, o uso e as variações da taipa-de-mão encontrada nas duas fazendas. Por último, analisa como pode ser difundida a ideia de valorizar a memória riopardense através desses importantes exemplares de sedes de fazenda do período de expansão do cultivo do café.

1.1 Influências portuguesas e a adaptação da arquitetura das fazendas de café no estado de São Paulo

Diversos autores no Brasil apontaram para as questões ligadas às influências recebidas pela arquitetura colonial brasileira, destacando-se, entre eles Lemos (1980 e 1999); Saia (1972); Bruno (1977); Reis Filho (1983) e Vasconcelos (1979). De acordo com Lemos (1989), citado por Benincasa (2003), as origens da arquitetura paulista- e de todo o resto da arquitetura brasileira- estão principalmente em Portugal e na oca indígena. Porém, esse mesmo autor afirma que as maiores contribuições dos portugueses dizem respeito às técnicas construtivas e aos aspectos formais das edificações. Ao abordar as adaptações ocorridas na arquitetura rural paulista, Benincasa (2003, p.87) comenta que:

O isolamento no qual vivia a Província paulista, a princípio, fez com que outras técnicas, como o uso da pedra, do adobe e mesmo da taipa de mão, encontradas comumente no Rio de Janeiro, em Minas ou nas Províncias do Sul, fossem menos utilizadas, mesmo depois da abertura de novas estradas e consequente facilitação da obtenção de outros materiais....

E mais adiante continua:

Tal situação perdurou até a segunda metade do século XIX, quando o aumento da produção do café inundou de riquezas a Província paulista, trazendo consigo novas formas de construir e morar. Vários fatores contribuíram para essa mudança: a vinda de mineiros, a chegada da ferrovia- que facilitou a importação de produtos industrializados da Europa- e o afluxo de um grande contingente de imigrantes europeus para trabalhar na lavoura cafeeira. Tudo isso fez com que se tornasse mais frequente o uso da taipa de mão e do tijolo, sendo então, cada vez menos utilizada, a taipa de pilão, principalmente nas frentes pioneiras da Província de São Paulo, abertas pelos fazendeiros para a ampliação dos cafezais, onde o barro socado praticamente inexistiu. Embora a técnica e o aspecto formal das edificações portuguesas tenham prevalecido, a planta da casa rural paulista foi se amoldando às necessidades locais

1.2 A fundação de São José do Rio Pardo e sua relação com as fazendas estudadas

Nos primórdios, as terras que hoje pertencem ao município de São José do Rio Pardo eram de Casa Branca, um município distante 28,6 km. De acordo com Trevisan (1963, p.8),

achando deveras longa a distância daqui a Casa Branca, o fundador de São José, Coronel Antônio Marçal Nogueira de Barros, lembrou de reunir esforços dos fazendeiros locais, no sentido de erguer uma capela, onde se realizariam os principais atos da religião católica. Não é à toa que a região era alvo de forasteiros que por aqui passavam, região privilegiada pela natureza, cujo seio frutificava e jorrava o produto semeado, regada de nascentes e córregos afluentes do rio Pardo. Nada melhor para o plantio do café, que deixava para trás de si o solo depauperado da região do vale do Paraíba. De fato, as terras se tornaram propriedade de ricos senhores, possuidores de grandes plantações e números de escravos

Os proprietários das fazendas objeto de estudo do presente trabalho eram, respectivamente, o Coronel Vicente Dias, da Tubaca e Senhor Venerando Ribeiro da Silva, da Rio Claro, ambas localizadas na região Norte do referido município.

2 A FAZENDA TUBACA

Comenta Menechino (1979), que a sede da fazenda Tubaca atual é contemporânea da fundação de São José do Rio Pardo, afirmação que pode ser comprovada pela inscrição na bandeira da porta, um costume que existia de se colocar nas bandeiras das portas das casas as iniciais do proprietário e a data de construção, conforme será possível observar através das figuras 1 e 2 a seguir. De acordo com Nobre (2001), a sede atual da Tubaca não é a primeira da propriedade. A primeira sede teria sido construída no início dos anos de 1810, próxima onde foi posteriormente implantada a casa do administrador da propriedade.

Porém, na casa em estudo, a inscrição encontra-se na bandeira da porta dos fundos, isto é, a porta da sala de jantar. O mesmo autor afirma que apesar de grande, a construção é sóbria, refletindo o caráter austero e simples da família produtora de café da época. A sede a que se refere o presente trabalho foi construída pelo Capitão Vicente Alves de Araújo Dias, fazendeiro oriundo de Cabo Verde-MG, que adquiriu a fazenda na Vila de Caconde, então pertencente à Comarca de Mogi-Mirim. Assim, na bandeira está escrito: TUBACA, e logo abaixo, 1870. A área da propriedade era de aproximadamente 750 alqueires e foi registrada em 31 de março de 1870 na Coletoria de Casa Branca.



Figura 1. a) Fachada frontal da sede da Tubaca; b) Porta com bandeira da sala de jantar da Tubaca. (Créditos: Mesquita, 2014; Parisi, 2015).

Ainda de acordo com Menechino (1979, p.10,11),

tudo girava em torno da sede, por isso todos os “acessórios” eram construídos próximos à casa. O terreiro, a tulha de café, o curral, a senzala, que nessa casa corresponde ao porão alto, e a despensa, que continuava o puxado começado pela cozinha encontravam-se articulados à imponente edificação. Em 1873, a pedido do capitão, o engenheiro Antônio Cândido Rodrigues fez a divisão e a distribuição da fazenda entre seus dez filhos. O capitão Vicente Dias (1825-1905) era casado com a senhora Lucinda Cândida Dias (1834-1906). Coube a Vicente Dias Júnior (1896-1933), um dos filhos, a sede da fazenda com mais 207 alqueires. Posteriormente, o senhor Vicente adquiriu de irmãos e cunhados outras partes de terra, chegando a 572 alqueires em 1926. O atual proprietário da fazenda é o senhor Eduardo Dias Roxo Nobre, neto do senhor Vicente e reside na propriedade há 55 anos com sua esposa, senhora Maria Olívia Roxo Nobre.

2.1. Análises: o programa, os materiais e as técnicas construtivas

Na obra denominada Casa Paulista, Lemos (1999) afirma que quase nada se sabe de positivo em relação ao programa que norteou a concepção da casa bandeirista rural (bastante semelhante a essa que é objeto da pesquisa). Para o autor, esse é um assunto instigante e intrigante, que leva a conjecturas variadas. Lemos afirma que

por mais de duzentos e cincoenta anos a planta e mesmo o partido arquitetônico da casa roqueira colonial da bacia do Tietê não tiveram alterações significativas, o que indica não ter havido mudanças no modo de morar, isto é, não terem ocorrido variações no programa de necessidades, o que indica, antes de tudo, uma estabilidade social em que as expectativas de ordem cultural mantiveram-se plenamente satisfeitas e imutáveis (p.21).

Lemos reitera: “por duzentos e cinquenta anos uma sociedade serra acima usando a mesma casa. Mesma casa e mesma técnica construtiva” (p.21).

Abordando os materiais e as técnicas construtivas presentes na Tubaca, pode-se afirmar que nas paredes externas da casa foram empregados tijolos queimados¹ de 0,17m de largura, fabricados na olaria que o Capitão Vicente implantou na própria fazenda, cujas peças levam as iniciais V e D, respectivamente, relacionando a obra com o seu proprietário, Vicente Dias. Já as paredes internas, foram executadas com taipa de mão ou pau a pique e possuem cerca de 0,15 m de largura. Como essa casa sede teve sua divisão interna modificada para que fosse adaptada às necessidades dos moradores e das relações sociais atuais, foram eliminadas alcovas ou, a essas foram dados novos usos, assim como foi aberto um acesso entre o corpo principal da casa e o porão alto, a antiga senzala, que abriga espaços de lazer da família e de recreação infantil. Possivelmente as telhas que cobrem a casa, do tipo capa e canal, tenham sido publicadas em uma olaria de alguma propriedade vizinha ou da região. Os demais materiais empregados foram extraídos na própria fazenda, onde eram trabalhados. No que se refere à estrutura de telhado e madeiramento da sede, a madeira da cobertura foi extraída junto às árvores da propriedade ou das redondezas, abundantes até hoje. Todos os alicerces dessa casa são de pedras irregulares, assentadas com argamassa de terra, com espessura média equivalente à 70 cm. Tais alicerces podem ser observados no porão alto, antiga senzala, como informado anteriormente, cujo uso foi adaptado pelos atuais proprietários. Esses alicerces e seus detalhes podem ser observados através da figura 2.

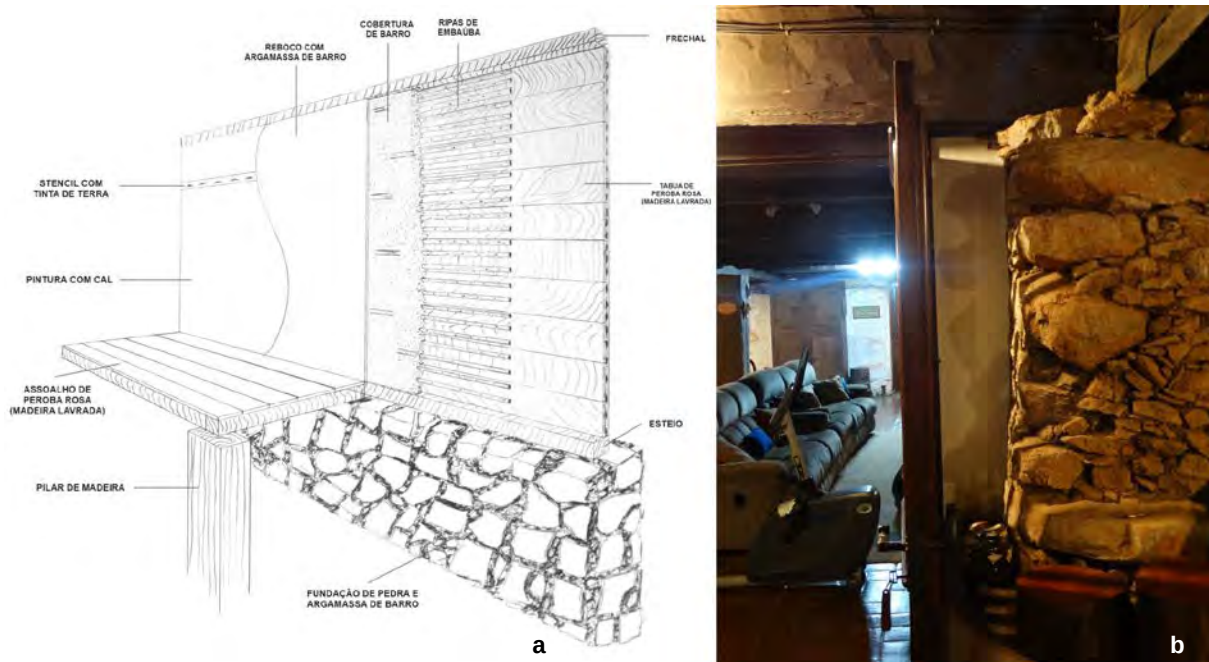


Figura 2. a) Os alicerces e a forma de concepção da taipa de mão e b) Os alicerces presentes no porão alto (antiga senzala) (Créditos: Broglio, 2016; Parisi, 2015).

Com pé direito variável, cuja altura tem de 1,50 m à 2,50 m, o referido porão alto possui as vigas de respaldo de madeira, com seção de 0,20 m por 0,20 m de espessura, nas quais estão apoiadas e encaixadas vigotas de dimensões iguais à 0,10 m por 0,10 m. As vigas se apoiam nos diversos pilares distribuídos pelo porão, que possuem seção variável de 0,27 m por 0,38 m de espessura, aproximadamente, pilares curiosamente apoiados em blocos maciços de pedra expostos sobre a superfície do piso, cujo “diâmetro” tem dimensão aproximada de 0,95 m. A estrutura original da maior parte da edificação, tem como piso tábuas de assoalho de peroba lavrada, com largura variando entre 0,19 m e 0,41 m e

¹ termo que caracteriza o tijolo cerâmico produzido em olaria rústica, usualmente encontrada em povoados e áreas rurais nos séculos passados para a fabricação tijolos, telhas, manilhas, painéis, vasilhames e artesanatos

comprimentos irregulares e variados, chegando até cerca de 4 metros de comprimento. No pavimento principal, como também já comentado anteriormente, as paredes externas são de tijolos cozidos e as paredes internas de taipa de mão ou pau a pique. A particularidade notada nessa construção é que as alterações realizadas ao longo de sua existência para as adaptações impostas pelos 'modus vivendi' das famílias, foram executadas com o emprego de alvenarias de tijolos cerâmicos queimados comuns. Possivelmente, ao serem realizadas as adaptações na edificação, nunca se tenha atentado para a questão do emprego das técnicas de construção originais. Talvez, pela praticidade do uso das 'técnicas modernas' ou pelo receio de serem introduzidas novas paredes de taipa de mão, ou ainda pela inexistência de profissionais que tivessem conhecimento da técnica de se construir com a taipa de mão ou pau a pique. Porém, ainda resta um grande número de paredes internas originais, de pau a pique. Outro fator que é considerado recente é que nos últimos cinquenta anos esse piso de assoalho vem periodicamente recebendo cera. Em todos os rodapés dessa casa empregou-se o cedro, da mesma forma que todas as folhas de portas, janelas e vidraças. Os batentes e caixilhos das janelas foram executados com o emprego de ipê e os forros de jequitibá, na maior parte da edificação. Somente nas dependências de serviço-cozinha e despensa houve o emprego do forro de taquara, padrão comum em edificações rurais herdado dos colonizadores mineiros.

No que diz respeito às paredes de taipa de mão ou pau a pique, todas foram erguidas com o emprego de tábuas de peroba afixadas no sentido vertical, variando-se a largura dessas tábuas, da mesma maneira que a das tábuas de piso mencionadas anteriormente. Tais tábuas são presas horizontalmente por ripas de palmito, dos dois lados, o que pode ser observado na figura 2a anterior. Essas possuem como dimensões de 0,02 à 0,025 de espessura e 0,04 metros de largura. O preenchimento dessas estruturas que originaram as paredes, era realizado simultaneamente por duas pessoas. Via de regra, a terra utilizada para a confecção da argamassa de pau a pique foi empregada a terra do próprio lugar.

3 A FAZENDA RIO CLARO

Também situada no município de São José do Rio Pardo, distante aproximadamente 6 km da Tubaca e 15 km da sede do município, a Fazenda Rio Claro localiza-se junto à estrada vicinal rural que segue para a antiga Estação Ferroviária de Venerando, na mesma direção espacial da Tubaca. Trinca (2015), afirmou em artigo denominado "São José antes de São José" que dentro de sua sesmária, o capitão Alexandre Luiz de Mello, proveniente da Villa de Campanha, no Sul do estado de Minas Gerais, criou fazendas, a primeira delas chamada de Rio Claro e a outra Pouso Alegre, registradas em 1817. Anos depois, o mesmo capitão requisitou do governo monárquico outra porção de terras que ia do rio Fartura até o rio Guaxupé, o que fez com que recebesse a segunda Carta de Sesmária em 1821. Também seus filhos Alexandre e Antônio Joaquim de Mello, na mesma época, por possuírem escravos e criação de gado, requereram uma sesmária de duas léguas em quadra no sertão do rio Pardo, área onde encontra-se a Fazenda Rio Claro.

O Capitão Alexandre, que já possuía as fazendas Rio Claro e Pouso Alegre, em 1816 fez doação de parte de sua fazenda Rio Claro a seu filho Carlos Luiz de Mello, a fim de que o mesmo formasse seu patrimônio para que pudesse ser ordenado padre. A Igreja naqueles tempos exigia que os clérigos tivessem posses. Através de descendência, parentesco e herança, a propriedade acabou passando para as mãos do Sr. Venerando Ribeiro da Silva, e depois para seus genros e netos. Os últimos proprietários da mesma família, os senhores João Batista Ribeiro Nogueira e Célio Ribeiro da Silva, possivelmente por questões financeiras, acabaram vendendo a fazenda aos atuais, o senhor José Augusto Barretto e sua esposa, Dra. Eliza Martha de Paiva Barretto, fato ocorrido há cerca de dez anos.

Ao adquirirem a propriedade, hoje com 200 alqueires de terra, a casa grande encontrava-se praticamente em ruínas. A mesma foi reconstruída pelos atuais proprietários, preservando algumas de suas características mais expressivas: o formato da planta em "L" e suas dimensões, o pé direito, o caráter da rusticidade e/ou austeridade presente na edificação.

3.1. Outras análises: o programa, os materiais e as técnicas construtivas

Ao abordar as características marcantes presentes na sede da Fazenda Rio Claro, observa-se primeiramente que diferente da Tubaca, apenas as paredes longas da casa sede dessa fazenda, originariamente foram executadas com o emprego de tijolos queimados. Porém, não foi possível determinar se tais tijolos foram fabricados na própria fazenda. No que diz respeito às demais paredes, todas elas foram executadas com a taipa de mão ou pau a pique, cuja estrutura e sistema de preenchimento de argamassas variam em relação àqueles empregados nas paredes da sede da fazenda Tubaca. Autores como Lemos (1999) e Benincasa (2003) apontam que possivelmente, devido as grandes distâncias entre o núcleo urbano e a propriedade rural ou entre as propriedades rurais, fato majorado pela precariedade dos caminhos, acabou ocorrendo o surgimento de um programa peculiar e específico à casa rural brasileira, advindo da reelaboração da planta da casa rural portuguesa adaptado aos trópicos. No entanto, quando Benincasa (2003) comenta sobre a casa da Fazenda do Pinhal, localizada em São Carlos, pode-se perceber claramente as características que tenham ocorrido também nessa sede da fazenda Rio Claro:

a arquitetura paulista, então, já estava bastante alterada pela forte influência da arquitetura mineira, e esta casa demonstra a sua influência, a começar pelo modo de implantação no terreno, à meia encosta, aproveitando o desnível: a casa grande destaca-se no conjunto, com suas paredes brancas e janelas em vermelho queimado. As paredes do pavimento inferior são de pedra, bem como o embasamento- mas as paredes do pavimento superior, originalmente, foram executadas segundo a tradicional técnica mineira da taipa de mão, inclusive as externas (Benincasa, 2003, p.245).

Quando são observadas as fotografias disponibilizadas pelos atuais proprietários no período em que adquiriram a fazenda, observa-se, além da implantação à meia encosta, como descreve Benincasa (2003), sobre a casa da Fazenda do Pinhal, a presença das pedras em todo o pavimento inferior e a quantidade das paredes de taipa de mão no pavimento superior (principal), levando-se a acreditar que a Rio Claro é uma propriedade que recebeu fortes influências da arquitetura rural do Sul do estado de Minas Gerais, possivelmente ligadas também às origens mineiras de seus fundadores.

A particularidade dessa propriedade analisada já foi apontada anteriormente, no que diz respeito às paredes externas. Percebe-se nessa casa grande em formato de L, que nas paredes longas houve o emprego de tijolos queimados. Observa-se ainda que as paredes de pedra externas do pavimento inferior tenham sido conservadas. Porém, com a reforma empreendida pelos atuais proprietários, as paredes internas desse mesmo pavimento, onde anteriormente, possivelmente tenha ocorrido o emprego de pedra ou taipa de pilão, foram reconstruídas com tijolos cerâmicos convencionais. Também as vigas de embasamento, anteriormente de madeira, foram substituídas pelo “moderno” concreto armado. No pavimento principal, infelizmente em decorrência do abandono, quase que o total das antigas paredes de taipa de mão foi reconstruída, porém em alvenaria convencional de tijolo cerâmico. Restou apenas uma única parede de taipa de mão, que pode ser contemplada e analisada como divisória, que para os proprietários é uma parede testemunho de um passado remoto dessa edificação. Também se pode perceber que na reconstrução do madeiramento, da cobertura e do forro atuais, os proprietários procuraram seguir fielmente o padrão encontrado nos resquícios da antiga sede. Interessante observar através da figura 3, além do conjunto de paredes que eram originalmente de taipa de mão, a permanência de um paredão de pedra paralelo à parede do fundo da edificação atual, que foi deixado desarticulado da construção, onde possivelmente havia um forno em um pequeno terraço contíguo à antiga cozinha. Como já comentado há várias razões que possam ter levado os proprietários das duas fazendas a optarem por reformas com as “ditas” técnicas modernas de construção.



Figura 3 a) Detalhe da taipa de mão/pau a pique da Fazenda Rio Claro; b) O que restou da construção quando foi adquirida pelos atuais proprietários (Créditos: Parisi, 2015; Barreto, 2004)

4 MECANISMOS PARA CONSCIENTIZAÇÃO E PRESERVAÇÃO

Diante do estudo realizado pelo presente trabalho, surgiu um importante questionamento: como incentivar mecanismos para conscientização e preservação? O que fazer para que o legado herdado dos colonizadores portugueses possa ser conhecido e valorizado como elemento constituinte do patrimônio cultural, seja local, regional, estadual ou nacional? Desta forma, buscaram-se referências de trabalhos ou experiências onde a questão da preservação e da valorização do patrimônio construído, em especial do patrimônio vernáculo, com o emprego da terra possa servir de exemplo para ações locais que envolvam tanto a conscientização quanto a preservação.

Com muita clareza, Rodrigues (2008, p.9), comenta:

a visão de que as comunidades devem conservar os objetos e monumentos históricos, tem sido tradicionalmente aceita e respeitada, sem que se examine, com maior profundidade, suas razões. A ausência desse aprofundamento decorre da carência de mecanismos que possibilitem uma interação maior entre as comunidades e os órgãos de proteção. Outro segmento que merece igual atenção é o dos conservadores, profissionais que atuam na área de preservação patrimonial, que muito poderiam contribuir para ampliar o diálogo entre as comunidades e as instituições, considerando-se sua participação em todo o processo de restauro. Através dessa aproximação será possível perceber, com maior nitidez, os valores atribuídos pela população ao patrimônio material e imaterial de sua localidade e, ao mesmo tempo, estabelecer uma discussão em que esses valores, somados a outras informações de caráter científico, histórico, estético, conceitual, técnico, etc., proporcionem trocas e permitam conclusões que possam servir como referência para a formulação e a execução de novas propostas de atuação.

No caso das duas casas-grandes analisadas, verifica-se de forma clara que no que concerne à Tubaca há sim por parte dos proprietários uma consciência da importância da fazenda e de sua sede para a história do município. No entanto, parece que não perceberam ainda que a conservação poderia e pode ser realizada com as técnicas de construção originais. Tal questão pode ser explicada por alguns fatores: a ausência de profissionais que conheçam e atuem como conservadores ou restauradores de obras de terra, o desconhecimento de que o emprego das técnicas de construção originais pode colaborar para a manutenção e para o prolongamento da “vida” da edificação.

No que diz respeito à sede da Fazenda Rio Claro, o primeiro fator anteriormente elencado ganha ainda mais peso, quando se observa que a edificação foi toda reconstruída com as denominadas “técnicas modernas”, restando apenas uma parede-testemunho daquilo que no passado fora utilizado. Reforçando a análise de Rodrigues (2008), Marques de Carvalho e outros (2015, p.9) afirmam que

a taipa de mão é uma manifestação dos saberes e técnicas empregadas na construção de edificações residenciais em muitas regiões do país. Conhecer e perpetuar a técnica e o “saber fazer” é uma forma de preservá-la, como parte do patrimônio imaterial ou intangível brasileiro e mundial.

Por essa razão, entende-se que ações possam ser realizadas no sentido de que a comunidade e os proprietários não só dessas edificações, mas também de outros exemplares que ainda resistem às ações do tempo ou dos homens, possam ser desencadeadas, protagonizadas seja por pesquisadores, por técnicos e construtores de obras de terra, com o apoio de instituições de ensino infantil, fundamental e superior, organismos e/ou Conselhos de Patrimônio, assim como de grupos, associações ou entidades do terceiro setor interessadas.

Em termos da região onde o presente trabalho foi realizado, mais especificamente nas cidades de Amparo e Monte Alegre do Sul, distantes respectivamente 163 e 173 km de São José do Rio Pardo, foram encontrados modelos de atuação em prol da conscientização e preservação muito interessantes². Desde 2004, depois do lançamento do livro denominado “Apontamentos para a história de Monte Alegre do Sul” (Lima, 2004) foi fundada, espontaneamente, a “Associação Pró Memória de Monte Alegre do Sul”, com a intenção de promover ações que desencadeassem a preservação de exemplares remanescentes edificados por colonizadores da região italiana do Vêneto e do Trentino, que até 1919 pertecera à Áustria ou, ao menos, a conservação dos mesmos. Tal associação, desde 2008, transformou-se em uma Organização Não-Governamental (ONG) e conseguiu, em 2011, estabelecer um pequeno marco para a localidade, inaugurando um significativo museu denominado “Museu do Projeto Pró-Memória de Monte Alegre do Sul”. Coli (2011), em matéria publicada pelo Centro de História da Arte e Arqueologia, afirma que “o museu é concebido do modo rigoroso e claro”. As técnicas mais diversas, o papel das ordens, os elementos cromáticos, as funções de uso, são ilustrados não apenas por fotos, mas por fragmentos recuperados de edifícios demolidos. O conjunto não apenas informa, mas desperta a consciência pela preservação entre os visitantes, e é um admirável meio didático para as escolas.

Complementando o museu, Lima (2011) publica o volume “Passeios da Memória”. Diferente dos inventários editados pelos órgãos públicos de preservação, que se limita a uma lista seca de bens tombados, o guia analisa, informa e explica, de maneira rigorosa”. Coli (2011, p. 1) também aponta para o fato de que:

até agora tem-se pouca noção do que significa um guia feito com parâmetros científicos. Exemplos como o dos numerosos volumes da Guida del Touring Club, na Itália, mítica e antiga coleção de capa vermelha, verdadeira enciclopédia detalhada de todos os monumentos italianos, obra rigorosa e de referência, ou dos guias publicados pela AIA americana, até agora não encontraram equivalentes no Brasil.

O museu de Monte Alegre incentiva a visita por parte das escolas locais, principalmente de alunos de 9 até 14 anos de idade. Promove também oficinas e expedições “histórico-arqueológicas” pela cidade e zona rural com esses mesmos alunos, com o intuito de que conheçam mais de perto os locais onde houve, no passado, o estabelecimento dos colonizadores e imigrantes. Em tais eventos, produzem-se pequenos exemplares de taipa

² Nos dois casos, a figura do Prof. Dr. Roberto Pastana Teixeira Lima tem função de destaque. Esse profissional, historiador, arquiteto e professor universitário vem, há anos, encabeçando trabalhos didáticos e possivelmente de importante significado para as duas localidades, ainda que em Monte Alegre tenham sido transformados em práticas mais efetivas.

de mão e de taipa de pilão, que estiveram presentes nas edificações do local, assim como maquetes com os dois tipos de técnica e pequenas edificações de pedra, muito características da região. Ao mesmo tempo, produzem também desenhos de edificações urbanas ou rurais e, a partir desses, xilogravuras que acabam transformando-se em estampas de camisetas e sacolas. Esse conjunto de ações culminou com a publicação de um livro paradidático, utilizado nas escolas públicas da rede municipal de ensino, publicado por uma editora denominada Noovha América no ano de 2006. Cada escola municipal recebeu vinte exemplares desse livro, cujos elementos da história arquitetônico-urbanística-social local estão presentes em atividades de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Artes. Dessa forma, acredita-se que, tanto o aprimoramento do olhar, da conscientização e da memória tornam-se mais presentes na vida e na atuação futura dessas crianças e adolescentes. Certamente esse é um caminho interessante que poderá inspirar mudanças de atitudes e práticas efetivas para a conscientização, preservação e conservação daquilo que restou do patrimônio edificado em terra em São José do Rio Pardo e, por que não, para outros municípios da região.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em conta a velocidade em que se deu o impulso ao desenvolvimento tecnológico no mundo contemporâneo, que fez com que, de certa forma, muitos esquecessem o passado, seus valores, suas raízes e suas significativas lições, há que se empreenderem novas formas de conscientizar, de conservar e de preservar.

Verifica-se que, nesse mundo em que a sociedade está praticamente toda conectada em rede, configurando-a com artifícios antes desconhecidos e não utilizados, necessitam-se criar relações de cooperação e interdependência para se sobreviver.

Em alguma medida, essa é a lição que a reflexão sobre o resgate das técnicas tradicionais e vernáculas pode deixar: torna-se fundamental e necessário o conhecimento, primeiramente das técnicas e, em seguida, das formas de aplicá-las, de ensinar ou de incentivar suas aplicações de maneira correta. Deve-se, contudo, deixar claro que essas técnicas necessitam, para sua materialização, da garantia de que haja cooperação e interdependência entre os “atores” envolvidos durante os vários processos: de reconhecimento e de resgate das formas de construir vernáculas ou tradicionais, que fazem parte do legado deixado pelos colonizadores portugueses e mineiros, de conscientização e disseminação dessas histórias e técnicas dentre os membros das comunidades, de ensinamentos, acompanhamento de técnicos experientes para a supervisão e orientações que se fizerem necessárias durante execução das obras em que houve o emprego da terra, sejam de restauração, reconstrução ou manutenção.

Por isso mesmo e mais do que nunca, a estratégia para o envolvimento das comunidades deve ser instigada de formas diversas: sejam em oficinas de aprendizado e sensibilização, para a compreensão das técnicas de construção presentes em cada obra, sejam em atividades lúdicas de desenho e apreensão do significado dos exemplares remanescentes nas cidades ou em seus diversos sítios e fazendas, seja no “descobrimento” da história local através dos livros paradidáticos, a exemplo do que tem sido realizado em Monte Alegre do Sul, ou através do apoio midiático de jogos, vídeos, programas desenvolvidos especificamente para esse fim, por meio de linguagens virtuais, instigando novas formas de percepção e aprendizado.

Como bem lembra Correia (2006, p.18)

o equilíbrio na construção com terra entre o passado e o presente, entre a história e a arquitetura e entre a arqueologia e engenharia, entre o patrimônio tangível e o intangível, possibilita uma interação essencial no processo de desenvolvimento do conhecimento cultural. Assim sendo, a preservação do patrimônio natural e cultural é um contributo fundamental para a preservação da diversidade e singularidade humanas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benincasa, V. (2003). Velhas fazendas. Arquitetura e cotidiano nos campos de Araraquara. 1830-1930. São Paulo e São Carlos: Imprensa Oficial SP e EdUFSCAR,
- Bruno, E. S. (1977). O equipamento da casa bandeirista. São Paulo: Departamento de Patrimônio Histórico, Prefeitura Municipal de São Paulo
- Coli, J. (2011). Museu do Projeto Pró-Memória em Monte Alegre do Sul. Centro de História da Arte e Arqueologia. Disponível em: <http://www.unicamp.br/chaa/robertopastana.php> . Acesso em 16/06/2016.
- Correia, M. (2006). Universalidade e diversidade da arquitetura de terra. Em: 10ª Mesa Redonda de Primavera- Terra: Forma de Construir. Arquitetura. Antropologia. Arqueologia, p. 12-19. Porto: Editora Argumentum; Universidade do Porto; Escola Superior Gallaecia de Ensino Universitário
- Lemos, C. A. C (1999). Casa paulista. São Paulo: EDUSP
- Lemos, C. A. C (1980). História da casa brasileira. São Paulo: Contexto, p. 10.
- Lima, R. P. T (2011). Monte Alegre do Sul-Passeios pela memória, São Paulo: Editora Foca
- Lima, R. P. T (2004). Apontamentos para a história de Monte Alegre do Sul, São Paulo: São Paulo: Editora Foca, 153 páginas.
- Marques de Carvalho, R; Miranda, C. S.; Souza, J. A. S.; Macêdo, A. N.; Bessa, B. T. (2015). A preservação do “saber fazer”. A taipa de mão do “Canto do Sabiá”. Arqtextos 179.06.Patrimônio. Ano 15. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/15.179/5533> Acesso em 17/6/2016
- Menechino, L. A. P. (1979). Sede da fazenda Tubaca: Análise do conforto térmico. Trabalho apresentado para a conclusão da Disciplina de Conforto Térmico do Curso de Pós-Graduação em Arquitetura do Instituto de Arquitetura da Universidade de São Paulo, Campus São Carlos. São Carlos
- Nobre, E. D. R. (2001). Capitão Vicente e seus descendentes. São José do Rio Pardo: Edição do Autor
- Reis Filho, N. G. (1983). Quadro da arquitetura no Brasil. São Paulo: Editora Perspectiva
- Rodrigues, R. (2008). Caderno de conservação preventiva e preservação arquitetônica. Inventário das fazendas do Vale do Paraíba Fluminense. Rio de Janeiro: Instituto Cultural Cidade Viva: Disponível em: http://www.institutocidadeviva.org.br/inventarios/?page_id=5 Acesso em 25/05/2016.
- Saia, L.(1972). Morada paulista. São Paulo: Perspectiva
- Trevisan, A. F. (1963). Capela de São José do Rio Pardo. Livro de Atas das Reuniões dos Fundadores 1865/1874. Vargem Grande do Sul: Tatoni & CIA.
- Trinca Filho, L. (2015). São José dentro de São José. Artigo publicado em jornal “Cidade Livre” em 21 de janeiro de 2015. Disponível em <http://cidadelivredoriopardo.com.br/materia/172/2/S%C3%A3o-Jos%C3%A9-antes-de-S%C3%A3o-Jos%C3%A9.htm>. Acesso em 20/06/2016.
- Vasconcellos, S.(1979). Arquitetura no Brasil. Sistemas construtivos. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da UFMG

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos proprietários das Fazendas Tubaca e Rio Claro, que muito contribuíram, não só possibilitando as visitas realizadas, assim como disponibilizando fotografias, fornecendo informações e referências bibliográficas que foram fundamentais para o trabalho desenvolvido. Também agradecem a significativa colaboração do Prof. Dr. Roberto Pastana Teixeira Lima e da Sra. Cândida Truzzi, responsável pela administração do Museu da Associação Pró-Memória de Monte Alegre do Sul. Agradecem ainda os Arquitetos Luís Antônio Parreiras Menechino e Thales Marin por suas relevantes contribuições durante o trabalho. Por último, agradecem ao apoio da PUC-Minas, campus Poços de Caldas, em especial das Coordenações de Pesquisa e de Extensão, além do Colegiado do Curso de Arquitetura e Urbanismo.

AUTORES

Rosana Soares Bertocco Parisi, Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental, Mestre em História da Cidade e do Urbanismo, Arquiteta e Urbanista, Membro das Redes Proterra e TerraBrasil, Professora Adjunta IV e Coordenadora de Pesquisa do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Ciências Sociais, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Minas, campus de Poços de Caldas, MG

Aline Prado Costa, Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Minas, campus de Poços de Caldas, Voluntária do Projeto FIP 10364-1S “Digitalização de acervos de jornais antigos de Poços de Caldas e região: história, memória e fatos urbanos revisitados”, membro do Grupo de Pesquisa Estudos Alternativos para o Ambiente Sustentável, do Curso de Arquitetura e Urbanismo.

Fabício de Souza Rodrigues, Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Minas, campus de Poços de Caldas, Voluntário do Projeto FIP 10364-1S “ Digitalização de acervos de jornais antigos de Poços de Caldas e região: história, memória e fatos urbanos revisitados”, membro do Grupo de Pesquisa Estudos Alternativos para o Ambiente Sustentável, do Curso de Arquitetura e Urbanismo.

Gustavo Fardin Broglio, Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Minas, campus de Poços de Caldas, Bolsista do Projeto FIP 10364-1S “Digitalização de acervos de jornais antigos de Poços de Caldas e região: história, memória e fatos urbanos revisitados”, membro do Grupo de Pesquisa Estudos Alternativos para o Ambiente Sustentável, do Curso de Arquitetura e Urbanismo.

Pedro Buscariolli Rogatto, Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Minas, campus de Poços de Caldas, Voluntário do Projeto FIP 10364-1S “Digitalização de acervos de jornais antigos de Poços de Caldas e região: história, memória e fatos urbanos revisitados”, membro do Grupo de Pesquisa Estudos Alternativos para o Ambiente Sustentável, do Curso de Arquitetura e Urbanismo.



LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN GUATEMALA, PATRIMONIO CULTURAL DE LA NACIÓN

Javier Quiñónez Guzmán¹; Francisco Javier Quiñónez de la Cruz²; Edgar Virgilio Ayala Zapata³

¹Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, javierquinonez@gmail.com

Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, ²javierquinonez@yahoo.es; ³virgilioayala@yahoo.com

Palabras clave: construcción con tierra, patrimonio cultural, construcción en Guatemala, patrimonio tangible e intangible, conservación del patrimonio

Resumen

El presente artículo evidencia el valor tangible e intangible de la construcción con tierra en Guatemala, relacionándola con la legislación nacional en el tema de patrimonio cultural. Para validar esta postura, se seleccionan algunos ejemplos representativos de las diferentes épocas constructivas en la historia de Guatemala cuyo material base de construcción es la tierra; se describen brevemente, se relacionan con su contexto de creación y junto al análisis legal mencionado, se concluye en la pertinencia como patrimonio cultural de la Nación. Como resultado del breve análisis y las conclusiones planteadas, se visibiliza el valor de la construcción con tierra, la cual se ha venido transmitiendo de generación en generación hasta la época actual, incluyendo las influencias extranjeras en los diferentes momentos de la historia. El documento será parte del expediente que servirá de base para solicitar ante la Dirección General de Patrimonio Cultural y Natural de Guatemala, la declaratoria oficial de la construcción con tierra como Patrimonio Cultural tangible e intangible de la Nación.

1 INTRODUCCIÓN

La construcción con tierra en Guatemala ha estado presente a lo largo de la historia de la ocupación humana en el país. Ha sido el único material que ha tenido presencia en todas las épocas constructivas, desde los primeros habitantes de la región hasta la época actual. La división entre estas épocas la han marcado algunos acontecimientos político administrativos, la invasión extranjera y los eventos naturales más significativos que se han producido en el país a lo largo de su historia.

Guatemala ha tenido tres grandes períodos en relación a sus condicionantes de dominación política: la época prehispánica (anterior a 1524); la época colonial (entre 1524 y 1821) y la época republicana (desde 1847 hasta la fecha). Sin embargo, por los sismos y eventos naturales a los que se ha visto expuesta, también es posible subdividirla en función de los años en que se han dado los sucesos naturales más significativos en todo el país: en 1543 el deslave ocurrido en el Volcán de Agua (traslado de la ciudad capital desde el Valle de Almolonga hacia el valle de Panchoy; es decir, desde Ciudad Vieja hacia La Antigua Guatemala), en 1773-1777 los terremotos de Santa Marta (traslado de la ciudad capital desde el Valle de Panchoy hacia el Valle de la Ermita; es decir, desde La Antigua Guatemala hacia la Nueva Guatemala de la Asunción), en 1917-1918 los terremotos que destruyeron la ciudad capital; y en 1976 el otro gran terremoto que dañó principalmente la franja central del país.

Tanto los acontecimientos de dominación política como los eventos naturales han provocado un cambio en los materiales de construcción y la tipología constructiva, y principalmente en el último siglo por el acelerado apareamiento de materiales contemporáneos. Sin embargo, la tierra ha estado presente en cada una de las etapas mencionadas, y ha sobrevivido no solamente a los cambios político administrativos, sino también a aquellos eventos naturales a los que se ha visto expuesta. La transmisión del conocimiento en el uso del material se ha

mantenido principalmente en el área rural, a pesar de los rápidos cambios que han presentado los materiales contemporáneos y los fenómenos socio –culturales de los pobladores en ésta área (dentro de ellos, la migración hacia Estados Unidos y el envío de remesas que ha producido un fuerte cambio en la forma de construir en el interior de la República, dando paso a la “arquitectura de remesas”).

Si se realiza un rápido análisis de la legislación nacional en el tema de patrimonio cultural y se toman en cuenta las calidades intrínsecas y extrínsecas de la construcción con tierra, es posible incluir dentro del patrimonio cultural de Guatemala, al uso del material tierra en sus diferentes sistemas constructivos dentro de esta clasificación. Pudiera interpretarse que “por ministerio de ley” está incluida, pero se hace necesario la declaración oficial para darle la validez que tiene y visibilizar su importancia para la inclusión dentro de las prácticas constructivas profesionales, fomentando más la investigación y la participación de la comunidad de arquitectura e ingeniería en el tema (principalmente en función de conservarla y preservarla); lo cual hasta el momento se ha dado de manera voluntaria y contra corriente por parte de algunos profesionales de estas áreas.

Este artículo evidencia con ejemplos de cada una de las épocas, la importancia que ha tenido la tierra como material de construcción para Guatemala, llenando las calidades para que la construcción con tierra sea declarada oficialmente como Patrimonio Cultural Tangible e Intangible de la Nación. El documento se desarrolla bajo un orden cronológico para lo cual se explican los diferentes momentos en la historia del país, ubicando a los objetos arquitectónicos seleccionados en el contexto de su creación, describiendo su tipología constructiva y evidenciando gráficamente su existencia y estado actual de conservación.

2 BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN GUATEMALA

Guatemala ha tenido tres momentos importantes que se derivan de los cambios en su administración política: la época prehispánica (desde las primeras ocupaciones humanas hasta 1524), la época colonial (de 1524 hasta 1821) y la época republicana (de 1847 hasta la fecha). Es necesario hacer la aclaración que entre el año de 1821 en que se proclama la Independencia de España hasta el año 1847 (año en que Rafael Carrera¹ declara como República a Guatemala), existió una administración política conocida como Federación Centro Americana, con jefes de Estado en cada una de las principales regiones. Sin embargo, no presenta mucha importancia para el tema constructivo por ser un período corto en la historia del país.

La Ciudad de Guatemala fue fundada en 1524 en el sitio de Iximché (árbol de maíz), capital de los Kaqchiqueles; y ha sido trasladada tres veces de lugar (dos de ellas debido a eventos naturales): en 1527 hacia el Valle de Almolonga (Ciudad Vieja), en 1543 al Valle de Panchoy (La Antigua Guatemala), y en 1777 al Valle de la Ermita o Valle de Las Vacas (La Nueva Guatemala de la Asunción). En el año de 1543, un deslave provocado por las fuertes lluvias de la época fue el principal motivo para el traslado de la ciudad; y en 1777 debido a los terremotos de Santa Marta también causó el cambio de lugar de la ciudad. Ya dentro del actual valle donde se encuentra la ciudad, se han sufrido al menos dos terremotos de magnitud considerable que han provocado cambios en la técnica constructiva, en los materiales, y en el comportamiento de las personas en relación a la construcción: uno en los años 1917-18 y otro en el año de 1976.

Para efectos de ilustración de estos períodos se incluye la Figura 1, con el fin de tener una gráfica de secuencia cronológica que contextualice los eventos citados.

Para efectos de este artículo, se combinarán los diferentes momentos para ilustrar con mayor propiedad, los ejemplos constructivos analizados.

¹ Presidente de Guatemala en el período comprendido entre los años de 1844 a 1848; y en el período comprendido entre los años de 1851 a 1865. Fue nombrado en 1854 presidente vitalicio. Reconocido por su relación positiva con la Iglesia Católica principalmente en temas de educación.

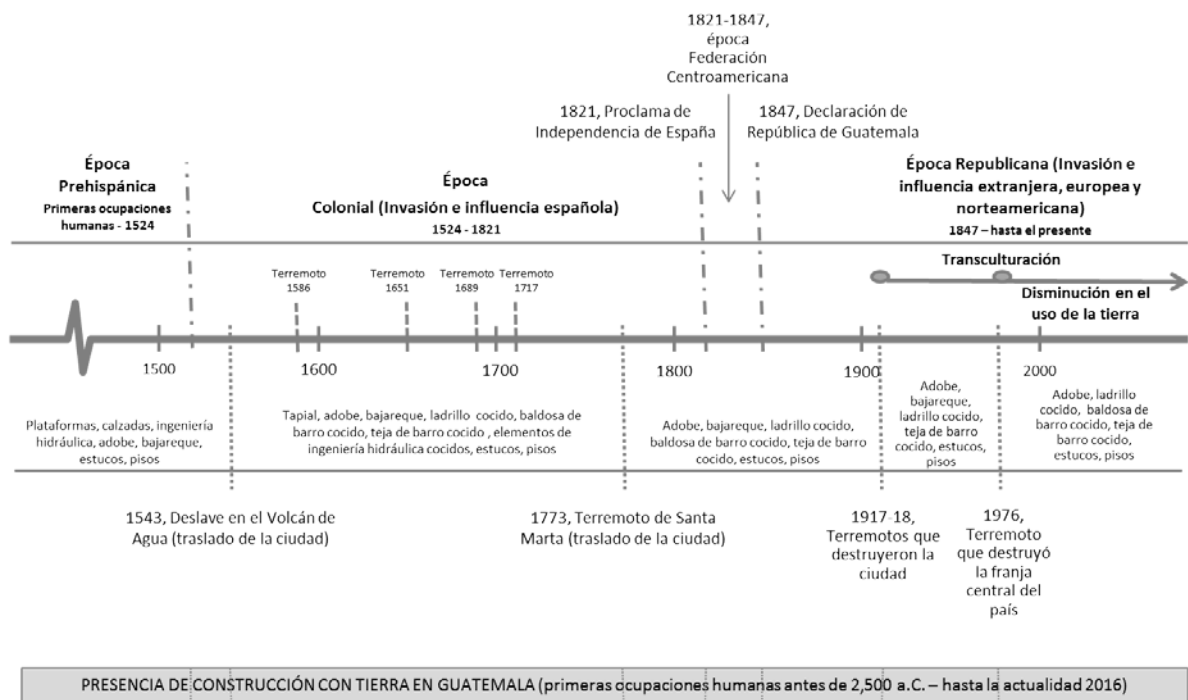


Figura 1. Secuencia cronológica de los acontecimientos políticos y eventos naturales más importantes en la historia de Guatemala, 2016

2.1 Época anterior a 1524

Para la época anterior a 1524, conocida mejor en la historia del país como época prehispánica (período preclásico, clásico y postclásico de ocupación Maya), se eligieron dos casos de estudio: el sitio arqueológico de Kaminal Juyú y el “Montículo de la Culebra”. Aunque también merece mención especial el sitio arqueológico de Takalik Abaj al Sur Occidente del país, el cual se encuentra en la lista indicativa para ser considerado Patrimonio de la Humanidad, y que también presenta construcción con tierra.

Kaminal Juyú (Cerro de los Muertos) está localizada en el Valle Central de Guatemala, donde actualmente se encuentra asentada La Nueva Guatemala de la Asunción. Los últimos informes anuales han confirmado que el material predominante para la arquitectura construida desde el Período Preclásico Maya, ha sido la tierra (Figura 2). Además, se ha encontrado evidencia de la utilización del fuego sobre la arquitectura para la cocción de la tierra en función de alargar la permanencia de la misma.

Al respecto se cita a Arroyo (2015a, p.663)

Las intervenciones de conservación han permitido confirmar la acción de fuego sobre los edificios para su durabilidad. Asimismo, los gruesos rellenos con arena volcánica hicieron que los mismos se convirtieran en elementos de protección de los edificios debido a su propiedad impermeable

El informe de la temporada de investigación 2014 del Sitio Arqueológico de Kaminal Juyú, hace referencia a tres proyectos de investigación anteriores que evidencian que el material de construcción predominante era la tierra: Charles Cheek en 1970, el Museo de Tabaco y Sal entre 1991 y 1994; y Stephen Houston en la década del 2000. Se extrae el texto del informe donde relaciona las tres investigaciones en el escrito de Rojas (2014, p. 363):

...Los materiales y técnicas constructivas implicaban una relación con Teotihuacan, ya que ambas ciudades utilizaron materiales de origen volcánico como es el talpetate y piedra pómez. En lo que respecta a las técnicas se pudo identificar que la última fase constructiva de cada edificio fue recubierto por una especie de concreto que consistía en barro mezclado con piedra volcánica.



Figura 2. Tipología arquitectónica utilizada en el sitio arqueológico de Kaminaljuyú, 2016.

El Montículo de la Culebra es una obra de ingeniería hidráulica que abastecía de agua la zona del Valle Central en la época prehispánica. En la época colonial sirvió de base para la construcción del Acueducto de Pinula (Figura 3). Se evidencian dos momentos constructivos importantes en la historia del país en un mismo objeto: el uso de tierra para el traslado y abastecimiento de agua, y luego el uso de ladrillos de barro cocido para el mismo fin.



Figura 3. El Montículo de la Culebra y el Acueducto de Pinula, 2016

Es evidente el uso de la tierra como material de construcción en los ejemplos citados; sin embargo, también se pueden encontrar evidencias de la utilización de otras técnicas de tierra en este período: bajareque, movimiento de tierra para la generación de plataformas, calzadas y ciudades como parte fundamental del proceso constructivo, pisos y la utilización de estucos como aplicación plástica de la arquitectura. “La arquitectura de Kaminal Juyú, consistente en plataformas de barro con estructuras de bajareque o palapas en la parte superior” (Arroyo, 2015b, p. 52).

2.2 Época colonial y Federación Centroamericana (1524 – 1847)

Esta época se conoce por la invasión y fuerte influencia española en los procesos constructivos. Se presenta evidencia del uso de tapial, adobe, bajareque, ladrillo cocido,

baldosa de barro, teja de barro cocido, ingeniería hidráulica con elementos de tierra cocidos, estucos, pisos y el predominio del conocimiento aplicado de los españoles fusionado con la mano de obra local. Este período fue interrumpido en dos ocasiones según los acontecimientos mencionados anteriormente: el deslave de 1543 y el terremoto de Santa Marta en 1773; además de los tres traslados de la ciudad: en 1527, 1543 y 1777; y la proclama de Independencia de España en 1821.

La descripción de la arquitectura colonial antiguëña es bien abordada por Verle (1968, p. 21-31), con utilización de tierra, piedra y calicanto como principales materiales, sin embargo, especial mención sugiere la utilización del tapial, adobe y bajareque como sistemas constructivos en la arquitectura militar, civil, religiosa y principalmente habitacional, en los primeros años de vida colonial. En la arquitectura monumental, debido a los constantes terremotos que azotaban la ciudad, hubo migración del sistema tradicional de tierra a la utilización de bloques masivos de piedra, calicanto y ladrillo de barro cocido; pero es notoria la continuidad en el uso de la tierra en las tipologías arquitectónicas de menores dimensiones. De esa cuenta, múltiples son los ejemplos constructivos donde aún se puede apreciar el uso de la tierra dentro de las distintas tipologías arquitectónicas empleadas en esta época.

Reforzando este tema se cita a Ceballos (2003, p.16)

...el adobe se utilizó también en los sistemas constructivos de las construcciones religiosas, civiles y militares de los conquistadores españoles. Que en un 60% permanecen como parte del Patrimonio Cultural de la Nación en lugares como la Antigua Guatemala, La Nueva Guatemala de la Asunción, Totonicapán, Quetzaltenango, Comalapa, Chiquimula, Chichicastenango y otros. Con la dominación española, se dio una transculturización y aporte de los indígenas que subsisten todavía en muchos lugares del país.



Figura 4. Sistemas constructivos utilizados en la época colonial, principalmente en La Antigua Guatemala y otros centros históricos del país, 2016

Aún se pueden observar construcciones que son testigo de esa época colonial. Es común observar en La Antigua Guatemala o en el Altiplano Nor Occidental del país la utilización del adobe o la mezcla de materiales y sistemas constructivos en la arquitectura, donde se encuentra presente la tierra (Ver Figura 4).

2.3 Época republicana (1847- hasta el presente 2016)

Para la época republicana se presenta una influencia de nuevos materiales y sistemas constructivos llevados a Guatemala por europeos y norteamericanos, influenciados por la

producción agroindustrial del siglo XIX en Latinoamérica, siendo la producción de café, azúcar y banano las sobresalientes en Guatemala. Los centros urbanos del país se empiezan a poblar debido al crecimiento en la producción y exportación de cultivos; se genera una arquitectura utilizando el ladrillo cocido como principal componente constructivo; sin embargo, en las áreas rurales siguió predominando la construcción con tierra, principalmente el adobe y el bajareque. Ejemplo de estos centros urbanos lo constituyen los cuatro centros históricos declarados oficialmente en Guatemala: centro histórico de la Ciudad de Guatemala, centro histórico de Quetzaltenango, centro histórico de Retalhuleu y centro histórico de la Isla de Flores; dentro de ellos aún se encuentran ejemplos en el uso de la tierra y la tierra cocida como sistemas constructivos (Ver Figuras 5 y 6).

El hierro y el cemento ingresan al país a finales del siglo XIX y principios del siglo XX y junto con los terremotos de 1917-18, se vive otro cambio en la proyectación arquitectónica de los centros urbanos. El concreto gana su espacio y para mediados del siglo XX ya era una práctica constructiva estable en los principales poblados del país.

Pero es en definitiva, el terremoto de 1976 el que marca un límite tangible en la utilización de la tierra como principal material en la construcción. A partir de este evento natural, las personas del interior incrementan la inmigración a la capital, provocando los asentamientos en las áreas periféricas con construcción informal y construcción de block de baja calidad técnica; perdiendo confianza el sistema constructivo a base de tierra. Se nota una disminución en las estadísticas de construcción con tierra, aunque persiste principalmente en algunas áreas del interior de la República.

Nuevamente se cita a Ceballos (2003, p.16)

A pesar que la independencia, la República, la industrialización y la era moderna, caracterizadas por la ejecución de proyectos de gran envergadura en donde se hizo notorio el uso de materiales modernos e industrializados, no lograron desplazar al adobe, ya que se siguió utilizando sobre todo en el área rural, en la costa y la tierras áridas, como parte de la arquitectura popular y vernácula.

En este período de tiempo, aún se mantiene la construcción con tierra principalmente en mampuestos de adobe, estucos y pisos, habiendo continuidad también en el uso de baldosa de barro cocido, ladrillo cocido y teja de barro cocido.

Dentro de la rama de conservación y restauración de monumentos, en la actualidad se utiliza la tierra como uno de los principales materiales dentro de los criterios de intervención, principalmente en los monumentos prehispánicos y coloniales.



Figura 5. Construcciones de adobe en las zonas urbanas de Guatemala y Quetzaltenango, 2016



Figura 6. Construcciones de tierra que actualmente se encuentran en las zonas rurales de los Departamentos de El Quiché, Baja Verapaz y Jutiapa, 2012

2.4 Análisis legal

Para el análisis legal, con la intención de visualizar la inclusión de la construcción con tierra dentro del patrimonio tangible e intangible, se cita la Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación (2015), en su artículo dos:

Forman el patrimonio cultural de la nación los bienes e instituciones que por ministerio de ley o por declaratoria de autoridad lo integren y constituyan bienes muebles o inmuebles, públicos y privados, relativos a la paleontología, arqueología, historia, antropología, arte, ciencia y tecnología, y la cultura en general, incluido el patrimonio intangible, que coadyuven al fortalecimiento de la identidad nacional

Según esta misma ley; para los efectos de esta temática, se consideran patrimonio cultural tangible: la arquitectura y sus elementos; los grupos de elementos o conjuntos arquitectónicos y de arquitectura vernácula; los sitios paleontológicos y arqueológicos y los sitios históricos. Mientras que dentro de la valoración intangible se consideran como patrimonio cultural la tradición oral y artesanal.

Si se continúa analizando el artículo tres de la misma ley, en su párrafo final textualmente dice lo siguiente:

Quedan afectos a la presente ley los bienes culturales a que hace referencia el presente artículo en su numeral uno romano que tengan más de cincuenta años de antigüedad, a partir del momento de su construcción o creación y que representen un valor histórico o artístico, pudiendo incluirse aquellos que no tengan ese número de años, pero que sean de interés relevante para el arte, la historia, la ciencia, la arquitectura, la cultura en general y contribuyan al fortalecimiento de la identidad de los guatemaltecos.

A pesar de la generalidad con que este último párrafo hace referencia a la inclusión de patrimonio cultural y el cuestionamiento de la misma, la construcción con tierra aún siendo incluida dentro de los numerales y literales citadas anteriormente, también pudiera ser incluida bajo este último argumento.

Es evidente entonces, que la construcción con tierra llena las calidades y valoraciones para ser oficialmente declarada como patrimonio cultural tangible e intangible de la Nación; siendo testigo material de las diferentes épocas históricas del país, y también resultado de la transmisión de generación en generación de la técnica constructiva principalmente en los poblados y centros históricos y el área rural del país, así como producto de la tradición y costumbre artesanal con que se ha utilizado.



Figura 7. Ensayos de compresión, tracción diagonal y cortante por adherencia y fricción en mampostería de adobe realizados en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y transferencia de tecnología en el Departamento de Jutiapa, 2005-2011

2.5 Investigación y transferencia de tecnología

Se han realizado algunos esfuerzos de investigación y mejoramiento técnico de la construcción con tierra en Guatemala, no solamente en la composición de materiales y el sistema constructivo más utilizado en el país (el adobe), sino también en cuanto a su protección y prevalencia en el tiempo; tal es el caso de los revestimientos sobre mampostería de adobe (Quiñónez, 2009, p. 237), y aplicación de pisos de tierra (Ayala, Quiñónez, 2014, p. 178). Incluso dentro de estos proyectos de investigación, se ha llevado a cabo la transferencia de la tecnología y la evaluación de la aplicación en el sitio (Ver Figura 7). Sin embargo, la investigación en la mejora de los sistemas constructivos existentes, en la conservación del patrimonio y la aplicación en la arquitectura contemporánea es un tema poco abordado actualmente en las universidades por falta de conocimiento o interés.

3 CONSIDERACIONES FINALES

La posibilidad de seguir incluyendo a la construcción con tierra como una opción es viable y quizás es también necesaria; debido a que la práctica de los sistemas constructivos que la incluyen se sigue dando con estadísticas que han disminuido pero que aún son considerables. Hay que seguir realizando acciones técnicas profesionales para la inclusión de este material dentro de los sistemas constructivos contemporáneos, en la práctica de arquitectura contemporánea, tomando en cuenta los aspectos ingenieriles aplicables al contexto nacional.

Ante la constante amenaza que presenta la utilización de materiales contemporáneos que utilizan los recursos naturales de forma desmedida para su producto final, el material tierra sigue siendo una alternativa para la disminución de estas amenazas. Por las características naturales de Guatemala, su riqueza cultural y su historia constructiva, la tierra debe seguir siendo investigada para evaluar la posibilidad de utilizarla no solamente en la autoconstrucción o la arquitectura vernácula con las mejoras técnicas correspondientes; sino que también es una alternativa en el diseño contemporáneo en la proyección de arquitectura guatemalteca en el presente. De igual forma, aún se conserva variedad de patrimonio cultural que presenta la tierra como principal material de construcción, lo que hace necesario promover acciones de conservación y restauración para prolongar la vida de estos bienes tangibles; así como la técnica de construcción, la cual se ha venido transmitiendo de generación en generación de una forma artesanal y de tradición oral y práctica, lo que la hace inclusiva dentro del patrimonio intangible.

La declaratoria oficial como patrimonio cultural de la Nación es la vía inmediata para evidenciar el valor que representa para el país, evitar la pérdida del uso en la construcción, y fomentar la investigación y participación técnica profesional.

4. CONCLUSIONES

La tierra ha estado presente en todas las épocas constructivas de Guatemala. Ni los acontecimientos políticos, culturales o económicos, ni los eventos naturales, han impedido que la construcción con tierra siga practicándose en el país.

Guatemala ha estado sujeta a invasiones de conocimiento extranjero, materiales contemporáneos y diversidad de sistemas constructivos; esto ha demeritado la utilización de la tierra dentro de las prioridades de vivienda como política de Estado, impidiendo o dificultando la investigación y mejoras técnicas que pudieran surgir por parte de profesionales o del mismo conocimiento ancestral empírico.

Es evidente que la construcción con tierra en Guatemala forma parte del patrimonio cultural tangible e intangible de la Nación; sin embargo, es necesaria la declaratoria oficial en función de su importancia y revalorizarla para que se siga utilizando adecuadamente y se apoye la investigación para las mejoras técnicas correspondientes y la transmisión de tecnología hacia las personas que la necesitan; labor que han realizado algunos profesionales conscientes del valor e importancia del material, a contra corriente por la invasión e influencia extranjera, y falta de conciencia o conocimiento profesional nacional.

A pesar del constante ataque de materiales y sistemas contemporáneos de construcción, Guatemala aún posee ejemplos de arquitectura auténticos y originales que son dignos de preservarse y transmitirse a futuras generaciones, lo que obliga a generar proyectos de conservación de este patrimonio cultural tangible e intangible de la Nación.

La Antigua Guatemala siendo Patrimonio Cultural de la Humanidad posee diversidad de construcciones con tierra que se encuentran vulnerables por la poca importancia que ésta representa para los sectores involucrados. Takalik Abaj (sitio arqueológico prehispánico) se encuentra dentro de la lista indicativa para la declaratoria como patrimonio de la humanidad; este sitio prehispánico posee también ejemplos de construcción con tierra que necesitan de atención para su preservación, y sin una declaración oficial del patrimonio de construcción con tierra, difícilmente se podrá atender dicha necesidad, por no existir la valoración del mismo dentro de la población nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arroyo, B. (2015a). Informe final zona arqueológica kaminaljuyu, temporada 2015. Departamento de monumentos prehispánicos, instituto de antropología e historia. Ministerio de Cultura y Deportes.

Arroyo, B. (2015b). Las primeras culturas de Guatemala, el altiplano central maya, kaminaljuyu y sus vecinos. *Arqueología mexicana*. Vol. 23, n° 134, 50-55.

Ayala, E. V.; Quiñónez, F. J. (2014). Evaluación de pisos de tierra apisonada en Guatemala después de seis años de utilización. En: *Arquitectura de tierra: patrimonio y sustentabilidad en regiones sísmicas*. 14º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT), San Salvador, El Salvador, Centro América.

Ceballos, M. (2003). Segundo curso taller de conservación y restauración de la arquitectura de tierra. Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala.

Ley para la protección del patrimonio cultural de la Nación (2015). Decreto Número 26-97 y sus reformas. Gobierno de Guatemala, Ministerio de Cultura y Deportes, Viceministerio de Patrimonio Cultural y Natural.

Quiñónez, F. J. (2009). Revestimientos utilizados en paredes de construcciones con tierra y su aplicación en viviendas rurales de Guatemala. En: *Hacia las tecnologías apropiadas para viviendas de interés social en Latinoamérica: proyecto CYTED XIV 8 /compilación por Héctor Massuh*. 1ª ed. Córdoba: Asoc. Vivienda. CD-ROM

Rojas, A. (2014). Informe final Zona Arqueológica Kaminaljuyu, temporada 2014. Departamento de Monumentos Prehispánicos, Instituto de Antropología e Historia. Ministerio de Cultura y Deportes.

Verle, A. (1968). *La arquitectura de la Antigua Guatemala (1543-1773)*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala

AUTORES

Javier Quiñónez Guzmán, Doctor en Arquitectura con énfasis en Patrimonio Cultural; Maestro en Restauración de Monumentos con especialidad en Bienes Inmuebles y Centros Históricos, Arquitecto; catedrático del programa de licenciatura y maestría en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Consultor independiente en intervención al patrimonio cultural edificado. Fue director técnico del Instituto de Antropología e Historia y jefe del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Inmuebles del Viceministerio de Patrimonio Cultural y Natural del Ministerio de Cultura y Deportes de Guatemala.

Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, Doctor en Ciencias Técnicas (p.d.), Especialista en Investigación Científica. Ingeniero Civil. Profesor Titular y actualmente Director del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Investigador en el área de materiales para construcción, principalmente en construcciones con tierra, uso de puzolanas naturales de origen volcánico y utilización de desechos agroindustriales para la elaboración de elementos y/o componentes de construcción.

Edgar Virgilio Ayala Zapata, Doctor en Ingeniería Civil y Doctor en Filosofía, con post-doctorado en Ciencias del Conocimiento. Profesor Titular del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Investigador de construcciones con tierra (adobe, bajareque, tapial, revestimientos de tierra); maderas tropicales. Ha tenido participación en eventos académicos en Europa, América Latina, Asia y África.



CONSTRUCCIONES MILITARES EN TIERRA DURANTE EL PROCESO DE EXPANSIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO ARGENTINO (SIGLO XIX)

Guillermo Rolón¹; Ángela Sánchez Negrette²

¹CONICET / CRIATIC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, guillerolon02@gmail.com

² CONICET / Instituto de Investigaciones Geohistóricas, Argentina, asancheznegrette@gmail.com

Palabras clave: Argentina, técnicas constructivas, fuerte y fortines, campañas militares, gestión estatal

Resumen

Desde la colonia y hasta las primeras décadas del período republicano (siglo XIX), el territorio argentino bajo control estatal era sustancialmente más acotado del que actualmente lo define. Los espacios no controlados eran habitados por comunidades aborígenes no siempre dispuestas a ceder el control de sus territorios. Las campañas militares realizadas para avanzar sobre este territorio en cuestión requirieron tener control de las fronteras internas, destinando para ello numerosas construcciones fortificadas. Debido a las limitaciones económicas de la época, para la ejecución de estas construcciones se recurrió casi exclusivamente al empleo de los materiales locales disponibles y al conocimiento sobre construcción de los propios soldados. El objetivo del trabajo fue reconocer las características constructivas de las edificaciones militares, en tierra, que se realizaron en el marco de las campañas militares en los territorios de la Pampa-Patagonia y la región Chaco-formoseña. En este contexto, se recolectó la documentación escrita, gráfica y fotográfica existente que refieren a las construcciones militares en los archivos de: la Biblioteca del Círculo Militar y el Archivo General de la Nación. Asimismo, se analizaron las descripciones arqueológicas realizadas en algunos de los sitios en cuestión. Las construcciones militares en las que se identificó el empleo de alguna de las técnicas de construcción con tierra, y que contaban con una referencia aproximada de ubicación, se mapearon mediante el SIG de Google Earth. Se observó una gestión mixta en la ejecución de las construcciones; por un lado, los ingenieros militares en la formulación de la propuesta general y, por otro, el aporte de los soldados en el conocimiento y empleo de las técnicas de construcción con tierra. Las técnicas empleadas variaron en función de los recursos naturales disponibles en cada territorio ocupado, destacándose el empleo de muros de mampostería de adobe, de *palo a pique*, *quincha* y los techos de paja.

INTRODUCCIÓN

Desde el mismo momento en que la nación argentina alcanzó su independencia del reino de España, la preocupación sobre el control y expansión de la frontera interna adquirió centralidad en la vida política y económica de los gobernantes de la nueva república¹ (Spota, 2009). El mantenimiento de los límites y la dinámica social de frontera fue una problemática heredada de la colonia en la que ya existían vínculos con las poblaciones originarias de América. Estas últimas, de alguna manera, manifestaban su resistencia (no siempre pacífica) a quedar bajo la órbita del dominio de la sociedad occidental.

El espacio de frontera fue, durante todo el siglo XIX, el sector donde se materializaba la relación entre dos sociedades diametralmente opuestas: la occidental, con claras intenciones expansionistas, y la aborígen, habitante original de los territorios americanos. Estas sociedades eran totalmente distintas visto desde sus formas de ocupación,

¹ La frontera interna fue el límite establecido entre los territorios dominados por la sociedad colonial sustraídos a las diversas parcialidades aborígenes y los territorios en que estas sociedades aún habitaban. Al momento de la independencia, el territorio controlado por la Estado argentino era sólo la mitad del que, luego de las campañas de conquista al desierto, adquiriría.

apropiación, control y organización del espacio físico y generaban, por ello, distintos paisajes sobre el territorio. Paisajes evidentemente incompatibles para la visión y el proyecto occidental (Langiano, Merlo, 2013; Lanteri, Pedrotta, 2012). El intercambio comercial, el asentamiento y la convivencia con algunas parcialidades indígenas en los territorios dominados por la sociedad occidental fueron algunas de esas formas de relación entre ambas. El robo de ganado, el incendio de poblaciones, los desplazamientos forzados en la frontera por parte de una y otra sociedad y el enfrentamiento bélico fueron otras (Lanteri, Pedrotta, 2012).

En este contexto hay que recordar que el territorio del naciente Estado argentino presentaba no una, sino dos fronteras internas: al Sur con los territorios aborígenes de la Pampa-Patagonia y al Noreste con las parcialidades étnicas de la región Chaco-formoseña (Figura 1a). Diversos acontecimientos y conflictos bélicos derivaron en una gran movilidad de la frontera entre sendos territorios (Gómez Romero, Spota, 2006). Esta movilidad finalizó entre fines del siglo XIX y el comienzo del siguiente cuando la sociedad occidental decide aniquilar la forma de vida y, prácticamente, la existencia de las diversas parcialidades étnicas en una y otra región.

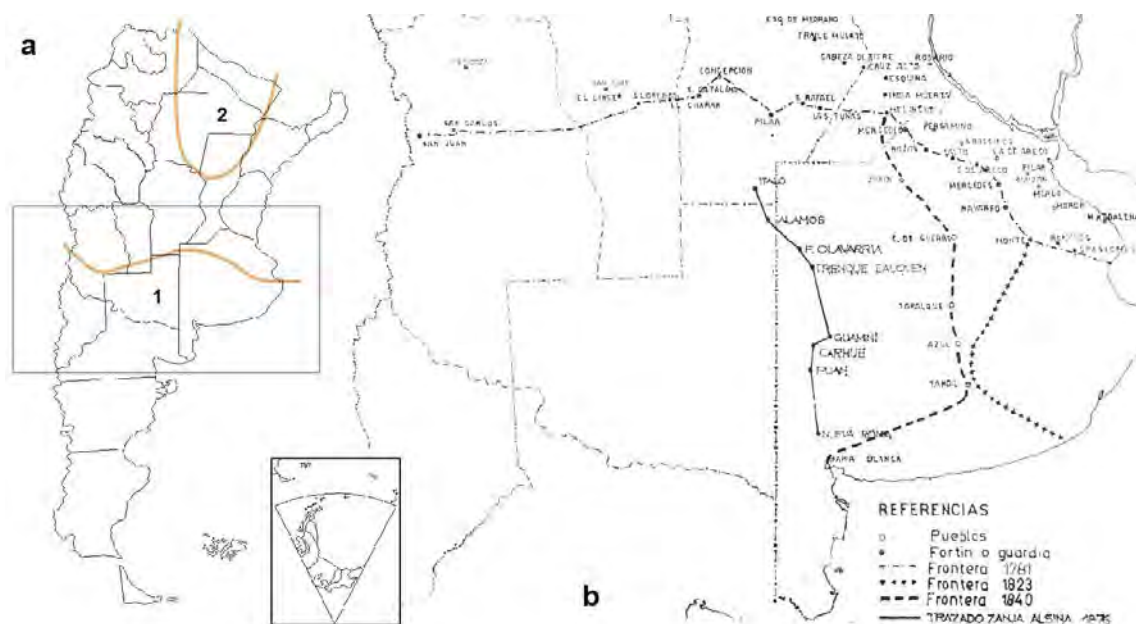


Figura 1. Las fronteras internas durante el inicio del período republicano. a) Trazado estimado al inicio del período en ambas regiones: 1. Región Pampa-Patagonia y 2. Región Chaco-formoseña; b) Esquema de avances de la frontera en la región de Pampa-Patagonia hasta fines del siglo XIX.

Fuente: Martín, De Paula, Gutiérrez, 1976: 97.

Es importante destacar que, además del interés político y de consolidación territorial² que el estado-nación tenía sobre ambas regiones por controlar, existía un interés económico que el modelo agroexportador implementado por las elites liberales necesitaba desarrollar con prontitud y según las características bioclimáticas de cada una, pero fundamentalmente del sector pampeano (Vanni, 2005). Este modelo consistía en la explotación agrícola-ganadera en la región del Sur y la explotación forestal en la región del Noreste (Spota, 2009).

De este modo, resultaba fundamental avanzar sobre los territorios no controlados y habitado por las distintas parcialidades aborígenes. Los fuertes, fortines y zanjas fueron las construcciones militares a las que se recurrió durante el siglo XIX como sostén físico del proceso político de expansión de su frontera interna; al mismo tiempo brindaban, precaria y transitoriamente, seguridad a las poblaciones que iban asentándose simultáneamente en las nuevas áreas controladas. Incluso, durante un breve período, se llevó a cabo la construcción

² Alcanzar el control sobre los territorios en cuestión significó para el Estado argentino duplicar la superficie bajo control y destinarla a incrementar la capacidad de producción agropecuaria.

de un extenso sistema de defensa conocido como Zanja de Alsina que complementó al esquema de puntos de línea que significaba el sistema de fuertes y fortines.

Este mismo modo de expansión sobre el territorio fue el diseñado para el avance en la región Chaco-formoseña, aunque decididamente recién se ejecuta, luego de culminada la de la región de Pampa-Patagonia para 1911 (Rostagno, 1969 [1912]).

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Este estudio, iniciado en 2015, se encuentra en su etapa inicial y consiste en indagar al respecto del uso de las técnicas de construcción con tierra en las construcciones militares edificadas durante la expansión territorial del estado argentino durante el siglo XIX. Esta investigación intenta, adicionalmente, aportar información referenciada, geográfica y temporalmente, de los edificios y técnicas empleadas durante este proceso histórico para el proyecto Atlas Tierra Argentina. Para cumplir el objetivo se buscó establecer la variabilidad de los materiales y de las técnicas empleadas en función de las disponibilidades de recursos en cada uno de los territorios sobre los que se incursionó: la región de la Pampa-Patagonia y la región Chaco-formoseña. Se procedió a establecer las características constructivas de las edificaciones militares que se realizaron en el marco de las campañas militares correspondientes en la medida de la información disponible. Se analizó fundamentalmente la documentación escrita, gráfica y fotográfica disponible que refieren a las construcciones militares en los archivos de: la Biblioteca del Círculo Militar y el Archivo General de la Nación. Asimismo, se analizaron las descripciones en estudios de arqueología histórica realizadas en algunos de los sitios en cuestión. Las construcciones militares en las que se identificó el empleo de alguna de las técnicas de construcción con tierra, y que contaban con una referencia aproximada de ubicación, se mapearon mediante el SIG de Google Earth.

RESULTADOS

Fuertes y fortines

El proceso de expansión general de los límites territoriales se desarrolló sobre la base del emplazamiento de construcciones militares formando cordones defensivos que se denominaron “Líneas de Frontera”. En la región Pampa-Patagonia, el total de la frontera se dividió en secciones geográficas para una mejor organización. Cada una contó con su respectiva comandancia y su respectiva dotación militar. Los elementos principales de estos sistemas defensivos fueron los fuertes, en tanto que los fortines constituyeron unidades auxiliares de apoyo. Los fuertes fueron asentamientos de mayor tamaño e importancia y en torno a ellos se originaron, con el paso del tiempo, poblados y ciudades. Alojaron a guarniciones significativas, de uno o varios regimientos/batallones, así como a población civil (familias de soldados, vivanderos, pulperos, baqueanos, etc.) y grupos de “indios amigos”, que se asentaban en sus inmediaciones. Los fortines fueron construcciones más simples y más abundantes, dependiendo administrativa, logística y militarmente de los fuertes. Estuvieron destinados a formar la línea de avanzada encargada de dar la alerta ante incursiones indígenas (Gómez Romero, Spota, 2006; Raone, 1968, Thill, Puigdomenech, 2003). Su distribución en el territorio, su emplazamiento y su diseño específico fueron responsabilidad de distintos ingenieros militares³ designados por las autoridades nacionales a lo largo del siglo. Ambos tipos de construcciones no se realizaron de una vez, sino por medio de un proceso que se desarrolló a lo largo del siglo XIX y que, incluso, se extendió hasta las primeras décadas del siglo XX en la región Chaco-formoseña (Martín, De Paula, Gutiérrez, 1976).

En referencia al diseño de estas construcciones militares, la bibliografía consultada distingue dos estructuras o sectores: el perímetro defensivo y las construcciones dispuestas en su

³ Entre ellos se puede citar a: García, Holmerg, Parchappe, Crámer, Mancebo, d'Harbourg, Schuster, Melchert, Host, Ebelot, Wisocki, Czet, Pesloüan, Plaza Montero, Zambianqui, Hoffmeister, Bronsted y Seidler (Martín, De Paula, Gutiérrez, 1976).

interior (comandancias, detall⁴, cuarteles, depósitos, viviendas, corrales y potreros, entre las principales construcciones). En los casos que se presentan, la información da cuenta de que ambas partes fueron resueltas mayormente con alguna de las técnicas de construcción con tierra.

La primera línea de avance se empezó a ejecutar en el sector de la Pampa-Patagonia a partir de la década de 1820 desde la provincia de Buenos Aires⁵; en este momento se establecen los fuertes: Independencia (1823), Protectora Argentina (1826), Federación (1828), 25 de Mayo (1828), San Serapio Mártir (1832), Cantón Tapalqué Viejo (1831) y Tapalqué Nuevo (1855). Martín, De Paula y Gutiérrez (1976) señalan que, constructivamente, el perímetro defensivo de estos fuertes consistía en un foso de 3,50 m a 4,00 m de ancho x 2,50 m a 3,00 m de profundidad complementado con un talud reforzado. Los taludes, como en el caso del fuerte de Protectora Argentina, llegaron a tener 4 metros de altura y espesor. Aparentemente, las construcciones interiores de esta serie de fuertes, como señalan estos autores para el caso del fuerte San Serapio Mártir, empleaban estructuras de madera como horcones principales, esquineros, costaneros y cumbreras. Se estima que estas estructuras estaban rellenas o bien recubiertas con barro. Guerci, Mugueta y Rodríguez (2004) sugieren (a partir de entrevistas realizadas a pobladores de Tapalqué y consulta de documentos) que las construcciones interiores del Cantón Tapalqué Viejo (comandancia, la cuadra y la pulpería) fueron realizadas con la técnica de chorizo.

Posterior a esta etapa y hasta la ejecución de la Zanja de Alsina (es decir, un período que abarca desde 1850 a 1875) se presenta una modificación en la estrategia defensiva de la frontera. Esta estrategia consistió en incrementar el número de fortificaciones menores entre los fuertes principales existentes. Esta estrategia fue más intensa en la provincia de Buenos Aires donde se concentraron el mayor número de nuevos fortines realizados. Martín, De Paula y Gutiérrez (1976) señalan que, a causa de esta movilidad en la estrategia de frontera, se implementó un cambio tecnológico en la resolución constructiva de estas edificaciones haciéndolas más reducidas en tamaño y más diversas en su diseño. En un informe reproducido en la Memoria de Guerra y Marina de 1868 (MGM, 1868), el Coronel Antonio López Osornio señala que, el mismo indica que “Los fortines son contruidos de un pasto fuerte envuelto con vara que se les llama *chorizos*, formando estas una masa tan compacta, que es mas fuerte que el material para resistir este fuerte clima, y la prueba la tenemos en varias taperas que hay en esta campaña; que las que han sido de ladrillo están caídas las paredes, y las que son de esta mezcla están las paredes y mojinetes [sin techos] sin caerse” y más adelante agrega “el alojamiento para la tropa está subterráneo y en otros arriba, sin temer el fuego por ser todo de barro y paja hasta los techos...” (MGM, 1868, p. XX). Martín, De Paula y Gutiérrez (1976, p.250) también se menciona el empleo de paredes de estantes y mampostería de adobe. Langiano y Merlo describiendo los restos arqueológicos que se conservan del Fortín La Parva (General Alvear, Provincia de Buenos Aires), indican que se observa aún “...un foso perimetral cuadrangular de 50 m de lado, con un contrafoso completo en el lado sur y oeste de 80 m cada uno. El ancho de los fosos es de 6 m y su profundidad en algunos casos supera los 1,20 m con relación al montículo central.” (2013, p.174)⁶. Los mismos autores, citando el trabajo de Thill y Puigdomenech indican que para 1865 el fortín El Perdido (Olavarría, Provincia de Buenos Aires) era “...circular, elevado sobre un terraplén de 3 varas de altura rodeado por un foso de 5 varas de ancho y 3 varas de profundidad. Tenía un rancho construido de barro amasado con paja para alojar a la dotación” (Thill, Puigdomenech 2003, citado en Langiano, Merlo, 2013:174-

⁴ Fue una oficina destinada a cuestiones administrativas de la división (Leoni et al, 2013).

⁵ Se diseñó a partir de la línea existente y establecida durante el período colonial.

⁶ Sin embargo, una descripción de época (Thill y Puigdomenech, 2003, citado en Langiano y Merlo, 2013, p.174) señala que el fortín La Parva (aparentemente construido en 1858) “...tenía un foso de 200 varas de circunferencia, con una pared de cerca de $\frac{3}{4}$ de vara de altura por 4 varas de boca, y un contrafoso de 190 varas de circunferencia, $1\frac{1}{2}$ varas de boca por $\frac{9}{4}$ de fondo”. El trabajo de zanjeado no se limitaba únicamente a la función defensiva, como señalan Leoni et al (2013), también servían para la delimitación de corrales, potreros y sembrados ante la escasez de alambrado y madera para realizar empalizadas de palo a pique como se empleaba en otras áreas de frontera como en la zona cordillerana y en la región chaco-formoseña.

175). Características similares tenía el Fortín Fe (1876, Huanguelén, Provincia de Buenos Aires) al ser "...circular, con un diámetro de 20 metros, elevado sobre un terraplén de 1,50 metros de altura, con un parapeto de tierra y *césped* de 0,75 metros de alto. Lo rodeaba una zanja de 4 metros de boca y 1,50 metros de profundidad..." (Thill, Puigdomenech, 2003, citado en Langiano, Merlo, 2013, p:175). Contemporáneo a este fortín está el fortín Arroyo Corto del que se menciona que, además de los fosos y la forma circular del perímetro fortificado, se había construido una muralla de mampostería de adobe de dos metros de altura (Langiano, Merlo, 2013: 175). Estas mismas características se señalan para los fortines en la línea de la Frontera Oeste, los cuales eran de diversas formas, pero predominando los circulares y con el perímetro de fortificación resuelto de tierra y *césped* (Leoni et al., 2013).

Leoni y otros (2013:156) comentan que el Fuerte General Paz⁷, la instalación militar más grande y compleja de las que integraban toda la Frontera Oeste, reunía un conjunto de edificios específicos (comandancia, detall, hospital, mayoría, botica, comisaría de guerra) resueltos en mamposterías de ladrillo y adobes, para los cuales se empleó de estos últimos 140.000 unidades. También se ubicaron alrededor de 100 ranchos y carpas para alojar a los integrantes de la tropa y sus respectivas familias. Según consta en la Memoria de Guerra y Marina de 1870 (citado en Leoni et al, 2013:157 estos ranchos estaban contruidos "...en forma de cabaña, de caña de tacuarilla, techos pajizos y de capacidad para 6 soldados". Poco tiempo después, el ingeniero Federico Melchert, tras la visita del fuerte informa que esos ranchos eran de "...paredes de adobe crudo o paja embarrada y techos de caña y paja" (MGM 1873:33, citado en Leoni et al, 2013:157). Estos autores también señalan que "...en el centro del fuerte se hallaba un reducto de tierra en forma de estrella de seis puntas, equipado con cañones y un mangrullo de vigilancia. Todo el conjunto estaba circundado por un foso de 4 m de boca y 3 m de profundidad y un talud de 1 m de altura".

A partir de 1875, Adolfo Alsina modifica la estrategia de frontera en la Pampa-Patagonia al encara la construcción de la famosa zanja fue a complementar la estrategia ya implementada de disposición de línea de fortines. Esta obra significó, por lo tanto, la construcción de una gran cantidad de nuevos fortines, unos emplazados del lado oriental y otros del lado occidental de la zanja. El diseño y la resolución constructiva de estos fortines, aparentemente no difirieron de los precedentes y se distribuyeron a distancia entre sí de una a cuatro leguas. La muerte de Adolfo Alsina en 1877 significó la interrupción de la construcción de la zanja. El ascenso del General Julio A. Roca al Ministerio de Guerra y Marina significó la suspensión de las acciones en curso junto con el establecimiento de una nueva estrategia militar. El objetivo que propuso Roca fue alcanzar el control de todo el territorio comprendido hasta el Río Negro al Norte de la Patagonia en una sola campaña y trasladar la frontera hasta un límite natura⁸. De esta forma, las construcciones militares pasaban a desempeñar un papel secundario en todo este nuevo territorio. Para efectivizar este control se realizaron simultáneamente incursiones militares en 1879 desde Carhué, Puán, Guaminí, Trenque Lauquen, Sarmiento y San Rafael. Al mismo tiempo se logró la ocupación del sector Norte de lo que luego formaría parte de la Provincia de Río Negro y todo el territorio de lo que pasaría a ser la Provincia de Neuquén. En este último territorio sí se realizó una intensa instalación de fuertes, fortines, campamentos, destacamentos y postas entre 1881 y 1884, fundamentalmente a la vera de los ríos que lo atravesaban (Figuras 2 y 3).

Si bien no se consiguió hasta el momento suficientes fuentes escritas⁹ que aporten mayor descripción de las características constructivas de las edificaciones en las construcciones militares de lo que es actualmente la provincia de Neuquén, los documentos fotográficos consultados en el Archivo General de la Nación han permitido suplir esta carencia. A partir

⁷ Este fuerte alojó a la comandancia de los fortines que formaban parte de la Frontera Oeste en la Provincia de Buenos Aires y se construyó entre 1869 y 1871.

⁸ Esta estrategia era semejante a la que se había implementado entre 1779 y 1823 con respecto al Río Salado en la Provincia de Buenos Aires.

⁹ Salvo por el informe de Memoria de Guerra y Marina de 1881.

de estos documentos se puede confirmar el uso de la mampostería de adobe (incluso revocados con mortero de tierra) como lo demuestran las imágenes del fortín Huerinchenque (Figura 3e). La imagen citada aporta otros datos importantes como, por ejemplo, el empleo de taludes de tierra perimetrales con una de empalizadas formando la estructura central del mismo y el empleo de material vegetal para realizar la cubierta de las construcciones.

Otro sitio muy bien registrado fotográficamente es el Campamento de Ñorquín donde se alojó el Regimiento 3 de Caballería en 1881 (Figuras 3f-h). En la serie de esas tres imágenes se puede apreciar que la resolución del perímetro defensivo emplea dos sistemas constructivos diferentes: por un lado un muro mixto integrado por una tapia de aproximadamente 2,00 m de altura y por encima de ella un muro de mampostería de adobe de 6 hiladas (0,60 m de altura aproximadamente); por otro lado una estructura de entramado de ramas armando un zarzo diagonal que luego es embadurnado para formar el muro perimetral¹⁰ (Figura 3g). En la imagen del Fuerte Roca también se observa el empleo de muros de tapia como perímetro defensivo, en este caso de 1,40 m de altura aproximadamente (Figura 2d). Las construcciones interiores parecen haber empleado otras dos técnicas constructivas de tierra: se observan muros aparentemente de mampostería de adobe revocado para uno de los edificios principales y *quincha* para las viviendas de la tropa y su familia (Figura 3h). En ambos casos, las cubiertas son a dos aguas y vuelven a ser de material vegetal como ya ha sido mencionado. En el caso del Fortín Cabo Alarcón se observa el perímetro defensivo resuelto con un cerco de *palo a pique* de aproximadamente 1,60 m de altura (Figura 2a). La construcción cerrada que se observa en la imagen posiblemente esté resuelta con una técnica de entramado que luego fue embarrada. En este caso se observa el uso de una cubierta que podría ser de paja y barro.

Finalmente, para este sector más occidental de la frontera de Pampa-Patagonia se poseen dos imágenes que detallan las características constructivas de las *quinchas* ya señaladas. La primera imagen corresponde a viviendas en construcción de la colonia del Fuerte 1º División o Fuerte General Roca en la que se observa la disposición de armado de la estructura principal del entramado de la *quincha* (Figura 2b). La segunda imagen corresponde a las viviendas del Fortín Hualeupén en la que se aprecia ya el empleo del zarzo de ramas y el embarrado final de esta técnica (Figura 2c)

Con respecto a la construcción del Fuerte General Roca, en el informe Memoria de Guerra y Marina de 1881 se realiza una descripción de las construcciones dentro del mismo. En este informe se detalla que numerosas construcciones eran de *pared embarrada* o, al menos, una parte de ellas. También se menciona la presencia de techos de paja y barro, como ya fue observado en las imágenes para el fortín Cabo Alarcón. Asimismo, se señala el empleo de corrales para la caballada, algunos de madera de sauce y otros de tapia. La tapia fue empleada simultáneamente también en la línea de fronteras de la provincia de Buenos Aires, pero no sólo como corral sino también para alguno de los edificios en el caso del fuerte de Puán (Figura 4a). En este caso el cerco de tapia está ejecutado mediante paños de 0,50 m de altura por 1,00 m de largo aproximadamente, alcanzando una altura de muro de 1 m según lo que se aprecia en la imagen.

En lo que respecta a la información que se obtuvo sobre las construcciones militares de frontera en la región Chaco-formoseña, el panorama es más limitado. Sin embargo, a partir de dos fotografías históricas es posible identificar sistemas constructivos distintos a los mencionados hasta el momento. Por ejemplo, en el caso del fortín Regimiento 12 de caballería (Figura 4b) se observa que los muros del primer edificio (desde la derecha) estarían resuelto con una técnica de entramado, posiblemente un *estanteo*; el segundo edificio, al igual que el cuarto y el quinto, se resuelven con una estructura de *palo a pique* embarrado. Por último, en el caso del tercer edificio (en construcción) se estaría empleando

¹⁰ Aparentemente el empleo de muros entramados de madera fue recurrente en esta región dado que Martín, De Paula y Gutiérrez (1976) mencionan que el cerco perimetral del Fuerte Primera División en el Paso Fotheringham empleaba también un entramado de palo a pique de madera de sauce.

el habitual muro de mamposterías de adobe. Al igual que los muros, la resolución de los techos presentan más de una alternativa. Estos son a dos aguas, con cabreadas de madera y con dos tipos de resolución para las cubiertas: de paja y de troncos ahuecados de palma de Caranday. En el caso del Fortín Yunká, todos los edificios que aparecen en la imagen están resueltos con muros de *palo a pique* embarrados y techos a dos aguas con cubiertas de palma de caranday o de *paja embarrada* (Figura 4c).

Una descripción generalizada de época (Jacques, 1945, citada en Spota, 2009: 95-96) amplía la información al señalar que el perímetro defensivo estaba resuelto en el caso de los fortines de la región Chaco-formoseña, por una empalizada de troncos de quebracho que por delante incluía un foso ancho y profundo. Estos troncos eran hincados en el terreno previa ligera carbonización en su base para evitar que se pudran.

La zanja de Alsina

En 1874, asume Adolfo Alsina como Ministro de Guerra y Marina del gobierno del Presidente Nicolás Avellaneda. Con la intención de realizar un nuevo avance de la frontera de la región de Pampa-Patagonia, Alsina decide complementar la estrategia de instalación de fortines mediante la construcción de un extenso foso de cerca de 610 kilómetros de longitud, distancia que mediaba entre la Cordillera de los Andes y la costa del Océano Atlántico (Vanni, 2005). Para su ejecución, el Estado argentino creó una “Comisión Auxiliar de Trabajos en la Frontera” que se encargó del diseño y dirección de las obras y cuyos responsables fueron los ingenieros Alfredo Ebelot y Jordán Wisocki. Se implementaron dos modelos de gestión para su ejecución: la primera parte, correspondiente al tramo entre Nueva Roma (en el Suroeste de la Provincia de Buenos Aires) y Trenque Lauquen (en el Centro-Oeste), se realizó con mano de obra propia y entre Guaminí y Trenque Lauquen, en especial, por dos regimientos de Guardias Nacionales. Desde Trenque Lauquen hasta Italó (en el sur de Córdoba), mediante una empresa privada. Hasta la fecha de julio de 1877, cuando se paralizan las obras, se llegaron a construir cerca de 375 km de zanja del proyecto original (Figura 1b). A la par de esta extensa obra se construyeron, además, 109 fortines nuevos (Martín, De Paula, Gutiérrez, 1976).

Según el esquema presentado (Figura 5a) por Wysocki en 1877 (Vanni, 2005), la fosa realizada tenía una forma de trapecio invertido con una base mayor (parte superior) de 3 metros de ancho y una base menor (parte inferior) de 1,50 metros. Martín, De Paula y Gutiérrez (1976) señalan que, al mismo tiempo que se excavaba la zanja, la tierra extraída se acumulaba del lado oriental para formar un parapeto de hasta 2 m de altura. Este parapeto estuvo recubierto con “adobes de césped” con el objetivo de evitar su deterioro frene a la lluvia y el viento. Ebelot recomendó, con el mismo objetivo, la conveniencia de plantar acacias blancas y Cina-cina para fijar los terraplenes. Otro aspecto que tuvo que resolverse durante la ejecución fue la característica geológica del terreno. Cuando el fondo era rocoso, no se respetó la profundidad fijada de la fosa, pero se incrementó la altura del talud (Martín, De Paula, Gutiérrez, 1976). Vanni (2005) señala que la obra tenía contemplada también la ejecución de una empalizada en conjunto con el talud, sin embargo, no se encontró información en otras fuentes escritas o fotográficas que confirme si efectivamente se ejecutó.

Si bien la zanja cumplió mínimamente su objetivo, recibió importantes críticas en su momento. Una de estas críticas fue realizada por un cronista de la época, Remigio Lupo, quien explicita parte del sistema constructivo: “...Yo, con el cabo del rebenque, sin esfuerzo alguno, he desmoronado una parte del parapeto. Baste decir que fue construido colocando unos sobre otros los panes de tierra que se sacaban con la pala para construir la zanja...” (Lupo, 1879 citado en Martín, De Paula, Gutiérrez, 1976).

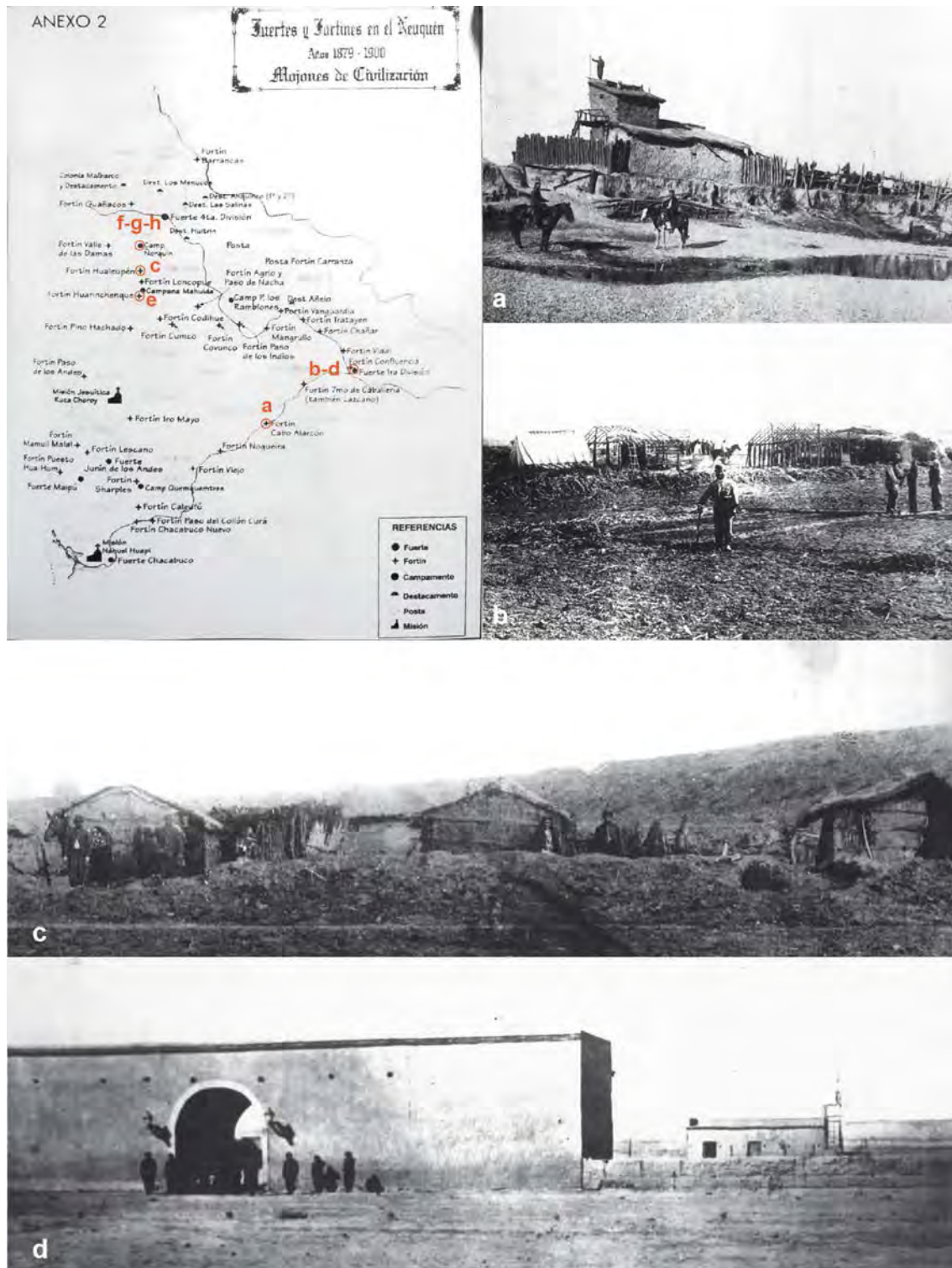


Figura 2. Arriba a la izquierda, mapa de la provincia de Neuquén con la distribución de las instalaciones militares a fines del siglo XIX. Fotografías: a) Fortín Cabo Alarcón, b) viviendas en construcción de la colonia del Fuerte General Roca (provincia de Río Negro), c) Fortín Hualeupén, d) Entrada al Fuerte General Roca. Fuente: Archivo General de la Nación, Dpto. Doc. Fotográficos. Buenos Aires. Argentina.

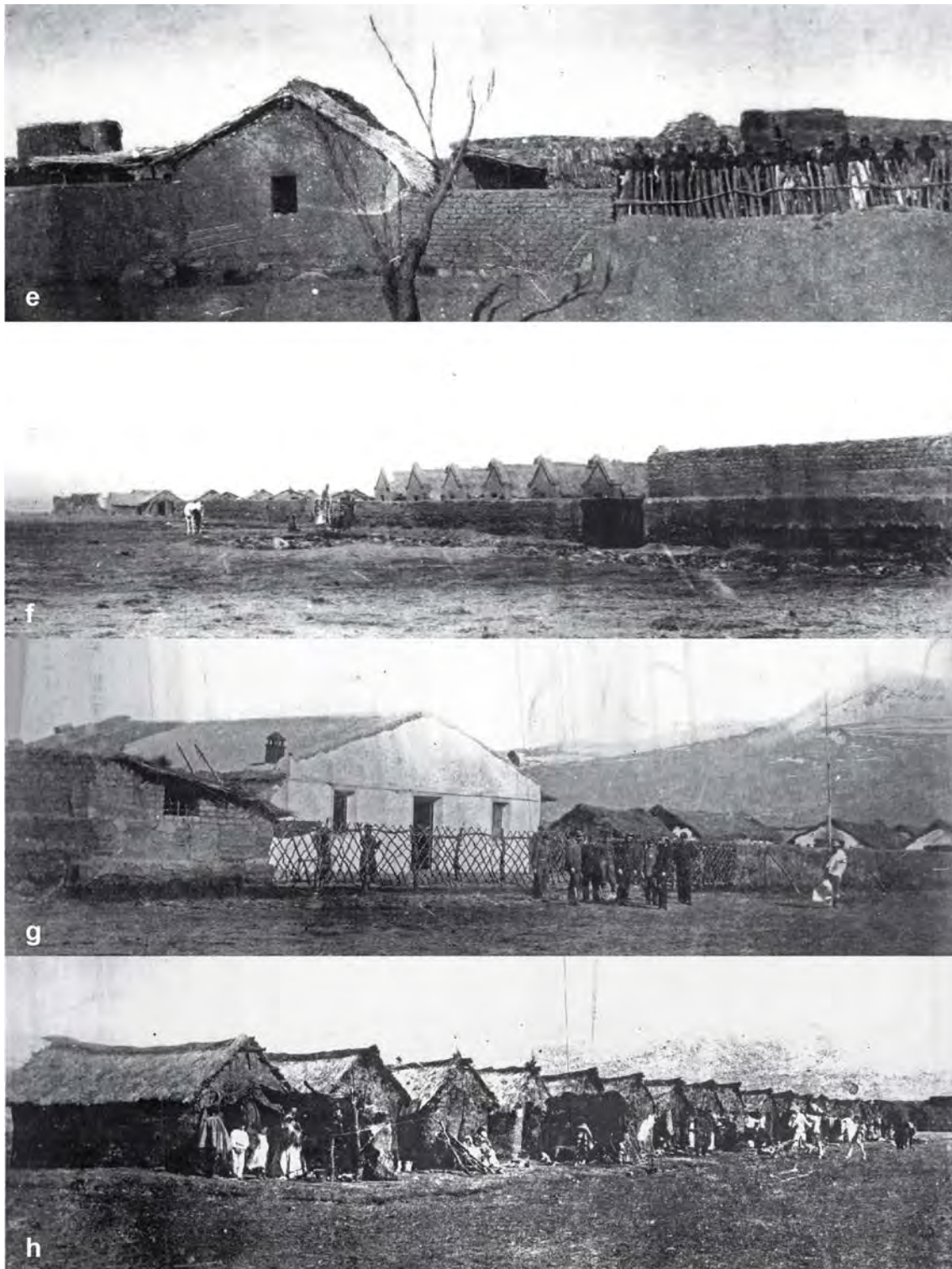


Figura 3. Fortines del Neuquén: e) Fortín Huerinchenque, f-h) Fortín Ñorquín. Fuente: Archivo General de la Nación, Dpto. Doc. Fotográficos. Buenos Aires. Argentina.

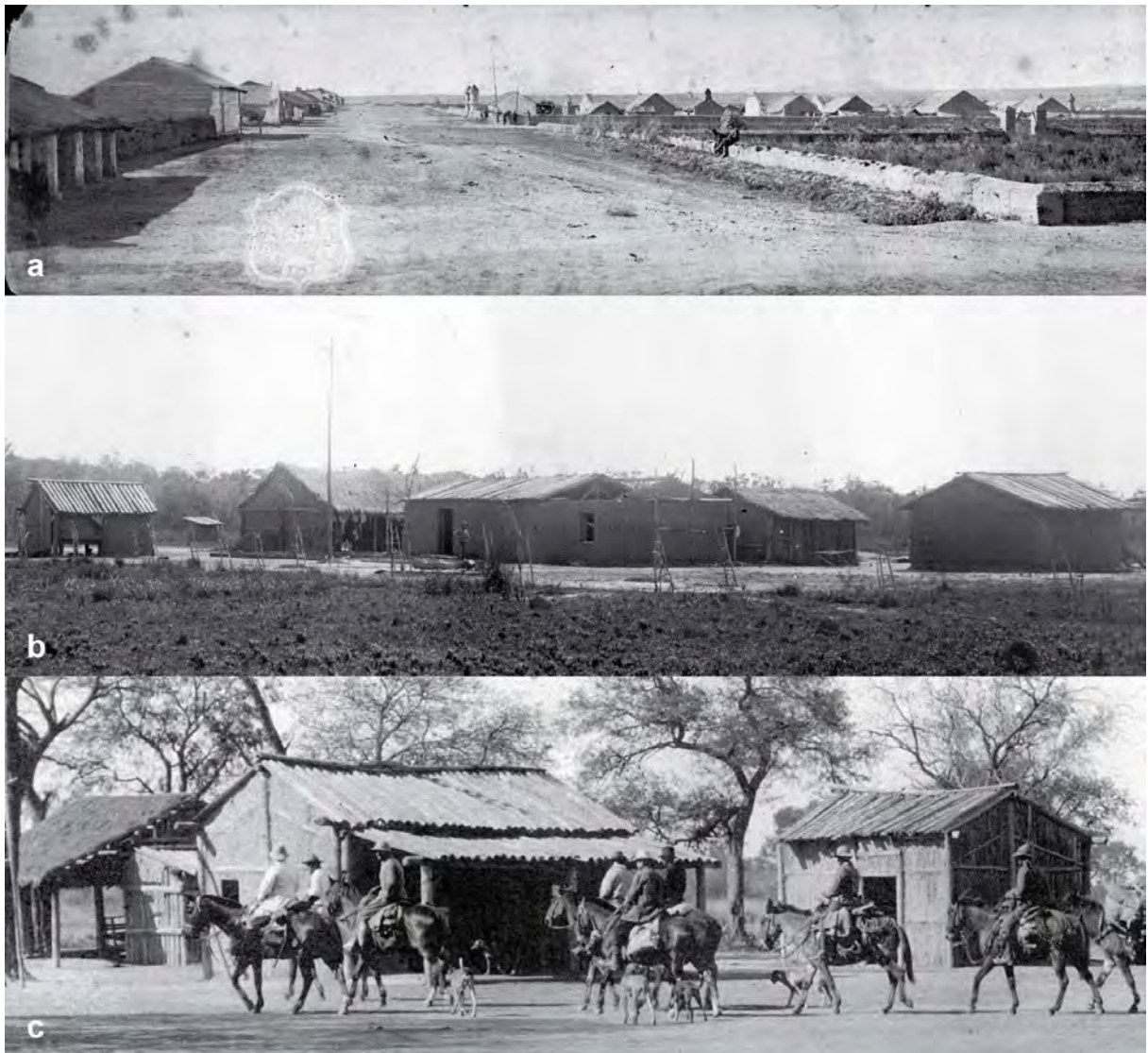


Figura 4. a) Fuerte de Puán en la Provincia de Buenos Aires (1879) b y c) Fortines en la región Chaco-formoseña: Fortín Regimiento 12º de Caballería (Formosa, 1911), y Fortín Yunká (Formosa, 1919). Fuente: Archivo General de la Nación, Dpto. Doc. Fotográficos. Buenos Aires. Argentina.

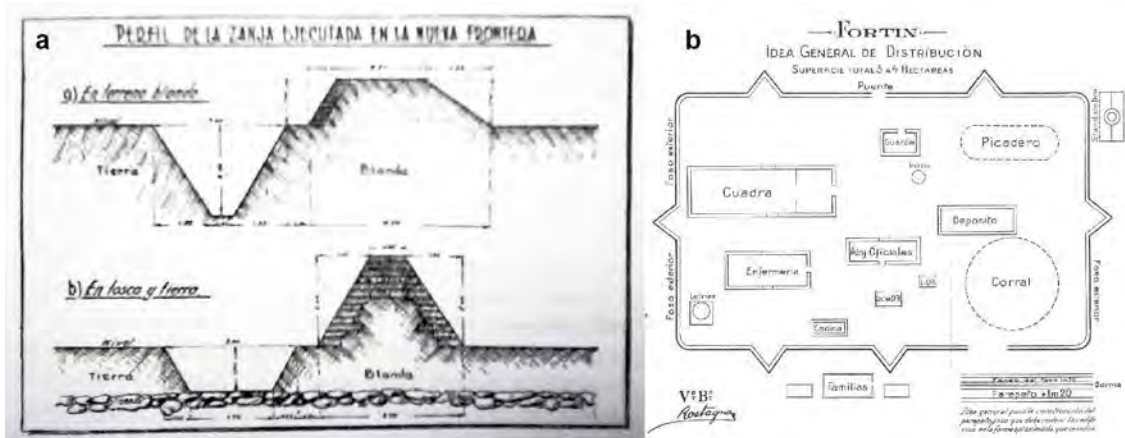


Figura 5. a) Esquema de la Zanja de Alsina según Wysocki en 1877 (Vanni, 2005) y b) Esquema de un fortín ideal en la región Chaco-formoseña, 1911 (Enrique Rostagno, Cnel. jefe).

DISCUSIÓN

Hay dos aspectos centrales que se desprenden de los resultados obtenidos, la confirmación no sólo de la amplia difusión del empleo de la tierra como material de construcción sino también de una gestión llevada a cabo por el Estado argentino que incluyó el uso explícito de las técnicas de construcción con tierra para edificar las instalaciones militares, incluso para una obra de gran envergadura como la Zanja de Alsina.

La información que surge de la documentación consultada da la pauta de que el horizonte tecnológico en el espacio de frontera estaba ampliamente dominado por el empleo de las técnicas de construcción con tierra. En función de los recursos materiales disponibles en el entorno inmediato (como la tierra, distintos tipos de planta, ramas y maderas de árboles y, en menor medida, la piedra) se recurrió a diferentes técnicas constructivas para resolver la materialización de las instalaciones militares. Otros materiales con procesos de industrialización en su producción, como los ladrillos y las chapas, se reservaron para construcciones de mayor importancia o envergadura (comandancias, casas de los oficiales, depósitos de armas y municiones, etc.). El costo y el tiempo de transporte para tener acceso a estos últimos hacían que fueran de disponibilidad más restringida. La disponibilidad de recursos constructivos y la función de las construcciones a las que estaban destinadas fueron factores de variabilidad de las técnicas constructivas empleadas: el foso, el talud simple, el talud reforzado, el muro de tapial, la empalizada de palo a pique, los muros de *chorizo*, de paja embarrada y de *quincha* (y sus variantes), las mamposterías de adobe y de *champa* y las cubiertas de *paja embarrada* y *torta*.

En la ejecución del perímetro defensivo y en los corrales, por tener funciones semejantes, una de las alternativas más difundidas en el sector oriental de la región de Pampa-Patagonia estuvo integrada por la combinación de las técnicas constructivas en tierra simples: el foso y el talud. Incluso, la construcción de la Zanja de Alsina no hace más que reproducir a gran escala lo que ya se utilizaba como sistema defensivo de los fuertes y fortines. Su difusión casi exclusivamente en el sector mencionado responde a dos factores: la presencia de suelos fáciles de excavar y la ausencia de recursos maderables. Se afirma esto último debido a que en el resto de los sectores de frontera (sector occidental de Pampa-Patagonia y toda la región Chaco-formoseña) la presencia de recursos forestales hace que se ejecute el perímetro defensivo con empalizadas o tapias y se abandona la excavación de fosos. A lo sumo se observa el aprovechamiento de barrancas naturales como es en el caso de Fortín Cabo Alarcón. Es posible que haya existido un factor de efectividad de una resolución constructivas respecto de otra para el sistema defensivo, pero es un aspecto del cual no se puede concluir debido a la falta de mayor información.

De la información disponible surge que el procedimiento para la construcción del foso consistió en la sola extracción de tierra, adoptando un perfil trapezoidal para alcanzar una estabilidad natural. La inclinación de las superficies laterales del foso debió ser variable; inclinación que se definió en función del ángulo de fricción de cada tipo de suelo involucrado; se supone este aspecto técnico dado que no existe mención de consolidaciones con otros materiales o sistemas constructivos. Por su parte, los taludes se van construyendo sobre uno de los laterales del foso mediante la acumulación de tierra que se extrae del mismo. Las superficies laterales del talud también están regidas por el efecto de fricción mencionado cuando estos bordes no tienen otra consolidación más que la simple compactación. Sin embargo, para esta construcción la documentación consultada evidencia variaciones en el sistema constructivo debido a que las superficies laterales, e incluso la superior, estuvieron en algunos casos parcial o totalmente consolidadas con mamposterías de césped (*champas*).

En los casos en que el talud de tierra no era empleado en el perímetro defensivo, éste fue sustituido por un sistema más elaborado como el muro de tapia o la empalizada de palo a pique. En el caso de la tapia, los registros demuestran que esta técnica se implementó, de manera restringida y al final del período, tanto al oriente como al occidente de la región de Pampa-Patagonia pero no de manera generalizada. Los registros que dan cuenta de su uso son precisos: en el Fortín Ñorquín (provincia de Neuquén) se lo registra para el perímetro

defensivo al igual que en el Fuerte Roca (provincia de Río Negro), y también se lo señala empleado en los cercos de las caballadas. En el sector de la frontera bonaerense (Fuerte de Puán) se lo observa en el cerco de corral y en el perímetro del fuerte. En ninguno de los casos mencionados fueron mayores a 1,50 m de altura.

La empalizada de palo a pique, una técnica de entramado, fue empleada en el sector occidental de la región Pampa-Patagonia y en la región Chaco-formoseña, ámbitos en los cuales existe el acceso a recursos maderables. Es preciso aclarar que esta constituye una técnica de construcción con tierra en la medida en que el paramento sea embarrado, cuestión que la información obtenida hasta el momento no deja en claro si ocurría en todos los casos. La empalizada también es un sistema constructivo bastante simple que consistió en el hincado de troncos en el terreno siguiendo un trayecto lineal. En algunos casos se observó la colocación de una rama horizontal al que se sujetaban las partes superiores de estos troncos con el fin de mejorar la estabilidad del conjunto. En el caso de del Fortín Huerinchenque, la mitad inferior de la empalizada es recubierta por un talud de tierra. Esta combinación de técnicas seguramente estuvo destinada a mejorar la perdurabilidad del perímetro defensivo. Por último, respecto del perímetro defensivo, cabe señalar el empleo de otra técnica de entramado, una variante de la quincha con la particularidad del uso de un zarzo de ramas de alguna planta nativa dispuestas en forma diagonal sobre el marco usual de pies derechos y travesaños (Fig. 3g). La falta de referencias escritas u otra imagen fotográfica semejante, hace pensar que esta variante de *quincha* fue un caso aislado o de difusión muy acotada.

En lo que respecta a las construcciones interiores de los fuertes y fortines se observó una elección tecnológica diferente. En este caso, abundan las referencias al empleo de las técnicas de entramados de *chorizo*, *paja embarrada* y *quincha* como también a la mampostería de adobe y *champa* para los muros. Las dos primeras técnicas de entramado mencionadas están presentes en el sector de la frontera oriental (sur de las provincias de San Luis, Córdoba y Santa Fe y toda la provincia de Buenos Aires) en donde existe una amplia disponibilidad de pastizales. Este mismo factor se asocia al empleo de las mamposterías de *césped* o adobe de *césped*, denominación típica en su momento de la *champa*. Sin embargo, se percibe una diferencia de preferencias entre una y otra según el destino de la construcción. Mientras que las técnicas de *chorizo* y *paja embarrada* fueron empleadas en las construcciones interiores del fortín (comandancias, viviendas, detall, etc.), el mampuesto de *césped* se destinaba con mayor frecuencia a los paramentos defensivos como es el caso de los taludes de tierra de la Zanja de Alsina. Las técnicas de *chorizo* y *paja embarrada* identificadas consisten en un marco conformado por un par de pies derechos laterales y una serie de ramas horizontales a modo de travesaños. Sobre este marco se cuelgan atados de paja embarrada (lo que daba nombre a la técnica ejecutada); si esos atados se disponían torcidos se obtenía la técnica de *chorizo*. Una vez culminada la colocación de los atados, la superficie resultante era regularizada mediante un enlucido de barro. La técnica de *quincha* resuelta con ramas de sauce, al parecer sólo prosperó en el sector occidental de la región de Pampa-Patagonia¹¹ del cual se tiene el ejemplo de las viviendas en el Fortín Hualeupén (Figura 2c).

En el sector del Chaco-formoseño, la técnica denominada *palo a pique* fue empleada con mayor frecuencia y no sólo en el cerco defensivo sino también en la construcción de las instalaciones interiores del fortín y para lo cual frecuentemente, era embarrada permitiendo así la hermeticidad del paramento. Seguramente esta diferencia del embarrado del *palo a pique* más frecuente en una que en otra situación, así como su empleo no sólo restrictivo al perímetro defensivo, tenga que ver más con la disponibilidad de materiales. Las palmas de caranday, que por su homogeneidad en relación al largo o lance y a la sección circular predominante, permitieron formar, con mayor resistencia y brevedad de tiempo, las paredes

¹¹ Existe una técnica de entramado denominada *pared francesa* que Williams (1999) señala empleada contemporáneamente por colonos galeses a fines del siglo XIX en el sector cordillerano de la provincia de Chubut; sin embargo, en el material fotográfico y las menciones escritas no dan cuenta de su empleo en la construcción de los fuertes y fortines.

de las construcciones. La forma tradicional de ejecución permitía que al inicio de la construcción se armara la estructura general en maderas – pies derechos, horcones y soleras, tanto que incluía incluso la construcción de la cubierta en tejas de palma y en forma posterior la definición o cierre de los paramentos (Sánchez Negrette, 1985).

Con respecto al uso de las mamposterías de adobe, éste era utilizado comúnmente en la construcción de muros internos, debido al deterioro que podría producirse por las fuertes lluvias que caracterizan ésta región en determinadas épocas del año. Razón también por la que las construcciones de la región chaqueña por lo general poseen grandes aleros o galerías que permitían proteger estos paramentos. El empleo de las mamposterías de adobe fue mucho más difundido, con mayor o menor frecuencia, en ambas fronteras; esta afirmación se desprende tanto las fuentes escritas como las imágenes fotográficas consultadas.

La resolución de las cubiertas para las construcciones interiores de los fuertes y fortines resultó más homogénea. En general se recurrió a techos con pendiente, estructura de madera y cubiertas de paja. En algunos casos la paja fue recubierta con barro o directamente se embarraba la misma al momento de colocarlas. Existen también ejemplos donde se utilizaron techos de azotea, es decir, sin pendiente y de acceso. En la región Chaco-formoseña, estas resoluciones podían ser reemplazadas por cubiertas de palma de Caranday, las que se ahuecaban y formaban largas tejas acanaladas de este material.

Abordando el tema de la gestión estatal en la diagramación y ejecución de las instalaciones militares cabe destacar la intervención de los distintos ingenieros militares para tal cuestión y las directivas impartida desde el Ministerio de Guerra y Marina. Se identifican tres factores que incidieron para que la tierra fuera un material fundamental en la ejecución de las instalaciones militares de los modelos de gestión implementados: el tiempo de ejecución (principalmente para la obra de la Zanja de Alsina), el volumen de materiales necesarios para el gran número de instalaciones y el traslado de los mismos a los puntos requeridos. De estos tres factores, es posible señalar el último como más decisivo. Una de las razones que lleva a pensar en ello es que el empleo de materiales cerámicos como el ladrillo o de chapas para los techos fue de manera restrictiva a edificios de mayor importancia y no en todos los fuertes y fortines. Materiales que debieron ser abastecidos desde los centros urbanos o bien mediante la fabricación de los mismos en los casos en que la disponibilidad de los recursos lo permitía como, por ejemplo, la fabricación de los ladrillos, según informa Wintter (MGM, 1881).

Por otra parte, el modelo de gestión establecía funciones bien diferenciadas: los ingenieros militares se encargaron de la distribución y el diseño de las instalaciones en tanto que las tropas realizaban la ejecución de las mismas. De este modo, la reproducción de las técnicas de construcción con tierra quedó a cargo, en gran medida, del conocimiento técnico de los soldados. El Estado, en algunos casos abastecía de materiales de construcción, principalmente de maderas en la región oriental de la Pampa-Patagonia donde éstas escaseaban. Como parte de esta dinámica y en función de tener una frontera móvil, fue necesario implementar en algunos Fuertes la función de obrador de materiales para facilitar la instalación de los nuevos fortines que el avance implicaba (Martín, De Paula, Gutiérrez, 1976). Quizás el punto más interesante de la gestión implementada fue en el caso de la Zanja de Alsina, en la que se llegó a recurrir a la contratación de una empresa privada para la ejecución de una parte de ella. Los resultados de este modelo seguramente fueron evaluados de manera satisfactoria por el mismo Estado argentino porque fue implementado casi simultáneamente (con algunos ajustes específicos) para la instalación de colonos en las tierras que iban siendo ganadas y puestas en producción (Duguine, Rolón, 2012).

CONSIDERACIONES FINALES

El objetivo de este trabajo fue identificar las técnicas constructivas de tierra utilizadas en las construcciones militares de fronteras y proceder a su descripción en la medida de la información disponible. Este estudio permitió esclarecer que los mismos límites de expansión de las técnicas de construcción con tierra coincidieron con la expansión de la

frontera de la cultura occidental durante el siglo XIX, pero que este proceso no significó una distribución homogénea de las técnicas empleadas. Las mismas variaron fundamentalmente en relación a los recursos disponibles en cada sector y en la función que desempeñaron cada una de estas construcciones; condicionados también, en parte, por las características topográficas del territorio, donde las distintas formas de excavación de la Zanja de Alsina es un ejemplo de ello. Por otra parte, la resolución de las instalaciones, y con ello podemos decir que las técnicas constructivas empleadas, no fueron dejadas al azar, sino que formaban parte de un modelo de gestión implementado desde el Estado argentino en el que el conocimiento técnico de su ejecución provino principalmente de los soldados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Duguine, L.; Rolón, G. (2012). Ranchos construidos por inmigrantes agricultores alemanes del Volga en el siglo XIX. Provincia de Buenos Aires, Argentina. Actas del XI Terra2012, Lima.
- Gómez Romero, F.; Spota, J. C. (2006). Algunos comentarios críticos acerca de 15 años de arqueología en los fortines pampeanos. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 31: 161-185.
- Guerci, N. M.; Mugueta, M.; Rodríguez, M. (2004). La arqueología histórica en Argentina. El caso del cantón Tapalqué viejo. *Gazeta de Antropología* 20: artículo 21.
- Langiano, M. del C.; Merlo, J. F. (2013). Camino de los indios a Salinas: arqueología y paisaje en la Frontera Sur (Provincia de Buenos Aires 1850-1880). *Anuario de Arqueología* 5: 169-88.
- Lanteri, S.; Pedrotta, V. (2012). Territorialidad indígena y expansión estatal en la frontera bonaerense (segunda mitad del siglo XIX): entre el discurso oficial y la realidad material. *Revista Española de Antropología Americana*, 42 (2): 425-448.
- Leoni, J. B.; Tamburini, D. S.; Acedo y T.; Scarafia, G. (2013). Fortificando el desierto: la transformación del paisaje pampeano en el territorio del actual partido de Carlos Casares, 1869-1877. *Anuario de Arqueología* 5: 149-168.
- Martín, M. H.; De Paula, A.; Gutiérrez, R. (1976). Los ingenieros militares y sus precursores en el desarrollo argentino (hasta 1930). Buenos Aires: Editorial Américallee.
- Memoria de Guerra y Marina de 1868. Buenos Aires: Imprenta del "Plata"
- Memoria de Guerra y Marina de 1881. Buenos Aires: Establecimiento tipográfico de "La Pampa"
- Rostagno, E. (1969 [1912]) Informe Fuerzas de Operaciones en el Chaco 1911. Ministerio de Guerra. Talleres Gráficos- Arsenal Ppal. de Guerra. Buenos Aires.
- Sánchez Negrette, A (1985). Tres períodos en la arquitectura maderera de Corrientes. *Revista SUMMA - Colección Temática No. 2*. Buenos Aires.
- Spota, J. C. (2009). Los fortines en la frontera chaqueña (1862-1884). Un enfoque desde la antropología histórica en relación con la teoría de las organizaciones. *Memoria americana*, 17 (1): 85-117.
- Thill, J. P.; Puigdomenech, J. A. (2003). Guardias, fuertes y fortines de la frontera sur: Historia, antecedentes y ubicación catastral. Ejército Argentino, Buenos Aires. Servicio Histórico del Ejército Argentino.
- Vanni, B. (2005). La zanja de la Patagonia. Los nuevos conquistadores: militares, científicos, sacerdotes y escritores. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica de Argentina.
- Williams, F. (1999). Las viviendas rurales de la colonia galesa del Chubut: primeras conclusiones de un relevamiento. *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas*, 33-34: 97-116.

AUTORES

Guillermo Rolón, doctor por la Universidad de Buenos Aires con especialidad en arqueología (FFyL), maestro en restauración y gestión integral del patrimonio construido (UPV/EHU), arquitecto, investigador Adscripto del CRIATiC (FAU-UNT) e investigador Adjunto del CONICET; miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA. Currículo completo en <http://lattes.cnpq.br/7173672607554572>.

Ángela Sánchez Negrette, doctora por la Universidad Nacional del Nordeste con especialidad en Conservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano (FAU-UNNE), maestra en epistemología y

metodología de la Investigación Científica (UNNE/FH), arquitecta, investigadora Adjunta del CONICET; miembro de la Red UMIJG. Currículo en:
<http://www.icomos.org.ar/blog/2009/08/25/sanchez-negrette-angela/>



PÉRDIDA DE EDIFICACIONES EN TIERRA EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE CUENCA-ECUADOR

María Eugenia Siguencia¹; Silvana Vintimilla Andrade²; Silvia Auquilla Zambrano³

¹Facultad de Arquitectura, Universidad de Cuenca/ KU Leuven, Cuenca, Ecuador, marysiguencaa@gmail.com

Universidad de Cuenca, Proyecto vlirCPM, Cuenca, Ecuador, ²silvi-88tva@hotmail.com; ³silviaauquilla42@gmail.com

Palabras clave: inventario, construcciones en tierra, patrimonio, conservación

Resumen

El Centro Histórico de Cuenca (CHC), Patrimonio Cultural de la Humanidad (PUH) desde 1999, manifiesta su Valor Universal Excepcional (VUE) al ser testigo del intercambio de valores humanos en el tiempo reflejado en su arquitectura, tecnología y urbanismo. En cuanto a su tecnología, dentro del CHC gran cantidad de estructuras que aportan al valor patrimonial de la ciudad aún mantienen la tierra como su material primordial, sin embargo también se evidencia un paulatino reemplazo de las técnicas ancestrales de construcción en tierra por arquitectura nueva o intervenciones que vienen de la mano de materiales contemporáneos poco compatibles. Para comprobar esta hipótesis, en base a los inventarios de bienes patrimoniales edificados que se han desarrollado en la ciudad (el del año de inscripción en 1999 y su actualización en 2010), se pretende a través de una exploración mediante sistemas de geo-referencia, identificar aquellas pérdidas de arquitectura en tierra y exponer el nivel de conservación de la misma. De la ficha del inventario se considerarán los campos relacionados a la materialidad de tierra y a partir de esto se generarán mapas para el análisis en las dos temporalidades mencionadas. Los resultados pretenden mostrar en porcentaje las edificaciones que mantienen la tierra como material predominante, así como aquellas en las que se ha alterado esta característica particular. El estudio a través de los mapas de geo-referencia permitirá visualmente identificar agrupaciones y servir como un referente al momento de actuaciones de intervenciones adecuadas.

1 INTRODUCCIÓN

El reconocimiento, protección y manejo del patrimonio es parte del sistema que adoptan los países que se han adherido a La Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural de 1972, y por tanto están llamados a incluir sitios, monumentos o eventos representantes de sus culturas dentro de la lista de patrimonio mundial. Las acciones llevadas a cabo dentro de cada país apuntan por tanto a contribuir a la conservación del VUE establecido al momento de la inscripción.

Los valores establecidos y la forma de gestionar su conservación en el tiempo parten del buen entendimiento de su significado cultural para los habitantes y el reconocimiento de una identidad propia de los bienes. Dentro de los bienes inmuebles, existen ejemplos de arquitectura concebida bajo un entendimiento del lugar, la expresión y las técnicas y materiales que a la final resaltan la singularidad de la misma. La arquitectura de Salmona por ejemplo, se funda en su sentido del lugar, de su geografía, basada en una tecnología realista, con el uso del ladrillo de una gran riqueza formal, adecuada al terreno, al clima y a la cultura tradicional urbana (Galdeano, 2001, p.7).

Cuando se observa dentro del contexto latinoamericano y sobretodo en el área Andina, la riqueza de los materiales se remonta al uso de la tierra como parte de una tradición tecnológica que se concebía –de forma inconsciente- bajo las consideraciones de un respeto al contexto inmediato, el uso sostenible de materiales y que formalmente daba respuesta a las necesidades de habitabilidad de los inicios de las ciudades.

Hoy en día, bajo un pensamiento globalizador, se ha perdido el viejo arte de crear lugares que se benefician del lugar, del paisaje y del clima, reemplazados por una confianza ciega

en los nuevos sistemas tecnológicos (Galdeano, 2001, p. 5). Las técnicas tradicionales de uso de tierra para construcciones se ve amenazada tanto por factores intrínsecos como los problemas de obsolescencia, deterioro, falta de mantenimiento o por acciones externas como la alteración del medio ambiente natural, la pérdida de autenticidad histórica y la pérdida progresiva de la significación cultural o el acelerado proceso de homogeneización económico, cultural y arquitectónico en todo el mundo (Rosales, Pimentel, 2007, p.139).

Esta realidad se ha vuelto evidente en el caso de Cuenca en Ecuador, en donde sus estructuras de tierra dan indicios de su paulatina degradación y pérdida. El Centro Histórico de la ciudad de Santa Ana de los Ríos de Cuenca, es uno de los sitios en los cuales se han identificado criterios que establecen su VUE dando paso a su inscripción como Patrimonio Cultural de la Humanidad en diciembre de 1999. Dentro de los criterios para este reconocimiento están la fusión exitosa de culturas a través del tiempo y su materialización a través de la arquitectura, en la cual también se evidencia la mixtura de técnicas y materiales. El uso técnicas y materiales como la tierra constituye el aporte de una historia de tradición constructiva que mantuvo la ciudad por más de cuatro décadas luego de su fundación en 1557.

El reconocimiento de su valor ha sido posible desde inicios de la década de 1970 a través de la figura de inventarios, mismos que se han convertido en el instrumento más común de manejo para edificaciones de valor arquitectónico dentro de la ciudad. A esta iniciativa, que ha sido fundamental para el manejo del Centro Histórico, se han sumado esfuerzos académicos como el proyecto de investigación “Manejo, Monitoreo y Preservación de la Ciudad Patrimonio Mundial” (vlirCPM) que se desarrolla en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca. El proyecto vlirCPM, forma parte del Programa de Cooperación Interuniversitario entre la Universidad de Cuenca y el Consejo de Universidades Flamencas (Bélgica) VLIR-IUC, establecido desde 2007 para desarrollar herramientas para la Conservación, Manejo, Mantenimiento y Monitoreo del Patrimonio de la Ciudad.

En este marco, los resultados que se presentan dan cuenta del entendimiento de la importancia de la arquitectura en tierra y una identificación de las pérdidas que se han dado dentro elementos constructivos luego de la declaración hace más de una década. Los datos oficiales de los inventarios recopilados del año de la inscripción (1999) y de 2010, pretenden evidenciar los espacios del CHC en donde se concentran cambios sustanciales y de la misma manera exponer los espacios de alerta para la determinación de posibles amenazas que se relacionan directamente con el entorno de las edificaciones o las posibles causas socioeconómicas detrás de los reemplazos.

2 DECLARATORIA Y ARQUITECTURA TRADICIONAL

2.1 Inscripción de Cuenca como Patrimonio de la Humanidad

Para la declaración del CHC como patrimonio de la humanidad, su VUE propuesto se apoya en los criterios culturales ii, iv y v. Estos últimos hacen referencia a particularidades como: ii) Testimoniar los principios de planificación urbana renacentista en América, iv) Ser un ejemplo eminente de la fusión de diferentes sociedades y culturas que ilustran etapas significativas de la historia; y v) Constituir un modelo tradicional de asentamiento humano como es el planeamiento de la ciudad española durante la época de la Colonia y la interacción humana con el medio ambiente (ICOMOS, 1999, p. 7).

Dentro del criterio iv, se entiende la progresiva sobre posición de periodos históricos de las diversas culturas que han formado la ciudad y que aun conviven en el presente. Este hecho no solo es evidente en los valores inmateriales de las diversas culturas fusionadas, sino también en su arquitectura, misma que presenta una tipología, expresión y tecnología mestiza. Y es precisamente esta última mencionada tecnología la que refuerza el VUE de la ciudad, ya que se enriquece con estructuras de frágil consistencia (adobe, madera, ladrillos y cerámicas) que corresponden en su mayoría a la época republicana, especialmente al

período comprendido entre 1870 y 1950 y algunos edificios e iglesias de edad colonial (Cardoso, 2013, p.10).

En la actualidad, la ciudad histórica en su imagen arquitectónica, es una ciudad mestiza de los siglos XIX y XX debido a los cambios sustanciales de procesos socioeconómicos que desembocaron en cambios de las estructuras más antiguas que se esconden tras las renovadas fachadas clasicistas que reemplazaron a las coloniales. La arquitectura reconocida como parte del patrimonio cuencano puede ser entendida como una simbiosis de fuerzas culturales, sintetizada en una misma estructura: columnas, pilastras, arquivoltas, frisos, cornisas, enmarcamientos, alféizos se suman al aporte local de materiales y mano de obra indígena (Cardoso, 2013, p.6).

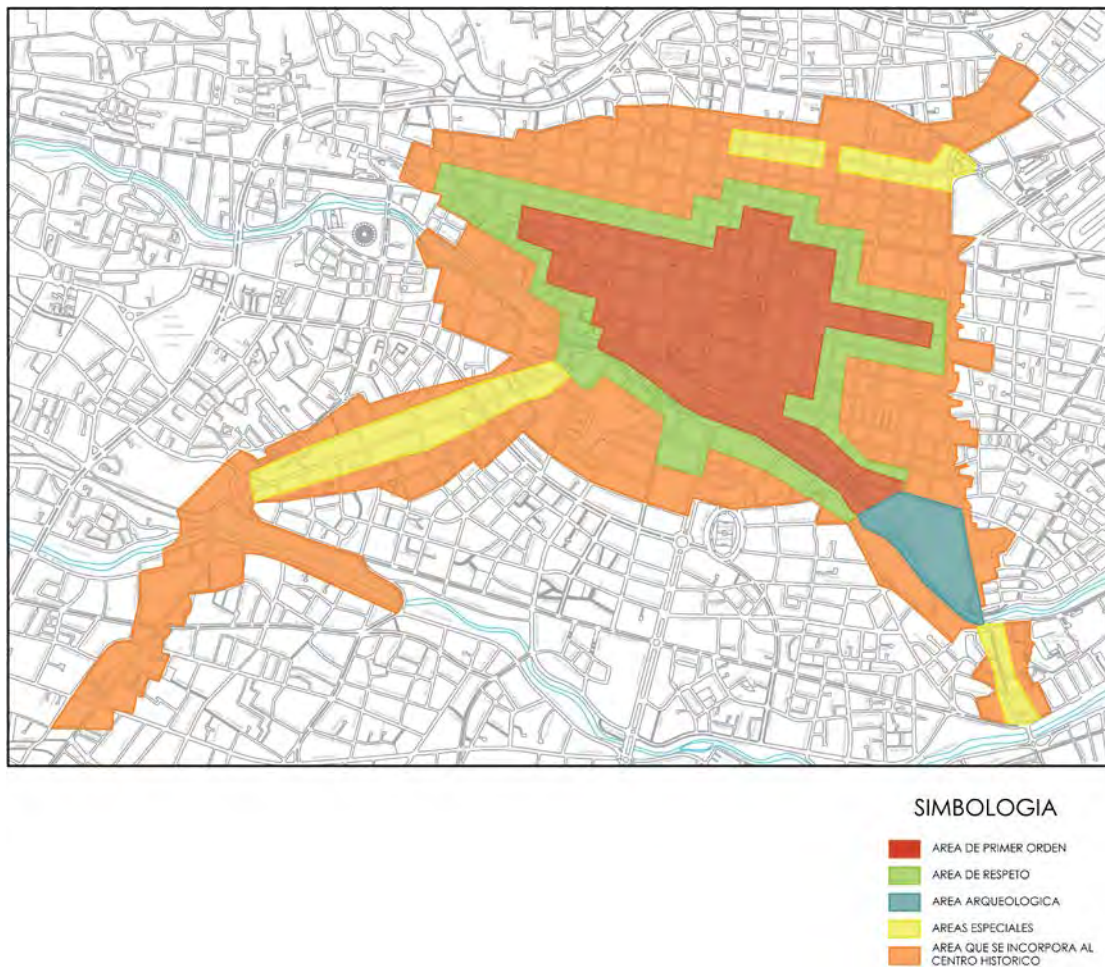


Figura 1. Delimitación en 2010 del Centro Histórico de Cuenca (Barrera, Sigüencia, Zhindón, 2012)

La ciudad fundada en 1557 que se originó en torno a la plaza central donde se establecieron la elite española fundadora en su entorno inmediato, dio paso a la marcada segregación espacial de los nativos quienes se asentaron hacia los extremos de la zona de origen central y que corresponde hoy a los límites del área del Centro Histórico. La arquitectura vernácula local, que se ubica sobre todo al borde del área histórica y en el área rural, es similar en su espacialidad y técnica a la vieja arquitectura de la época colonial.

La consolidación del espacio entre las áreas mencionadas tuvo lugar a lo largo de varios siglos de paulatina expansión de la trama urbana concebida como damero. Durante el siglo XVII, la expansión se dio de manera lenta y ocupando únicamente los espacios entre el límite de la traza de fundación y los espacios destinados a la población nativa. El siglo XIX representa una época en la que Cuenca afianzó su modelo urbano, es decir la mayoría de las manzanas de lo que hoy se conoce como centro histórico estuvieron ya trazadas adjuntándose cada vez que fuese necesario y respetando aún los límites naturales, tanto hacia el norte como hacia el sur.

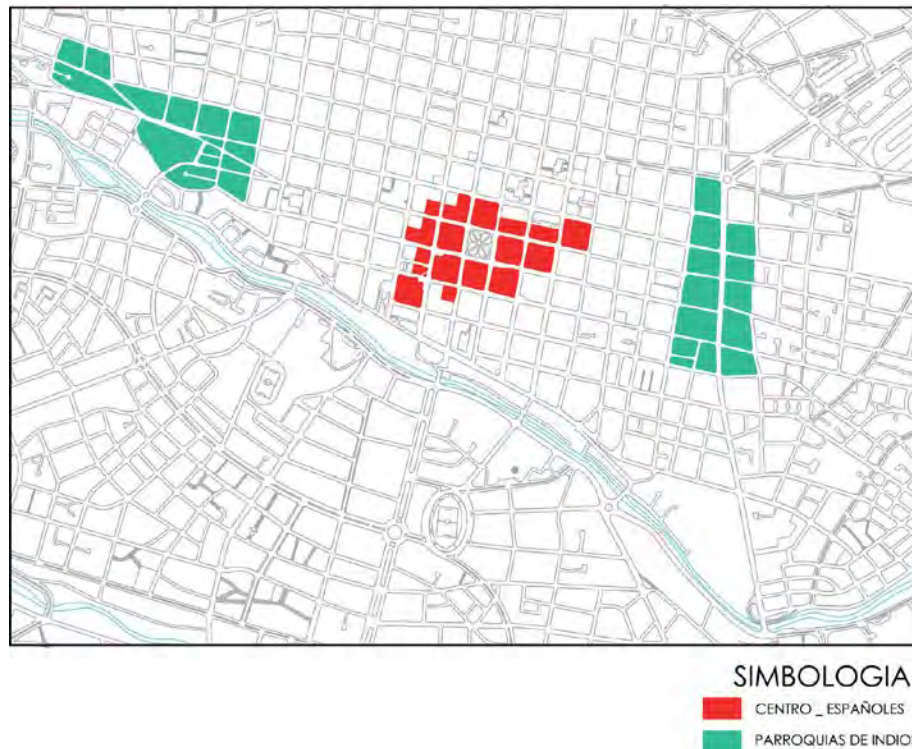


Figura 2. Ubicación de españoles y barrios de indios en la ciudad (Barrera, Siguencia, Zhindón, 2012)

No es sino hasta mediados del siglo XX con la llegada del primer plan de ordenamiento para la ciudad, que abandona tanto geográficamente como formalmente el modelo ortogonal, que la ciudad sale de sus límites del centro histórico y emplaza una nueva traza para la ciudad bajo el modelo moderno de ciudad jardín. Este movimiento que llegó importado desde la escuela uruguaya¹ trajo consigo, a más de la nueva traza para la ciudad, la idea de modernidad que dio paso a las primeras sustituciones de estructuras por la, en ese entonces vanguardista arquitectura de las líneas rectas



Figura 3. Antiguo y nuevo edificio de la Ilustre Municipalidad de Cuenca (Siguencia, 2014)

2.2 Protección y estado actual

El proceso de sustituciones y alteraciones que afectó al CHC que comenzó en los años 1960 y que se acentuó en la década de los '70 fue uno de los motores que suscitó por primera vez en la ciudad una consciencia de protección de las estructuras de valor. En este contexto se implementó el primer inventario de edificaciones hacia 1975 (Jaramillo y Astudillo, 2008, p.223). Pese a pérdidas lamentables –que son inevitables en un espacio urbano dinámico- la ciudad es claramente legible, con grandes estructuras que se erigen

¹ La planificación de la ciudad de Cuenca en el siglo XX fue realizada bajo lineamientos de la modernidad determinada por los conocimientos del planificador Uruguayo Arq. Gilberto Gatto Sobral.

como referencias, edificios señoriales, y humildes moradas que nos hablan de una realidad social, que probablemente no ha sido aún superada (Cardoso, 2013, p. 11).

Las pérdidas por tanto en un inicio estuvieron vinculadas a cambios dentro de la economía y la sociedad que en un periodo de cambios sustanciales se vio afectada por el valor comercial del suelo que mantuvo su cotización incluso durante el período de sustitución de habitantes, en el que las edificaciones patrimoniales sufrieron fragmentaciones y se inició un proceso de tugurización. Las áreas en donde se presentan estos procesos coincidentemente son aquellos espacios segregados desde el inicio de la vida de la ciudad. Además de los factores mencionados cabe destacar que las edificaciones también están amenazadas por factores naturales y entre ellos la lluvia que, al ser fuerte en ciertos periodos del año, provoca daños sensibles en las edificaciones de tierra.

Si bien los inventarios han procurado la protección de las estructuras de valor y entre estas las que poseen elementos de tierra, es importante el monitoreo de la eficacia del control en cuanto a las pérdidas de este material dentro del CHC. Además el entender geográficamente la distribución de aquellas estructuras de tierra permite reflexionar acerca de las actuales causas para el reemplazo de estructuras y la mejora en cuanto a su protección.

3 INVENTARIOS PARA EL CENTRO HISTÓRICO DE CUENCA

Cuenca a partir de la década de los años 50 inició su época modernista, con la consiguiente destrucción de parte de sus edificios coloniales y la transformación de su imagen urbana. Es en este contexto en el que surge la preocupación local por la conservación del patrimonio; acompañada también por estudiantes y profesores de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca, muchos de ellos preocupados por las afecciones contra el diseño de una “arquitectura cuencana”, como respuesta a la modernidad homogeneizadora. (Jaramillo y Astudillo, 2008)

Es por ello, que en la ciudad de Cuenca han sido aplicados 4 inventarios para poder registrar sus bienes culturales. El primero fue realizado entre los años 1975 y 1978; el segundo entre 1980 y 1982; el tercero, en el año de 1999 y, el último, en el año 2010.

El primer inventario se realizó a cargo de la Dirección de Patrimonio Artístico de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo del Azuay y con el auspicio económico del Banco Central del Ecuador. En total se registraron 1018 fichas, correspondientes a igual número de edificaciones, en 168 manzanas. Se limita a edificaciones aisladas y no se inventarían espacios públicos, áreas naturales, ni conjuntos urbanos existentes en el área estudiada.

Este inventario, se enfoca en el campo tecnológico-constructivo de los bienes arquitectónicos, se sitúa en un nivel de excesiva generalidad y subjetividad. No es posible, conocer los valores de los bienes arquitectónicos inventariados, su estado de conservación ni los daños a los que está sometido.

El segundo inventario fue realizado por la consultora CONSULPLAN para la Ilustre Municipalidad de Cuenca. Este inventario está acompañado de una serie de estudios de diagnóstico del área denominada Centro Histórico de Cuenca, referidos a aspectos conceptuales, sociales, morfológicos, históricos, etc. que proporcionan una visión más completa del patrimonio cultural edificado de esta ciudad y que sirvieron para que Cuenca sea declarada Patrimonio Cultural del Estado Ecuatoriano en el año de 1982. (Jaramillo y Astudillo, 2008)

Este inventario consta de 765 fichas, 35 fichas de tramos urbanos, 36 fichas de elementos emergentes, y 694 fichas de edificaciones de arquitectura civil. Entre la información recabada se tiene edad aproximada de la edificación, características físicas: composición, tipología, materiales, estado de conservación, y un esquema de la planta, entre otros datos que ayudan a su posterior valoración.

Pese a que ambos inventarios recogen datos importantes sobre la materialidad de las edificaciones, los procesos que se llevan a cabo no usan recursos técnicos digitales, lo que ha impedido analizar la información y profundizar en el conocimiento del patrimonio en estos periodos. Es por ello, que para realizar una comparación y determinar el porcentaje de pérdida de las edificaciones con sistema constructivo en tierra; se trabajó con los inventarios posteriores que cuentan con información más manejable.

La información recogida en los inventarios de los años 1999 y 2010 fue almacenada en una base de datos digitales y, posteriormente vinculada a un sistema de información Geográfico (GIS). El uso de estas herramientas digitales facilitó el análisis comparativo sólo entre estos dos inventarios, mediante la elaboración de mapas, análisis de las bases de datos y la superposición de capas para la obtención de los porcentajes.

3.1 Inventario de 1999

El tercer inventario para la ciudad se da por parte de la Ilustre Municipalidad de Cuenca, a través de la Unidad de Centro Histórico; inició el mes de mayo de 1999, denominado “Catastro Monumental Urbano: actualización, complementación y sistematización del inventario de edificaciones patrimoniales del Centro Histórico”.

El área considerada para el inventario se basa en los límites impuestos en la Ordenanza para el Control y Administración del Centro Histórico de la ciudad de Cuenca, propagada en el año 1983, tras la denominación de Cuenca como Patrimonio Nacional. Al final del mismo, la Municipalidad aspiraba contar con el inventario de 2.042 inmuebles, pero hasta el año 2.000 se contaba únicamente con 1.017 edificaciones debidamente catalogadas. Se pretendía culminar con el proceso en el año 2001 pero lamentablemente no fue así y por consiguiente esta actualización de inventario no cubre toda el área del centro histórico.

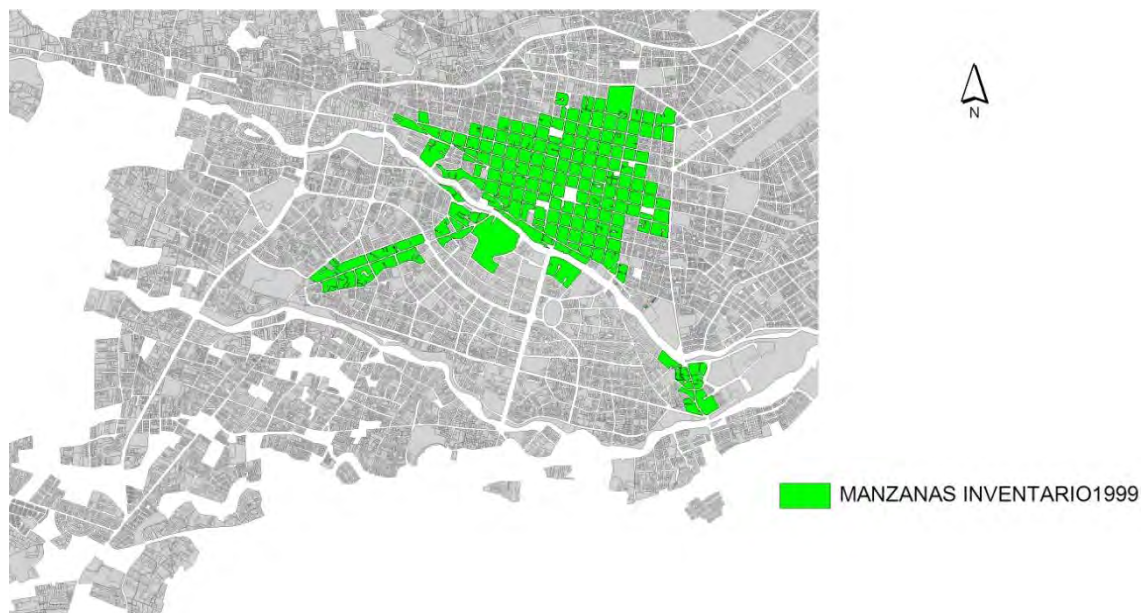


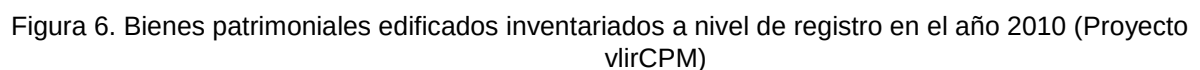
Figura 4. Extensión abarcada en el inventario del año 1999 (Jaramillo, Astudillo, 2008)

En general, el área de aplicación del inventario del 75, se redujo para los siguientes inventarios, y así mismo se deduce que parte del patrimonio edificado se destruyó entre 1975 y 1980, sobre todo, aquel ubicado en la avenida Loja y en la parte sur-oeste de la ciudad, que estaba constituido, básicamente, por arquitectura popular. (Jaramillo y Astudillo, 2008)

La ficha de catalogación y registro de este inventario fue aplicada únicamente a edificaciones; no registran espacios públicos, contempla materialidad de estructura y de fachada, ambos aspectos que fueron tomados en cuenta para el análisis.

Figura 5. Registro de un monumento mediante ficha de inventario de 1999 (Inventarios de 1999, Municipalidad de Cuenca)

Como ya se mencionó antes, de los cuatro inventarios que se han realizado en la ciudad, solo los inventarios de 1999 y 2010 usaron recursos técnicos digitales. El uso de estas herramientas, entre otros cambios, aconteció a partir de una evaluación del estado de situación de los inventarios entre los años 1975-1999, por parte del proyecto vlrCPM (Heras, 2015),



Los resultados demostraron que los procesos de inventarios en la ciudad de Cuenca no han sido una tarea sistemática, sino más bien el resultado de experiencias aisladas que han impedido analizar la información y profundizar el conocimiento de ese patrimonio a través del tiempo (Jaramillo; Astudillo, 2008, p 254).

Como respuesta a esta realidad, el proyecto vlirCPM propone un nuevo sistema de inventario de bienes patrimoniales edificados. Este inventario se realizó en trabajo conjunto con la Municipalidad de Cuenca, en el año 2010; el inventario fue aplicado en las Áreas históricas y patrimoniales de la ciudad, en un primer acercamiento a nivel de registro, en un tiempo record de tres meses. Los resultados muestran el registro de 9338 edificaciones, de las cuales, 3154 poseen una categoría de valor patrimonial.

En la ficha de registro que se aplicó en este inventario, se identifica: la valoración general de la edificación, su estado actual, el patrimonio tangible asociado in situ, el patrimonio intangible asociado, y la estructura física del bien; en donde se debe especificar la materialidad de: fachadas, estructura, pisos, entrepisos, cubierta y el campo libre "otros" donde se debe colocar la materialidad de elementos que se crea que deban ser especificados.

Figura 7. Fichas de bienes patrimoniales edificados inventariados a nivel de registro en el año 2010. (Proyecto vlirCPM).

4 EDIFICACIONES DE TIERRA INVENTARIADAS

4.1 Análisis Inventario de 1999

Para el análisis se ha tomado en cuenta las secciones que corresponden a la materialidad de los elementos: características constructivas, y características en fachada; en ambos se trabajó con el campo "Muros" para obtener los porcentajes, puesto que los demás campos no se consideraron relevantes para la comparación. Según los datos obtenidos, las edificaciones de tierra que predominan en el centro histórico de Cuenca son de adobe y el resto son de bahareque (los códigos que usan en este inventario son adobe=1 y bahareque=7) y ninguna corresponde al sistema constructivo de tapial.

8. Características Constructivas

Muros	1. Adobe	Carpintería	Balcones	5. Madera	Escaleras	Estructura	8. Hormigón	Entrepiso	Piso:	
Cubierta		Balaustradas	5. Madera		Acabado:	3. Ladrillo		2. Piedra	3. Ladrillo	
Estructura:	5. Madera	Rejas:						1	5. Madera	5. Madera
Revestimient	11. Teja Cer							2	5. Madera	5. Madera
								3	5. Madera	5. Madera
								4		
Pintura Mural	☐	Ubicació			Cielo Ras					

5. Características de la Fachada

Relación Vanos/Llenos	Portada:	☐		Canecillo	☐		Friso:	☒	8. Hormigón
Vano < Llen	Columna	☒	3. Ladrillo	Balcón:	☒	8. Hormigón	Portal:	☐	
	Pilastras	☐		Zócalo:	☒	14. Arena - Ce	Aleros:	☐	
	Molduras	☒	3. Ladrillo	Inscripciones	☐		Muros:	☐	1. Adobe
Color	Blanco, verde, Carpintería gris						Puertas:	☐	2. Hierro
							Ventanas	☐	5. Madera

Figura 8. Campos utilizados en las fichas de inventario del año 1999 (Proyecto vlirCPM)

4.2 Análisis Inventario 2010

En este inventario se tomó en cuenta el campo 3.2 materiales y daños visibles, en donde se trabajó con los elementos fachada y estructura; la ficha cuenta con menos elementos lo cual hace el inventario más sistemático, siendo un punto a favor para una digitalización más ágil. La codificación para establecer la materialidad en este caso cambia; para adobe se tiene el código "1.adobe" y, para bahareque, "3.bahareque", datos que permiten determinar el número de edificaciones en cada sistema constructivo, y poder realizar la comparación con la información anterior.

Todos los objetos ...

registro_hoja1a registro_hoja1 cod_materiales

Id	cod_materi	descrip_material
1	1	1. Adobe
2	2	2. Arena-cemento
3	3	3. Bahareque
4	4	4. Barro
5	5	5. Bloque
6	6	6. Cal
7	7	7. Cerámica
8	8	8. Fibrocemento
9	9	9. Hierro
10	10	10. Hormigón armado
11	11	11. Ladrillo
12	12	12. Latón
13	13	13. Madera
14	14	14. Madera-ladrillo
15	15	15. Piedra
16	16	16. Teja artesanal
17	17	17. Teja vidriada
18	18	18. Teja de cemento
19	19	19. Vidrio
20	20	20. Zinc
21	25	25. Tierra
*	(Nuevo)	

Tablas

- cod_materiales
- cod_materiales_vlir
- Copia de valor_gravedad
- mat_rev_muni_alex_mzl
- no_esta_en_db_mzl
- reg_muni_21dic
- registro_hoja1
- registro_hoja1_ErroresDeExpor...
- registro_hoja1_vlir
- valor_gravedad
- valores_cod

Consultas

- coloca_decrip_val_registro
- coloca_material_fach_registro
- coloca_material_fach_registro_...
- define_gravedad
- mat_cub_rev_muni
- mat_estru_rev_muni
- mat_piso_rev_muni

Figura 8. Códigos de materiales para las fichas de inventario del año 1999 (Proyecto vlirCPM)

3.2. MATERIALES Y DAÑOS VISIBLES						
Element	No Visible	Material Predominante	Acciones que se requieren		Descripción	Anexos Fotográficos
			Emergente	Mediano Plazo		
Fachada	☐	Ladrillo	☐	☐		#¿Nombr #¿Nomb #
Estructur	☐	higón	☐	☐		#¿Nombr #¿Nomb #
Piso/entrepis	☐		☐	☐		#¿Nombr #¿Nomb #
Cubiert	☐	O. Zin	☐	☐		#¿Nombr #¿Nomb #
Otro	☐		☐	☐		#¿Nombr #¿Nomb #
Otro Materi						cemento

Figura 9. Campos utilizados en las fichas de inventario del año 1999 (Proyecto vlirCPM)

4.3 Bases de datos

Pese a las 1017 edificaciones catalogadas en el inventario de 1999, los datos ingresados en el sistema de información geográfica para la comparación fueron de 899 inmuebles, de los cuales se identificó los bienes que tengan ya sea su fachada, estructura o ambos elementos en sistema constructivo de tierra; y luego poder observar que pasa con ellos en el año 2010. La información se pudo vincular mediante las claves catastrales de los predios, pero lastimosamente en la base de datos del inventario del 2010 se encontraron inmuebles sin registro en ambos elementos, por lo que no se pudo contar con ellos para el estudio y por esta razón se trabajó con menor número de inmuebles.

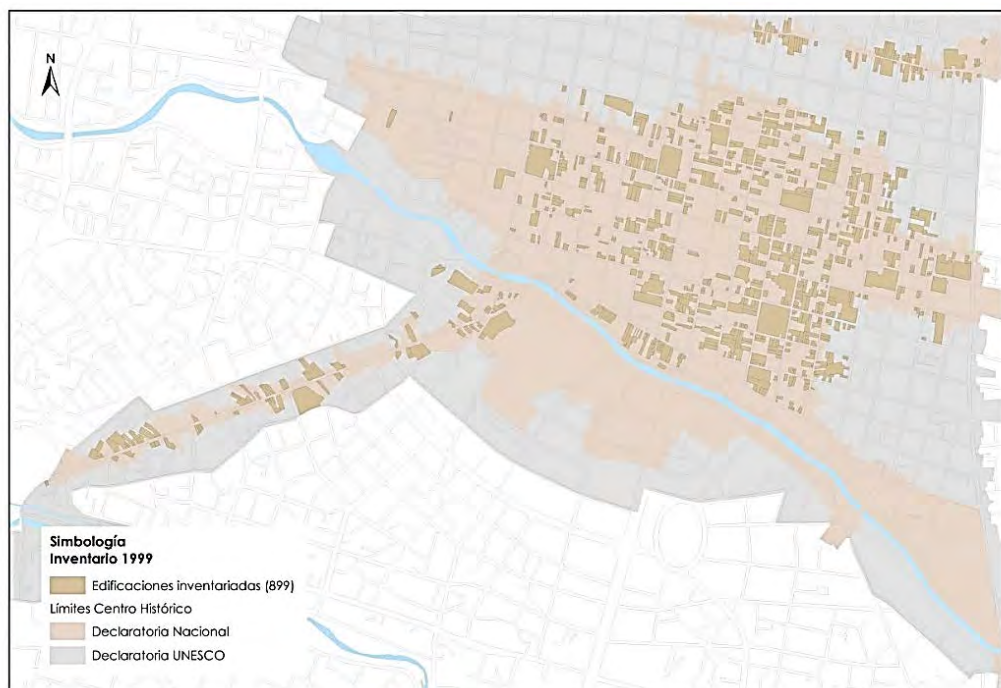


Figura 10. Edificaciones inventariadas en el año de 1999. (Proyecto vlirCPM)

Debido a esto, para tener una comparación con datos valederos, lo que se hizo fue realizar el análisis con los predios que tengan información en ambas temporalidades. Debido a que no se puede suponer la pérdida de una edificación dado el caso de no estar lleno su campo de materialidad, puede considerarse como un error de digitalización, mas no como una pérdida o cambio de material.

Así, con la sobre posición de capas de cada sistema constructivo se pudo determinar el porcentaje de las edificaciones que se han perdido en cada uno de ellos; las edificaciones que se han perdido parcialmente o aquellas de las cuales ha quedado solo la fachada.

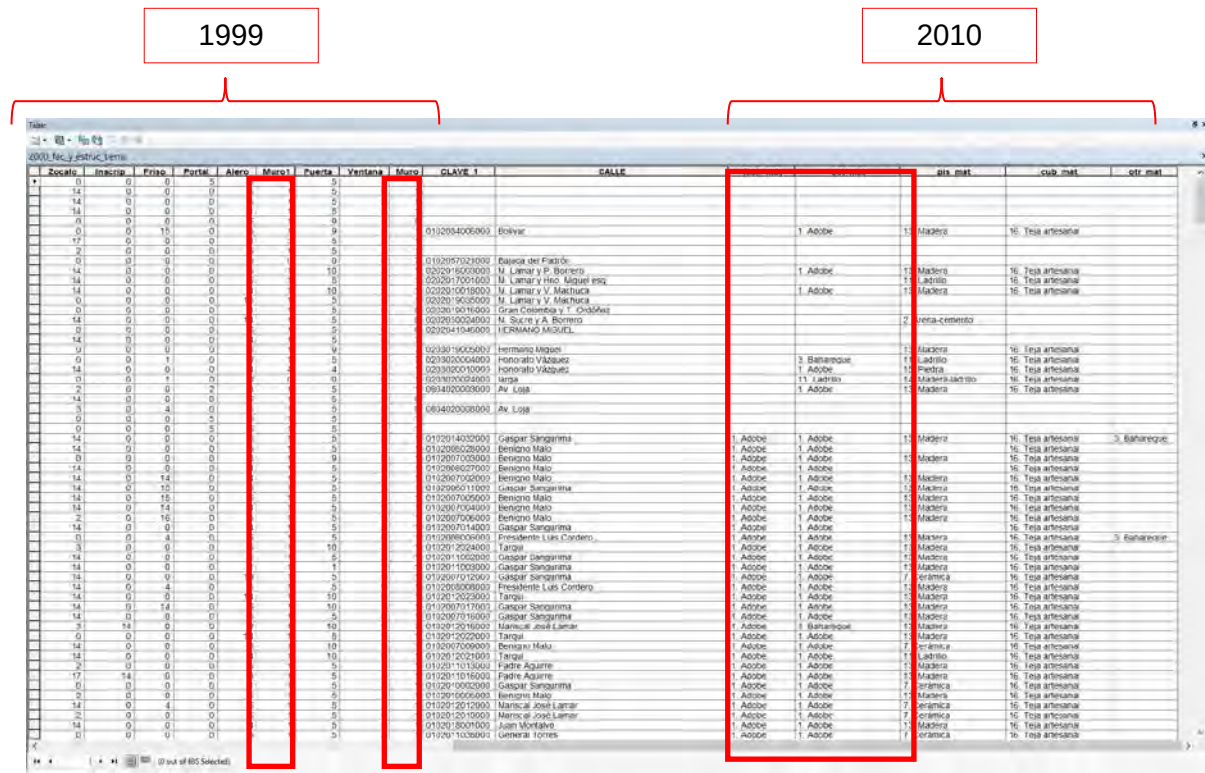


Figura 11. Base de datos analizada (Proyecto vIirCPM)

4.4 Gráficas

Mediante selección de capas se logró establecer la ubicación de las edificaciones que cuenten con el sistema constructivo en adobe y bahareque, y a la vez ubicar únicamente las construcciones con fachadas en sistemas constructivos en tierra. El resultado de la sobre posición de capas de ambas temporalidades genera la ubicación de los inmuebles perdidos y los porcentajes de pérdida según la base de datos.

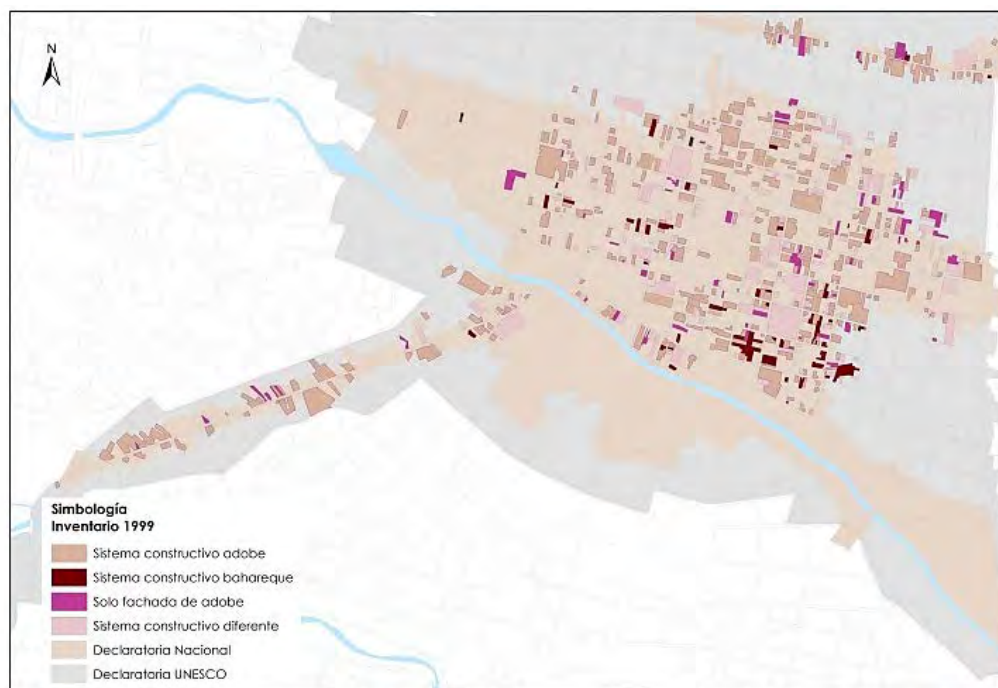


Figura 12. Datos mapeados, según el inventario de 1999, de construcciones con sistema constructivo en adobe, bahareque y edificaciones que tienen un sistema constructivo diferente (Proyecto vlrCPM)

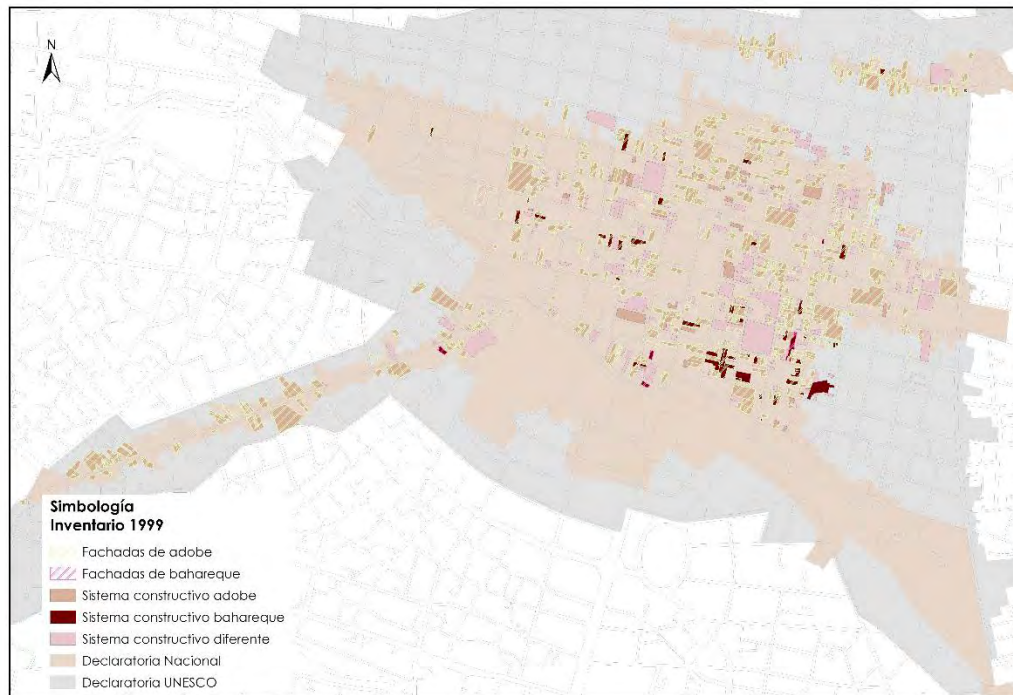


Figura 13. Datos mapeados según el inventario de 1999, edificaciones que tienen las fachadas en sistemas constructivos de tierra (Proyecto vlirCPM)

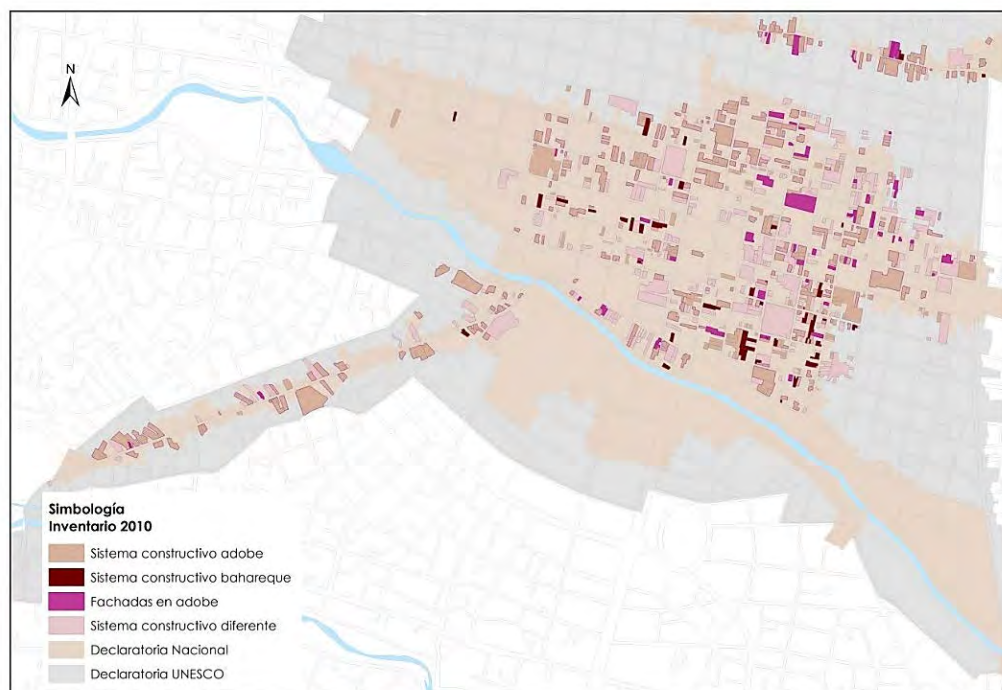


Figura 14. Datos mapeados según el inventario de 2010, construcciones con sistema constructivo en adobe, bahareque y edificaciones que tienen un sistema constructivo diferente (Proyecto vlirCPM)

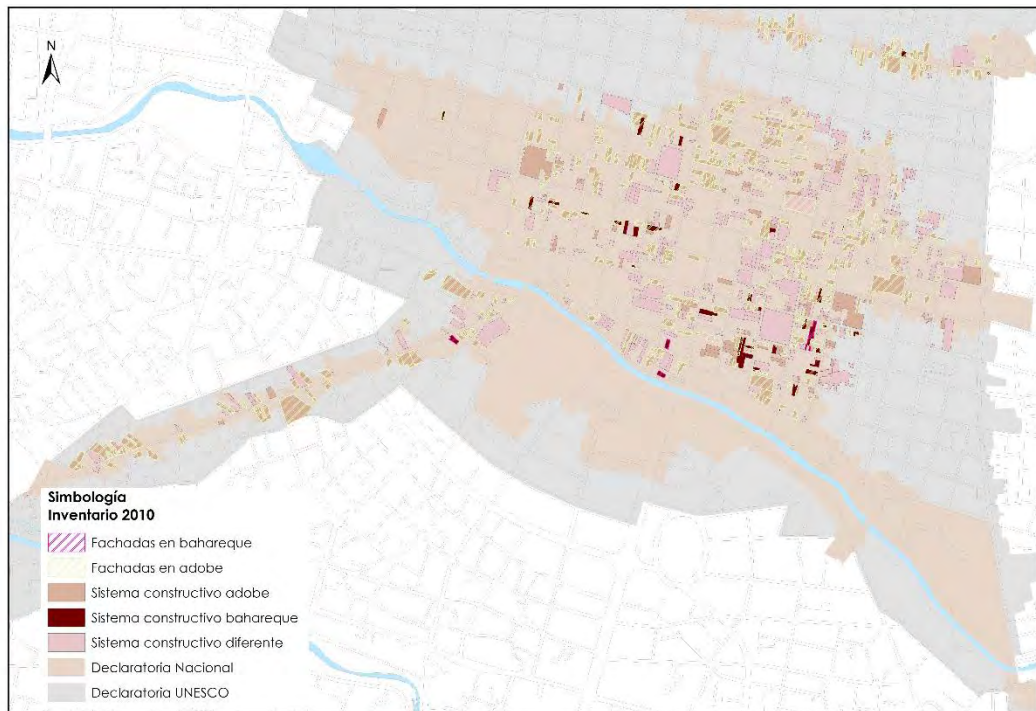


Figura 15. Datos mapeados según el inventario de 2010, edificaciones que tienen las fachadas en sistemas constructivos de tierra (Proyecto vlrCPM)

5 RESULTADOS

Primero se estudió la posibilidad de la pérdida total de las edificaciones, en donde se muestran con rojo la ubicación de las construcciones ya no existentes.

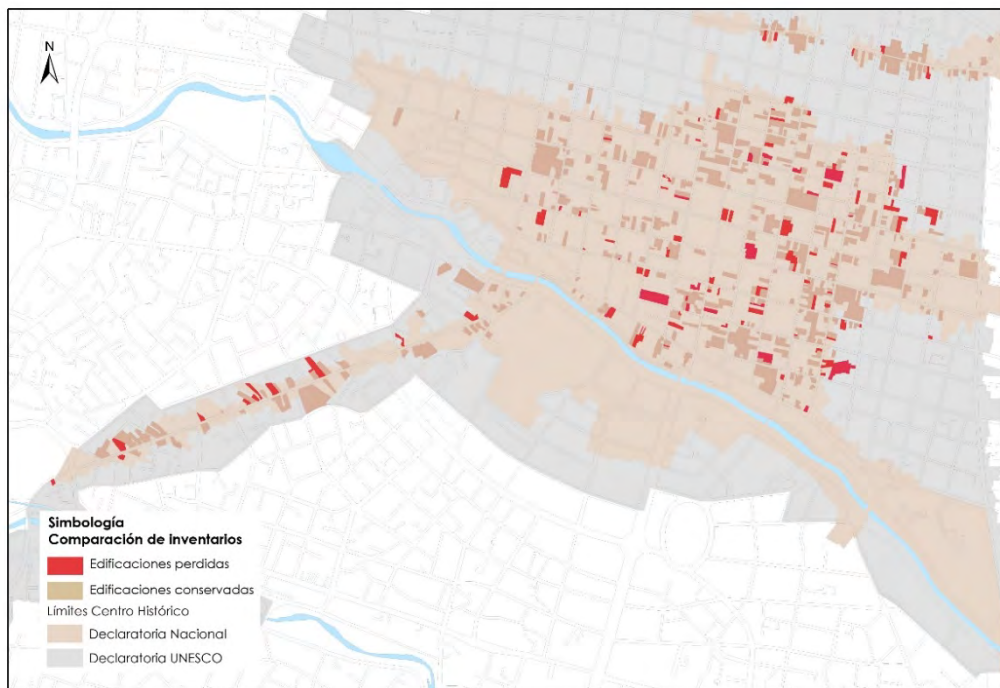


Figura 16. Ubicación de las edificaciones que se han perdido en el periodo entre los inventarios de 1999 y 2010 (Proyecto vlrCPM)

Pero, después del se vio importante graficar un fenómeno muy común que se empezó a dar en la ciudad, en donde se elimina el interior de la casa y se conserva sólo la fachada, para

no evidenciar la pérdida del bien y evitarse problemas legales. Debido a este fenómeno muchas edificaciones se han perdido, y en el siguiente mapa se puede localizar los inmuebles que han sido afectados por este fenómeno.

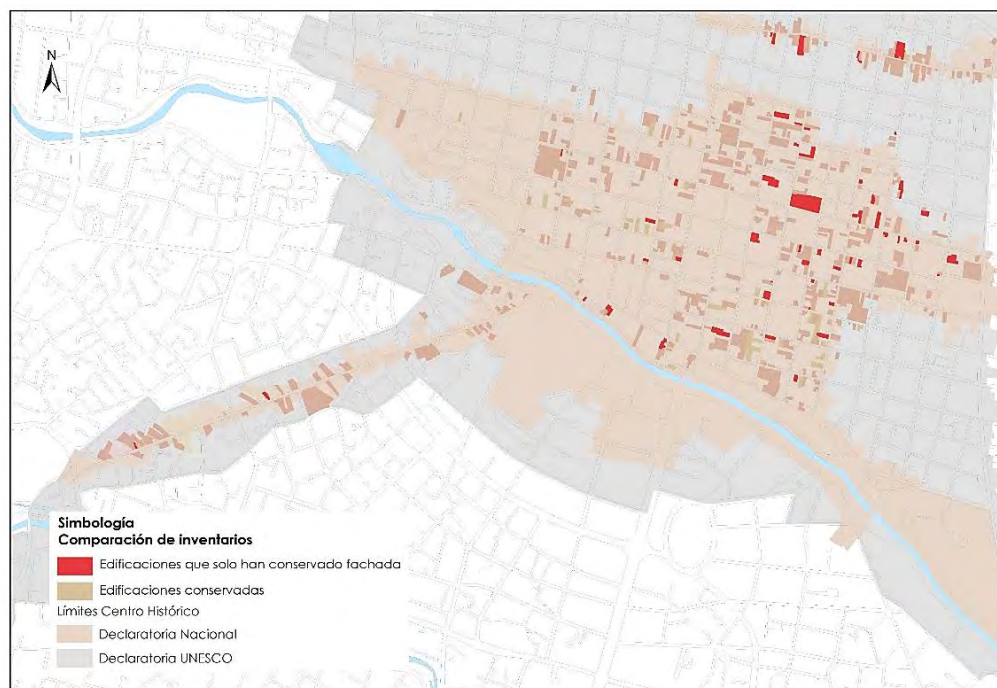


Figura 17. Ubicación de las edificaciones que han conservado únicamente la fachada en tierra en el periodo de los inventarios de 1999 y 2010 (Proyecto vlrCPM)

Tras la evaluación de los dos inventarios, se tiene que Cuenca ha perdido gran parte de su patrimonio en sistemas constructivos en tierra. La mitad de construcciones en adobe han sido derribadas en 10 años, y en muchas de ellas han quedado solo las fachadas para disimular la pérdida de su interior.

Además en 1999, ya existían edificaciones que contaban con el sistema constructivo de tierra solo en fachada, y al analizar el inventario en el año 2010 se ve que el porcentaje de pérdida es elevado.

A continuación se muestra la tabla de porcentajes resultantes, mostrando las posibilidades analizadas de acuerdo a cada material y según los elementos que la componen.

Tabla 1. Porcentajes de la pérdida de edificaciones en tierra

Edificaciones que cuentan con	2000	2010	% pérdida
Estructura de adobe	452	407	10
Fachada de adobe	612	443	28
Estructura de bahareque	57	49	14
Fachada de bahareque	6	6	0
Adobe en fachada y estructura	395	182	54
Bahareque en fachada y estructura	5	5	0

Edificaciones que cuentan con	2000	2010	% pérdida
Total de edificaciones en tierra (estructura y fachada)	400	187	53
Total de edificaciones en tierra (estructura)	509	456	10
Total de edificaciones en tierra (fachada)	618	449	27

Análisis de las 400 que tienen estructura y fachada de tierra	2000	2010	% pérdida
fachada y estructura	400	276	31
fachada	400	318	20
estructura	400	325	19

6 CONCLUSIONES

Pese a la declaratoria de Cuenca como Patrimonio Mundial de la Humanidad en el año 1999, y al registro legal para la protección de bienes culturales establecidos por los inventarios; muchas de las edificaciones han sido demolidas para dar paso a intervenciones “modernas” que no son precisamente de buena calidad.

El beneficio económico de un predio en el Centro Histórico, ha sido el principal motivo para que sus propietarios busquen maneras de aumentar su redito económico; al demoler las construcciones muchas se convierten en terrenos vacíos apropiados para parqueaderos, o en edificaciones para la implementación de bloques de oficinas, apartamentos o entidades financieras que terminan agrediendo al entorno y como consecuencia al paisaje de la ciudad.

Dado el porcentaje de pérdida analizado, se tiene que en 10 años se ha perdido alrededor del 20% de edificaciones en tierra, considerando para el análisis bienes que poseen un sistema constructivo de tierra en su estructura y en fachada; por lo que se puede decir que los inventarios como herramienta, no han cumplido con el objetivo de gestionar al patrimonio de una manera responsable y eficiente, dando paso a la destrucción de técnicas constructivas tradicionales.

Es preocupante conocer que solo con el análisis de 2 inventarios en las últimas décadas se identifican pérdidas grandes del patrimonio de la ciudad, esto lleva a reflexionar sobre la cantidad de edificaciones que pueden haberse perdido en estos últimos 6 años que aún no se tiene un estudio. Sería importante que se realizara un nuevo inventario para poder llegar a una comparación actual, y a su vez sistematizar la información de los inventarios de 1982 y 1973 para llegar a un análisis completo y exponer a la ciudadanía con el fin de crear conciencia sobre el tema.

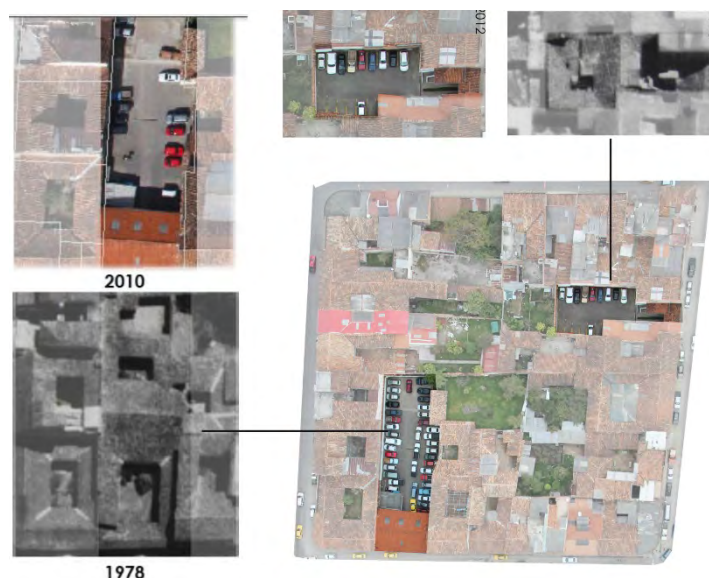


Figura 18. Ejemplo de dos edificaciones perdidas en el CH de Cuenca (Proyecto vlrCPM)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrera, V. A.; Sigüencia, M. E.; Zhindón, P. N. (2012). Conservación a nivel urbano, aplicación de herramientas de conservación a nivel urbano en los manzanos de Cuenca. Caso: Sector del Vado, manzanas comprendidas entre las calles Mariscal Sucre, Coronel Talbot, Paseo Tres de Noviembre y Tarqui. (Tesis de Pregrado). Universidad de Cuenca.

Cardoso, F. (2013). Expediente retrospectivo. Propiedad C-863 - Santa Ana de los Ríos de Cuenca – Ecuador. Ilustre Municipalidad de Cuenca.

Galdeano, E. (2001). Globalización versus región en la arquitectura latinoamericana. Disponible en <http://www.arquitectura.com/arquitectura/monografias/global1/global1.asp>

Heras, V. (2015). Cuenca, quince años como patrimonio mundial: evaluación de los procesos de documentación y monitoreo. *ESTOA*, No.6, Universidad de Cuenca.

ICOMOS, (1999). World Heritage 23COM. p.34. Disponible en <http://whc.unesco.org/archive/1999/whc-99-conf209-11e.pdf>. Paris, Francia.

Jaramillo, D.; Astudillo, S. (2008). Análisis de los inventarios del patrimonio cultural edificado en la ciudad de Cuenca. En Universidad de Cuenca. Facultad de Arquitectura 50 años de la Universidad de Cuenca, 222–225.

Rosales, A. B.; Pimentel, V. (2007). Documentación de arquitectura vernacular: el caso de la arquitectura de tierra en el norte del Perú. En *Arquitectura vernácula en el mundo ibérico: actas del congreso internacional sobre arquitectura vernácula*, p. 139–143. Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla.

Siguencia, M. (2014). Historic urban landscape for conservation of historic centre of Cuenca, Thesis to obtain the degree of Master of Conservation of Monuments and Sites, Lueven, Bélgica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto de investigación vlirCPM de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca. Se hace extensivo el agradecimiento a los miembros que conforman las líneas de investigación sobre Paisaje Urbano Histórico y Manejo y Monitoreo dentro del proyecto en mención.

AUTORES

María Eugenia Sigüencia, estudiante PhD de la KULeuven-Bélgica en el Raymond Lemaire International Centre for Conservation (RLICC), docente de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca, master en conservación de sitios y monumentos en la KU Leuven, investigadora en proyecto vlirCPM gracias al convenio de colaboración entre la Universidad de Cuenca y las Universidades Flamencas de Bélgica (vlir-IUC).

Silvia Auquilla Zambrano, estudiante Maestría en Conservación y Gestión del Patrimonio Cultural Edificado de la Universidad de Cuenca, laboratorista en el área de Paisaje Urbano Histórico en el Proyecto de Investigación VlirCPM de la Universidad de Cuenca en convenio con Universidad de Cuenca y las Universidades Flamencas de Bélgica (vlir-IUC).

Silvana Vintimilla Andrade, estudiante Maestría en Conservación y Gestión del Patrimonio Cultural Edificado de la Universidad de Cuenca, laboratorista en el área de Paisaje Urbano Histórico en el Proyecto de Investigación VlirCPM de la Universidad de Cuenca en convenio con Universidad de Cuenca y las Universidades Flamencas de Bélgica (vlir-IUC).



EDIFICACIONES EN TIERRA INTERVENIDAS EN LA CAMPAÑA DE MANTENIMIENTO DE SAN ROQUE, CUENCA, ECUADOR. Métodos visuales en la fase de diagnóstico

María Cecilia Achig-Balarezo¹; Gabriela Barsallo²; Juan Carlos Briones³; César Piedra⁴

Proyecto vlrCPM, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador,

¹cecilia_achig@hotmail.com; ²gabyb23@hotmail.com; ³jcbo22@gmail.com

⁴Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador, cpiedra@ehuasi.com.ec

Palabras clave: campaña, mantenimiento, San Roque, Cuenca, Ecuador

Resumen

La campaña de mantenimiento realizada en el barrio de San Roque a principios del año 2014, promovida por el proyecto vlrCPM¹ y la FAUC², concluyó con un tiempo de ejecución considerablemente mayor al estimado en el fase de diagnóstico. Esta investigación tiene como objetivo evaluar la metodología aplicada y encontrar los factores que pudieron ocasionar esta diferencia entre lo planificado y lo ejecutado, nutriéndose de nuevos conocimientos de expertos en el área de la evaluación y diagnóstico se espera que estas adiciones a la metodología permitan realizar una estimación más precisa en posteriores campañas.

1 INTRODUCCIÓN

Durante la ejecución de la campaña de mantenimiento en el barrio de San Roque, fue necesario realizar ajustes en las cantidades de material y medidas de intervención propuestas, durante el diagnóstico, lo cual afectó la planificación presupuestaria y el tiempo de ejecución de obra. Esta investigación evalúa la memoria explicativa (diagnóstico) de una de las edificaciones patrimoniales del área de estudio, frente a las medidas de intervención ejecutadas.

Es necesario analizar los materiales y técnicas tradicionales utilizadas en las edificaciones donde se aplicó la campaña de San Roque, enfatizando el uso del adobe y bahareque. Existen daños específicos susceptibles de producirse para este tipo de sistemas constructivos y para el análisis se parte de una aproximación visual, es decir a través de un método empírico, respaldado en un conocimiento que puede llevar años de experiencia, que ayuda a identificar el deterioro. Tal es el caso de la presencia de manchas en muros de tierra, deformaciones en cubiertas o pisos, etc., requiriéndose realizar prospecciones de ser necesario.

Existen trabajos previos que se han realizado sobre esta problemática en el proyecto vlrCPM y la FAUC donde se indica la condición de las edificaciones patrimoniales desde diversos puntos de vista: "Soluciones a daños en edificaciones patrimoniales construidas con tecnologías tradicionales" (Piedra, 2008), "Sistema de registro de daños para determinar el estado constructivo en muros de adobe", (Achig et al, 2013), "Aplicación del sistema para evaluar el estado constructivo en muros de adobe" (Achig y Abad, 2015) y *Condition*

¹ Proyecto vlrCPM (Vlaamse Interuniversitaire Raad – Ciudad Patrimonio Mundial) de la Universidad de Cuenca en convenio con el consorcio de Universidades Flamencas (Universidad Católica de Lovaina - Bélgica), pretende desarrollar bases científicas y proporcionar educación de alto nivel para contribuir en el objetivo de mejorar el manejo de los sitios de patrimonio mundial en el sur del Ecuador, mediante la generación de herramientas y la diseminación del conocimiento.

² Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca

assessment of the heritage buildings, before and after the maintenance campaign in San Roque (Achig et al, 2016).

La importancia del estudio de daños para la conservación del patrimonio construido, radica en tomar medidas de prevención frente a posibles daños o peligros (González-Varas, 2005). El *Canadian Code of Ethics* afirma que preservación son todas las acciones desarrolladas para retardar el deterioro y/o para prevenir daños de la propiedad cultural (Earl, 2003). Esto implica naturalmente la gestión del ambiente y del medio circundante al objeto, de modo que se mantengan lo más posible sus condiciones físicas estables (Correia, 2007).

El objetivo de la presente investigación es elaborar unas directrices (basadas en métodos visuales o empíricos, siendo un apoyo importante al diagnóstico) que permitan determinar la condición de las edificaciones de tierra lo más cercano a la realidad, tomando como caso de estudio la experiencia desarrollada en la campaña de mantenimiento de las edificaciones patrimoniales de San Roque.

La importancia de este artículo radica en alcanzar un diagnóstico que permita determinar la condición de las edificaciones de tierra y que se ajusten a la realidad en la medida de lo posible, especialmente en el caso de cronogramas y presupuesto. Esta información será de gran utilidad para el caso específico de realizar futuras campañas de mantenimiento en la ciudad o en otros contextos similares.

2 METODOLOGIA

Considerando la problemática determinada, se adaptó la metodología propuesta por el ICOMOS en el año 2003 para estructuras en edificaciones patrimoniales, esta propuesta contempla cuatro fases: anamnesis (investigación), diagnóstico, terapia y control. En el mismo documento indica que, cualquier decisión respecto a las medidas de intervención (terapia³) que pudieran aplicarse sobre una edificación, son posteriores a la fase de investigación (anamnesis⁴) y un diagnóstico, en donde se evalúan aspectos como los tipos de alteraciones, daños y las causas que lo provocaron, determinando el estado constructivo actual de la misma (ICOMOS, 2003).

Las cuatro fases mencionadas se aplicaron en todo el proceso de la Campaña de Mantenimiento de las edificaciones patrimoniales del barrio tradicional de San Roque. La fase de investigación y diagnóstico la realizaron los estudiantes de la FAUC dentro del Taller de la opción de conservación de patrimonio en coordinación con el proyecto vlrCPM. Las medidas de intervención y control constituyeron la aplicación de la Campaña de Mantenimiento a cargo del proyecto vlrCPM y la FAUC.

Para entender el proceso de desarrollo de la Campaña de Mantenimiento, se tomó como caso de estudio una edificación patrimonial perteneciente a la señora Cecilia García que presentaba un considerable estado de deterioro (edificación 008). La edificación está identificada con la clave predial 0801007008 y está categorizada como de valor ambiental, dentro de la escala de valores propuesta por la I. Municipalidad de Cuenca. (Figura 1).



Figura 1 Ubicación del inmueble dentro del tramo. Fuente: Proyecto vlrCPM

³El término terapia será reemplazado por medidas de intervención, como consta en el texto referido del ICOMOS 2003.

⁴ El término anamnesis será reemplazado por investigación, como consta en el texto referido del ICOMOS 2003.

2.1 Investigación

La investigación requiere de una aproximación interdisciplinaria, a través de la recopilación de información de la edificación y su contexto, que parte de un estudio histórico (ICOMOS 2014), del conocimiento de las estructuras y materiales, así como del estado original de las edificaciones (ICOMOS 2003) con el fin de establecer un plan integral de intervención.

Delimitación del área de estudio y análisis del contexto

En el caso de la campaña de mantenimiento de San Roque, dentro de esta etapa se realizó la justificación, delimitación del área de estudio, y determinación de los valores patrimoniales de todo el barrio. Mediante la investigación se obtuvo información relacionada con el paisaje, levantamientos de edificaciones, tramos, y vías.

Reseña histórica

La reseña histórica permitió conocer información relacionada con reconstrucciones, remodelaciones, ampliaciones y cambios de uso; materiales y técnicas constructivas utilizadas, en etapas previas y que condujeron al estado actual de la edificación.



Figura 2: (A) referencia histórica del estado de la edificación 008 en el año 2006. Fuente: Aguirre 2006. (B) referencia histórica del estado de la edificación en el año 2013. Fuente: Opción de Restauración 2012 - 2013

En este contexto, fue posible identificar cambios cromáticos en los elementos que componen la fachada, tales como: puertas, muros, zócalo. En la Figura 2 del caso de estudio, se evidencia deformación y daño en algunos elementos que componen la cubierta, es posible detectar alteraciones ocasionadas por la reubicación de los medidores de luz y agua; la Figura 2-B muestra alteraciones generadas por la tubería embebida en el muro y recubierta de cemento.

2.2 Diagnóstico

Esta fase tiene como objetivo evaluar con claridad el estado general de la edificación, describiendo su tipología; materialidad y estado de los elementos; así como los fenómenos físicos, biológicos o químicos sobre los elementos, considerando si son fenómenos establecidos o que probablemente afectaron la edificación en un momento de su historia. (ICOMOS, 2014).

Una vez obtenida la información cualitativa (fase de investigación), en la fase de diagnóstico se realizó en cada uno de los predios un estudio cuantitativo en el cual se identifican daños y sus posibles causas que determinan la condición de los elementos, con el objetivo de realizar una propuesta de intervención que mitigue estos problemas.

Dentro de la campaña de mantenimiento de San Roque, específicamente en el caso de estudio, a través de la aplicación de fichas de registro, se determinaron los daños como deformación, desprendimiento, fisuras, grietas, etc. y sus posibles causas que los ocasionaron como la presencia de humedad, presentes en los diferentes elementos de la

edificación en fachadas y en cubiertas. Adicionalmente se trató de cuantificar los daños, por ejemplo, si existía un desprendimiento en una pared, se registró el tamaño de la superficie desprendida o si existían grietas o fisuras se registró el número de estos daños que afectaron al elemento. Para el registro de daños es fundamental contar con el levantamiento de plantas de las edificaciones y codificar los ambientes para poder señalar su ubicación. Este estudio se complementó con una propuesta cromática para la intervención en fachada, tomando en cuenta la paleta de colores históricos para las edificaciones patrimoniales de Cuenca.

Para facilitar la recopilación de la información se creó un sistema de referencia, codificando daños, posibles causas, elementos y sus materiales, y se creó una base de datos con el objetivo de sistematizar esta información. (Proyecto *vliirCPM*, 2016).

2.3 Condición o estado actual

Una vez analizada la información obtenida al identificar los daños, se pudo establecer una primera evaluación del estado constructivo general de la edificación (Achig et al, 2016) En el caso de estudio, se presentaron algunos daños como se muestra en la Figura 3.

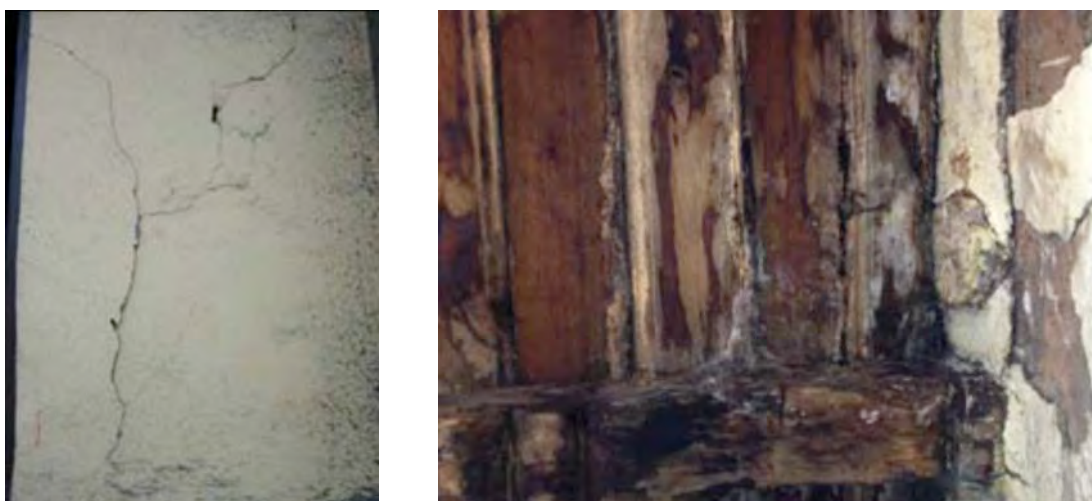


Figura 3: Fotografías de daños: fisuras en un muro frontal (izquierda) y alero y canecillo de madera con pudrición (derecha)

Como productos del diagnóstico se obtuvieron, un presupuesto y un cronograma de obra por cada predio, en donde se incluyeron labores planificadas, cuyo análisis en relación con las labores ejecutadas se discutirá más adelante en los resultados de la investigación.

2.4 Medidas de intervención y control

Esta fase tiene como objetivo determinar las medidas de intervención y tratamiento más efectivo. La calidad de la información obtenida durante la etapa de investigación y diagnóstico, determinará la calidad de las medidas de intervención propuestas. El proyecto de intervención deberá basarse en una comprensión clara de los factores que causaron el daño y la degradación priorizando el valor patrimonial de la edificación. (ICOMOS 2014). Todas las propuestas de intervención deben considerar el enfoque de conservación preventiva, en donde es necesario mantener la integridad de sus componentes, considerando las técnicas constructivas y su materialidad, manteniendo en la medida de lo posible la integridad de las características que dan valor patrimonial a la edificación.

En la ejecución de la campaña de mantenimiento de San Roque, se evidenció la colaboración interinstitucional y la participación de la comunidad para realizar acciones de mantenimiento emergente en cubiertas, las fachadas y elementos en situación de riesgo. El trabajo en equipo constituyó un eje importante dentro de la campaña, se organizaron 5 grupos de trabajo, cada uno de ellos “contó con un líder (técnico del proyecto *vliirCPM*) dos estudiantes como residentes de obra, un maestro principal, dos albañiles, un ayudante y

cinco miembros de las Fuerzas Armadas” (Achig et al, 2014), sin olvidar la participación de la comunidad como protagonistas del desarrollo de la campaña.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez analizada la metodología planteada, se procedió a señalar los resultados obtenidos en la intervención en la Campaña de Mantenimiento de San Roque, al comparar las labores planificadas en el diagnóstico con las labores ejecutadas registradas en el libro de obra, las cuales se consolidaron en una base de datos. Este análisis comparativo permitió entender el problema planteado: el desfase de tiempos en la ejecución de las obras. Para solventar esta situación, en la presente investigación se propone complementar el diagnóstico utilizando métodos visuales basados en la experiencia, para determinar la condición más próxima a la realidad de una edificación de tierra y ser más reales en los tiempos de ejecución de la obra y en el cálculo de materiales, y por ende en los presupuestos.

3.1 Análisis y resultados comparativos de las labores planificadas (diagnóstico) vs las labores ejecutadas (intervención)

La diferencia significativa entre las labores planificadas y las ejecutadas durante la campaña de mantenimiento de San Roque, se debió principalmente a las dificultades de ingreso a las edificaciones en la fase de diagnóstico, lo cual sumado a factores climáticos dio como resultado un desfase considerable, como se puede observar en los rubros de cubierta de la edificación 008 (Figura 4).

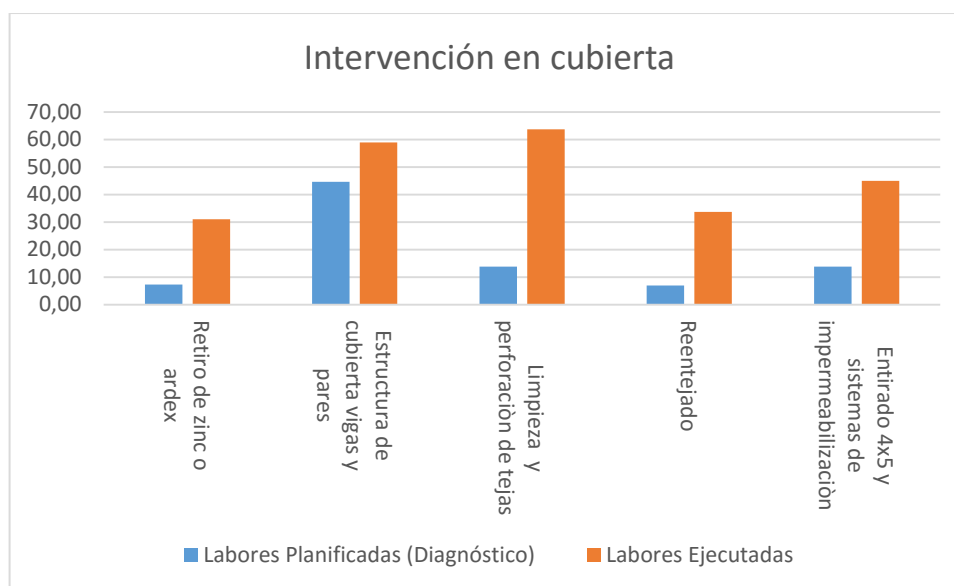


Figura 4. Cuadro comparativo de diagnóstico y obras ejecutadas en intervención en cubierta en la Campaña de San Roque, en edificación 008. Fuente: Proyecto vliirCPM

La intervención en cubierta fue importante en esta edificación, siendo ésta, la actividad con mayores cambios en su planificación, al punto de cuadruplicar la cantidad de obra en algunos de los rubros planificados y ejecutados que se proyectó en el diagnóstico (Figura 4). La importancia de la reutilización de los materiales propició la recuperación de un elemento de valor en los proceso de intervención, siendo así que en la cubierta se utilizaron tejas nuevas como tapas y se reutilizaron las tapas retiradas como canales con su limpieza previa. Con respecto al elemento “cubierta” como rubro importante y no planificado fue la “colocación de plancha de onduline”.

Continuando con el análisis en la edificación 008, se observan varios datos que son importantes tomar en cuenta al momento de la planificación. En el diagnóstico se planificaron 25 labores, de las cuales en el libro de obra se verifica que cuatro de ellas no fueron realizadas. Sin embargo el momento de intervenir se ejecutó 46 labores, de las cuales 21 actividades no se encontraban planificadas y fueron necesarias para consolidar el

bien inmueble (Proyecto vlirCPM, 2014). En términos cuantitativos, las labores planificadas corresponden a un 58% y las no planificadas al 42% acarreado diversos problemas de carácter logístico y presupuestario que fueron superados en la marcha del proyecto (Figura 5).



Figura 5. Cuadro comparativo de las labores planificadas vs. las labores no planificadas en la Campaña de Mantenimiento de San Roque en la edificación 008. Fuente: Proyecto vlirCPM.

Adicionalmente cabe destacar que dentro de las 21 actividades no planificadas un porcentaje considerable corresponde a solucionar problemas del sistema eléctrico, así como obras de limpieza manual de escombros, consolidaciones de piezas de madera, retiro revoque de barro, revoque de barro paredes, colocación de alcayetas, arreglos menores de paredes con yeso, elaboración de escalera provisional de madera, empaste de yeso, junta muro-cubierta con mortero de cemento y aplicación de pintura de agua.

3.2 Pruebas empíricas y métodos visuales, criterios analíticos basados en la experiencia los mismos que complementan el diagnóstico

Partiendo de los resultados obtenidos al comparar las labores planificadas y las labores ejecutadas en la edificación 008 de la Campaña de Mantenimiento de San Roque, surgió la necesidad de realizar una prospección a cada uno de los elementos componentes de los bienes patrimoniales, concluyendo que no se pudo acceder a una documentación completa del grado de complejidad de daños y por tanto las necesidades tanto en materiales como mano de obra y tiempo de realización. Debido a esto fue conveniente trabajar con un equipo multidisciplinario y con una vasta experiencia en construcción en el uso de materiales tradicionales, especialmente la tierra. De esta manera se solventó algunos vacíos que pudieron haber existido, determinando como aporte fundamental de esta investigación, complementar la metodología planteada introduciendo como componentes dentro del diagnóstico, pruebas empíricas y métodos visuales, basados en la experiencia. Se debe dejar explícita la necesidad de que durante la etapa de diagnóstico se requiere la anuencia de los propietarios de los bienes a intervenir a través de las facilidades de ingreso, la liberación de objetos como muebles y enseres de determinados lugares, aspectos todos que se consideran fundamentales para que la presente investigación.

Los indicadores (pruebas empíricas y métodos visuales) que permiten determinar la condición de algunos elementos estructurales en las edificaciones con técnicas tradicionales de construcción, se sintetizan a continuación:

Métodos visuales

- a) Deformación de las piezas de madera en la cubierta.
- b) Deformación de pisos de madera.
- c) Presencia de manchas en muros de tierra.

d) Determinación de hundimientos.

Métodos físicos y mecánicos

a) Aplicar golpes continuos, que nos denotan sonidos propios de los desprendimientos, oquedades, vacíos y de una manera más práctica saltar sobre los piso de madera para a través de la vibración producida, llegando a definir el estado o el nivel de gravedad de los elementos de entrepiso.

b) Aplicar golpes en muros de tierra para determinar el nivel de adherencia entre las capas de revoco, empañete y pintura del muro en estudio y de no ser así, esto determinaría su fácil desprendimiento.

c) Producir lastimaduras superficiales en las piezas de madera que puede ser una viga o una columna, utilizando clavo, desarmador, azuela, formón, o un taladro, según la necesidad. Dependiendo de la profundidad que se llegue se podrá determinar el estado del elemento estudiado. En el caso de tener madera podrida o pasmada, la herramienta utilizada penetrará fácilmente, encontrándose la presencia de partículas propias del daño de la madera en general.

Todos estos indicadores, dependiendo de su magnitud ayudan a determinar las condiciones físicas y mecánicas encaminadas a complementar el estudio de diagnóstico.

La edificación 008 (caso de estudio), presentó deformaciones de la cubierta, sin poder físicamente constatar en la fase de diagnóstico, las evidencias de la deformación en sus piezas de madera en la primera y la segunda crujía (Figura 6). Esto se refleja claramente en los resultados del libro de obra, donde se aprecia un desfase entre las piezas estructurales a ser reemplazadas en el diagnóstico, con la realidad en obra (desfase del 50%). En cuanto a la cuantificación en los muros de tierra, la presencia de empañetes y revoques planificados resultaron significativamente menores a la realidad reflejada en los libros de obra. La columna estructural en el subsuelo, al realizarle el método mecánico de lastimadura con un elemento corto punzante, se pudo fácilmente conocer el estado de deterioro del elemento, por lo que fue necesario realizar un resane en la parte inferior de la misma. Esta prueba no fue realizada en el diagnóstico debido a las dificultades de acceder al lugar, por lo que no se planificó el reemplazo de esta pieza en su basa.



Figura 6. Deformación de las piezas de madera en cubierta y piso en la segunda crujía de la edificación 008. Fuente: Proyecto vlirCPM.

Por lo mencionado anteriormente se concluye que, la evaluación de la condición general de esta edificación (diagnóstico), pudo haber sido más real incorporando otros métodos prácticos y de observación. A todo este análisis hay que sumarle la época de la intervención de la campaña de mantenimiento (febrero 2014) que coincidió con la época de lluvias y que sin lugar a dudas determinó un retraso en el tiempo de ejecución de las obras. Como recomendación en los objetos planificados, sería importante tomar en cuenta los períodos de lluvia y de sequía para las intervenciones especialmente en cubiertas. En el caso

específico de Cuenca, los meses de sequía son octubre, noviembre y diciembre, sin embargo, es muy difícil prevenir el temporal en todos los meses del año.

4 CONCLUSIONES

Para intervenciones integrales, en la etapa de investigación es indispensable contar con la información histórica de las etapas constructivas de la edificación, en donde se pueda determinar si existieron alteraciones, adecuaciones, adaptaciones que pudieron provocar daño sobre todo en los elementos estructurales.

Con la finalidad de proponer medidas de intervención alineadas con la conservación preventiva, es necesario poner mayor énfasis en la información correspondiente a la determinación del valor patrimonial y la autenticidad de la edificación, en donde elementos antropológicos y de conjunto influyen en la valoración de la misma, estos elementos y nuevas visiones a múltiples escalas, conduce a un nuevo paradigma en la gestión del patrimonio como un eje integrador y no como un conjunto de elementos aislados.

Para que el estudio de diagnóstico sea más ajustado a la realidad, resulta necesario en todo el proceso contar con el apoyo de los propietarios los mismos que deben facilitar el ingreso a las edificaciones y acceder a aquellos espacios donde se requiere realizar los métodos visuales empíricos señalados, en casos especiales se puede requerir la realización de prospecciones. Esto se complementa con una adecuada descripción de daños y sus posibles causas que permite evaluar la condición de los elementos. De esta manera se puede obtener información más exacta sobre la cuantificación de materiales y tiempos de intervención, que repercute en los presupuestos. Además se debe tomar en cuenta la presencia de lluvias que sin lugar a dudas retrasa los procesos de intervención.

Al extenderse las labores en obra, durante los últimos días de la intervención disminuyó el número de pasantes, por lo que el libro de obra no contemplaba algunas actividades realizadas. Para solventar estos vacíos, durante la presente investigación, se realizó una entrevista al coordinador de la obra, Arq. Esteban Ávila, quien brindó información que permitió completar la existente y generar una comparación adecuada entre las labores planificadas en la fase de diagnóstico y la ejecución de la obra. Por este motivo, resulta fundamental llevar de forma sistemática el registro de actividades en el libro de obra, lo que garantiza la descripción de las labores realizadas en la edificación y posteriormente se constituye en un insumo básico para el monitoreo.

Este proceso abre las puertas a que futuras investigaciones, en donde se espera que nuevamente se evalúe la metodología propuesta, con la finalidad de organizar mejor los tiempos de intervención y así poder disminuir al máximo costos.

Una evaluación de las edificaciones de tierra en su conjunto, así como su influencia dentro del tramo o manzano se vuelve fundamental para determinar su valor patrimonial. Tomando en cuenta el análisis de elementos individuales y con el apoyo directo de la comunidad organizada se pretende hacer conciencia acerca del mantenimiento y conservación del patrimonio edificado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Achig, M.C., Zúñiga, M., Van Balen, K., y Abad, L. (2013). Sistema de registro de daños para determinar el estado constructivo en muros de adobe. *Revista MASKANA*, vol. 4, No. 2. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Achig-Balarezo, M. C.; Jara, D.; Cardoso, F.; Van Balen, K. (2014). Hacia un plan piloto de conservación preventiva basado en la campaña de mantenimiento de San Roque. *ESTOA*, 0(5), 37–50. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca, Ecuador.

Achig, M. C., Abad, L. (2015). Aplicación del sistema para evaluar el estado constructivo en muros de adobe. 15º SIACOT: tierra, sociedad, comunidad. Cuenca, Ecuador.

Achig-Balarezo, M. C.; Barsallo, M. G.; Briones, J. C.; Cardoso, F. A. (2016). Condition assessment of the heritage buildings, before and after the maintenance campaign in San Roque. Conferencia: SAHC 2016: 10th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, Lovaina – Bélgica.

Correia, M. (2007). Teoría de la conservación y su aplicación al patrimonio en tierra. *Apuntes*. Revista de estudios sobre patrimonio cultural, Vol. 20, núm. 2. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Earl, J. (2003). Building conservation philosophy. Dorset: Donhead.

ICOMOS (2003). Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico. Zimbabwe. Descargado el 20 de junio de 2016 de http://www.icomos.org/charters/structures_sp.pdf

ICOMOS (2014). Recommendations for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage. Iscarsah international scientific committees on the analysis and restoration of structures of architectural heritage guidelines. Descargado el 20 de junio de 2016 de <https://iscarsah.files.wordpress.com/2014/11/iscarsah-guidelines.pdf>

González-Varas, I. (2005). Conservación de bienes culturales. Teoría, historia, principios y normas. Madrid: Manuales Arte Cátedra.

Piedra, C. (2008). Soluciones a daños en edificaciones patrimoniales construidas con tecnologías tradicionales. Tesis para la obtención de título de Maestría en Conservación de Monumentos y Sitios, Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Proyecto vlrCPM (2014). Libro de obra de la campaña de mantenimiento de San Roque. Documento digital. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Católica de Lovaina- Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Proyecto vlrCPM (2016). Atlas de daños. Edificaciones patrimoniales de Cuenca. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Católica de Lovaina- Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al arquitecto Esteban Ávila, quien con su amplio conocimiento en temas de intervención en edificaciones patrimoniales, participó como asesor técnico en uno de los 5 grupos de trabajo dentro de la Campaña de San Roque y colaboró con aportes significativos para el conocimiento de las labores ejecutadas en la edificación objeto de estudio de la presente investigación.

AUTORES

María Cecilia Achig Balarezo, magister en conservación de monumentos y sitios, master of conservation of monuments and sites en el Centro Raymond Lemaire en Lovaina - Bélgica; arquitecta; investigadora del proyecto vlrCPM (Manejo y Preservación de la Ciudad Patrimonio Mundial) en cooperación con las universidades flamencas; docente de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca.

María Gabriela Barsallo Chávez, arquitecta, auxiliar de Investigación del Proyecto vlrCPM; participó dentro del equipo de arquitectos restauradores para la actualización del inventario de bienes inmuebles del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural; miembro del equipo de consultores del Proyecto de Patrimonio Cultural Material e Inmaterial en la provincia de Morona Santiago; formó parte del equipo técnico de la Fundación Municipal “El Barranco”.

Juan Carlos Briones, ingeniero de sistemas, auxiliar de Investigación del Proyecto vlrCPM; ha dirigido múltiples proyectos de tecnologías de la información y comunicación enfocados en la gestión del patrimonio cultural, dentro del ámbito regional y nacional, actualmente es miembro del equipo de investigaciones que desarrollan un sistema de monitoreo de bienes patrimoniales en la ciudad de Cuenca en conjunto con la Municipalidad de Cuenca.

César Piedra Landívar, arquitecto, magister en conservación de monumentos y sitios en la Universidad de Cuenca - Ecuador, cuenta con capacitación en ingeniería sísmica, tecnologías apropiadas, participó en el desarrollo del plan habitacional para la construcción de una vivienda económica en Costa Rica; actualmente es docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca.



CONSIDERACIONES PARA LA CONSERVACION DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN BOLIVIA

Esdenka Araoz Acosta

Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia, arq.esdenkaraoz@gmail.com

Palabras clave: conservación, restauración, patrimonio, cultura, salvaguarda

Resumen

Desde sus orígenes la arquitectura en tierra ha sido la respuesta a las necesidades primigenias o básicas del ser humano, caracterizado por sus cualidades prácticas, hacen que se busque conservar las principales características constructivas de este material y así asegurar la conservación del patrimonio cultural. Los avances tecnológicos y constructivos han dejado de lado este tipo de construcciones, negando la posibilidad de interrelacionar lo nuevo con lo antiguo, ocasionando que se pierdan las características intrínsecas de la cultura. Haciendo una retrospectiva se puede encontrar elementos constructivos que dan la posibilidad de valorar, conservar y transmitir elementos de la cultura que son necesarios rescatar. Bolivia es un país pluricultural y multiétnico, que cuenta con diferentes pisos ecológicos de enorme biodiversidad, desde el maravilloso altiplano que pasa por los valles, llegando a la amazonia, todas estas regiones geográficas, son importantes para la conservación y protección del patrimonio. El presente artículo, tiene como objetivo principal la recuperación y la puesta en valor de los sistemas constructivos que utilizan la tierra como material de construcción, con el fin de rescatar elementos claves de los sistemas tecnológicos constructivos aplicados en cada región.

1 INTRODUCCIÓN

La tierra es el material constructivo utilizado desde hace más de cinco mil años, las primeras civilizaciones construyeron ciudades enteras con tierra, como Susa o Sumeria, que fueron ciudades sede de la cultura urbana.

Durante siglos, cuando un edificio necesitaba reparación de la estructura defectuosa, se reconstruía con el estilo de la época, de modo que los edificios antiguos iban convirtiéndose en una mezcla de estilos.

Pero a fines del siglo XVIII, una nueva concepción revolucionó el sistema constructivo aplicado a las edificaciones, se empezaron a sustituir las estructuras antiguas por estilos similares al de la edificación, es así que surge la restauración.

A fines del siglo XIX, se produjo una fuerte reacción ante la demolición de edificios antiguos. Este movimiento, que estaba encabezado por el arquitecto, escritor y reformador William Morris, se caracterizó por una nueva aproximación a los edificios antiguos, más moderados y menos radicales. Su lema más que la restauración fue la conservación.

Una de las personalidades más importante en materia de restauración de monumentos fue el arquitecto arqueólogo francés Eugène Viollet-Le-Duc. Fue él, el primer autor que hizo una compilación acerca de cómo restaurar los monumentos, y fue el primer autor que definió la restauración. En su obra *Dictionnaire raisonné de l'architecture française* (1854-1868), expone los criterios de restauración en los monumentos. Dichos planteamientos sirvieron de base para los restantes países de Europa. Su frase, (Volumen 7, página 14.) "Restaurar un edificio no es mantenerlo, repararlo o rehacerlo, es restituirlo a un estado completo que quizás no haya existido nunca", es el arranque de toda una teoría restauradora que se extendió por todo el continente.

Las organizaciones como los de la Sociedad para la Protección de los Edificios Antiguos (SPAB, por sus siglas en inglés) hicieron una labor innovadora al mostrar las mejores maneras de reparar y usar métodos de conservación que mantengan en mejores condiciones los edificios antiguos.

Grecia fue el primer país que aprobó una ley para proteger los monumentos antiguos en 1834, le siguieron los daneses y en el siglo XIX, Alemania, Holanda, Italia, Suecia y Estados Unidos también promulgaron leyes para proteger importantes edificios. A partir de 1940, durante la guerra, también nació el catálogo de edificios de Gran Bretaña, que los clasifica, enumera y protege por ley.

El término de conservación recoge todas aquellas acciones que estén dedicadas a la preservación del “patrimonio cultural”, la necesidad de conservación se une a la necesidad de “transmitir” conocimientos y técnicas constructivas utilizando la tierra como materia prima.

Estos conceptos modifican la forma de comprender los términos aplicados a la conservación y restauración del patrimonio cultural, buscando prolongar por más tiempo la vida de las edificaciones que quedan como testigos de la evolución histórica y estilística del hombre.

Existen edificaciones de grandes valores arquitectónicos y estilísticos que fueron construidos durante el periodo colonial en Bolivia, mismos que fueron edificadas con las técnicas constructivas apropiadas a cada región. En la zona altiplánica del territorio es donde más se pueden encontrar variados y valiosos ejemplos de la arquitectura en tierra, que por sus características patrimoniales deberían de ser conservadas y/o restauradas.

En muchas partes del país se construyeron iglesias para imponer la fe católica, con el fin específico de evangelizar a los nativos. No hay población o comunidad donde no se haya erigido una iglesia o capilla como testigo de su presencia. Algunas se volvieron famosas por su arquitectura, por la fe y devoción de sus fieles o por sus fiestas patronales, pero, lastimosamente, otras fueron abandonadas.

En el territorio boliviano existen edificaciones de grandes valores históricos culturales, que se creen fueron edificadas en cima de lugares sagrados, lugares de culto para los antiguos ocupantes del territorio, denominados *wakas*. Estos lugares ceremoniales pertenecían a las culturas prehispánicas. La región altiplánica es la zona que cuenta con obras de carácter monumental, mostrando diferentes estilos de arquitectura aplicados a la arquitectura religiosa, considerando el tiempo que tuvieron para ser construidas.

Durante el periodo Virreinal se contemplan edificaciones de grandes valores estilísticos, arquitectónicos, fielmente representados en los cánones de la arquitectura renacentista, barroca y neoclásica.

Corresponden a la región altiplánica en la actualidad los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí, mismos que cuentan con un sin número de construcciones realizadas en tierra, existiendo en algunos casos registros, pero lamentablemente en muchos ejemplos no se cuentan con ningún tipo, tal es el caso de las capillas ubicadas cerca de las fronteras con los países de Chile y Perú, particularmente por el hito 30 – 32. En la cercanía de este lugar se pueden identificar construcciones correspondientes al periodo histórico anteriormente mencionado.

Lastimosamente el estado de conservación de estos inmuebles son pésimos, ya que como no están registrados o catalogados, el Estado, Gobernaciones o Municipios nada pueden hacer, sin tomar en cuenta que los pobladores no hacen nada por conservar su patrimonio. Prefieren construir nuevas capillas o iglesias iguales pero con materiales y técnicas constructivas más contemporáneas, que tradicionales; es impresionante la pérdida de este patrimonio que no es valorado, tal vez por la falta de conocimiento no solo de los habitantes de estas regiones, sino de las autoridades que transitoriamente están a cargo de la salvaguarda del patrimonio.

Estos departamentos mencionados anteriormente cuentan con la mayor riqueza estilística arquitectónica por ser los departamentos con mayor riqueza cultural. Por sus características

geográficas, se puede mencionar la gran riqueza arquitectónica que acuñó el departamento de Potosí (Villa Imperial de Potosí), por llegar a ser la región más importante del mundo durante el siglo XV con 160.000 habitantes por encima de Sevilla; su riqueza fue tan grande que se acuñó el dicho español “vale un potosí”, que significaba una fortuna. Esto se debía a la explotación de los yacimientos encontrados en el Cerro Rico (*Sumac Orcko*¹).

Durante el auge de la plata, la ciudad disfrutaba de un lujo increíble. A comienzos del siglo XVII Potosí ya contaba con treinta y seis iglesias espléndidamente ornamentadas, de plata eran los altares y las alas de los querubines. En tal es el caso se puede testificar esta riqueza en lo que queda de su arquitectura religiosa por ejemplo la iglesia de “Salinas de Yocalla”, se encuentra ubicada en el departamento de Potosí en la provincia Tomas Frías, cuyo templo fue construido por el doctor don Felipe del Barrio Mendoza, hijo del general don Lucas del Barrio que fue alcalde mayor de la Villa Imperial y corregidor de Cinti.



Figura 1. Iglesia de Salinas de Yocalla

La planta de la iglesia consta de una sola nave cubierta por cuatro cúpulas de media naranja; es muy parecida en su planta y cubierta a la iglesia de San Benito y la portada es copia fidedigna de la iglesia de San Lorenzo, construida en 1744, ambas se encuentran en la ciudad de Potosí. Se pudo evidenciar por la data en la portada que la iglesia de Salinas de Yocalla se construyó en 1748.

En la iglesia de Salinas de Yocalla se repiten todos los elementos ornamentales como las indiatides y las dos sirenas tocando el charango, a ambos lados de la composición, sobre un cielo con el sol, la luna y las estrellas. La talla es sumamente delicada con abundante follajería que adorna la portada. La iglesia está delimitada exteriormente por un atrio que a la fecha cuenta con dos de las cuatro pozas de las que constaba originalmente.

Según algunos historiadores, la composición responde a un texto de Platón, el cual dice que Platón puso “en los cielos ocho sirenas, atribuyendo a cada uno de los se alcanzaban a ver una sirena, por el concierto y armonía con que se hace aquella música de los cielos”, los cielos están representados por el sol, la luna, las estrellas y la música (Mesa, Gisbert, 1992, p.153).

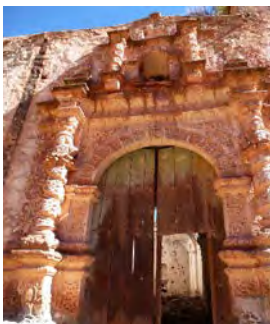


Figura 2. Portada principal de la Iglesia Salinas de Yocalla

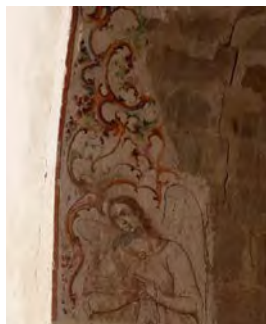


Figura 3. Detalle de la pintura Mural en el interior de la nave



Figura 4. Detalle de la portada de la Iglesia Salinas de Yocalla

¹ Designación del Cero Rico en quechua

Lastimosamente el abandono y los fenómenos naturales están ocasionando que se pierda un monumento nacional de valor y características muy particulares. Con el paso del tiempo se ha podido conocer la desaparición de elementos que formaban parte de este monumento; posteriormente se tuvo que trasladar algunos retablos, como el mayor, a la Iglesia de San Martín, campanas y otros ornamentos a otras iglesias que se encuentran en la ciudad y así poder asegurar su permanencia. La falta de conservación y dejadez de la población hacen que se vaya perdiendo gran parte de la riqueza cultural, sin considerar que en algún momento fueron edificaciones de gran valor.

En este sentido es necesario comenzar a trabajar con los mecanismos necesarios que permitan valorar, transmitir y salvaguardar el patrimonio. Valiéndose de estas consideraciones conceptuales, se podrá contribuir a transferir valores, saberes y sistemas constructivos en tierra.

2 OBJETIVO

Aportar al conocimiento y valoración de las construcciones realizadas en tierra, mostrando las capacidades constructivas de este tipo de materiales que perduraron a través del tiempo.

Contribuir a salvaguardar el patrimonio, para asegurar la transmisión de saberes y conocimientos a generaciones presentes y futuras, conociendo los componentes y características de las diferentes técnicas utilizadas en la construcción de estos monumentos, utilizando planes de conservaciones de tipo preventivo, curativo y, por último, la restauración.

3 CONSIDERACIONES FINALES

A través de este artículo se pretende sensibilizar a la población en general, sobre la necesidad de salvaguardar el patrimonio, considerando los conceptos tecnológicos empleados ancestralmente, además de brindar un documento técnico donde se encuentren registrados los principales monumentos arquitectónicos y sus diferentes sistemas constructivos utilizando la tierra como principal elemento aplicado a la edificación.

También se hace necesario identificar, documentar y recuperar los diferentes sistemas constructivos, que sirvieron para edificar construcciones de gran valor arquitectónico, buscando los mejores sistemas de consolidación y restauración.

El análisis de este tipo de arquitectura rescata los valores constructivos ancestrales propios de Bolivia, identificando un gran número de soluciones constructivas que muestran propuestas auténticas aplicadas a la región del altiplano.

Es importante entender que los sistemas constructivos ancestrales interactúan en un contexto natural, que en muchos casos es alterado y provoca desequilibrios ecológicos. En este sentido se hace necesaria la investigación de carácter cuantitativo y la recuperación de estos sistemas constructivos, que no rompieron con el medio, sino más bien interrelacionaron de forma natural, resolviendo los problemas de confort en cada región y época, aplicando diferentes técnicas a las distintas prácticas y contextos, que rescatan los valores y sistemas simbólicos con los cuales se relacionan históricamente (la historia es la evidencia “tangibles” de los saberes que han permanecido en el tiempo); la antropológica, relacionada a la información de terreno que existe cuando se afirma que cada saber tiene una aplicabilidad íntimamente restringida a un plano local/contextual específico; lo académico, a partir de la cual se reconocen problemáticas y desafíos de la propiedad intelectual de dichos saberes, y su relación con la educación a nivel regional y local.

En este contexto, la recuperación de sistemas constructivos ancestrales involucra componentes que no sólo se enmarcan en lo tecnológico, sino consecuentemente en lo arquitectónico. Si bien que estas dos categorías o dimensiones son preponderantes en el contexto general, existen otras categorías que, por las características propias de la lógica de vida de los pueblos, coexistentes en su cultura, se hacen determinantes, en este contexto y

de acuerdo a lo que se podrá ver en el desarrollo de la investigación. Categorías como la cultural, la social, que puede ser comparable con lo comunitario, aunque la concepción de lo comunitario, no solo hace referencia a un grupo de personas que viven en un espacio geográfico organizado, también contiene preceptos evolucionados de convivencia determinantes para la dinámica de su lógica de vida, y que tiene una relación directa con su visión constructiva. Por lo cual, el carácter integral de los sistemas constructivos ancestrales se hace necesario realizar conclusiones desde la perspectiva de las distintas categorías que hacen a la integralidad de los sistemas constructivos en un estructura social organizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Viollet-le-Duc, Eugène (1854-1868). Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle, 10 vol. Paris: Bance et Morel.

Mesa, Jode de; Gisbert, Teresa (1992). Monumentos de Bolivia. La Paz

AGRADECIMIENTOS

A mis colegas investigadores que con su amplia experiencia supieron alimentar las propuestas presentadas. Un agradecimiento especial al arquitecto Raúl Sandoval, por la invitación y el contacto realizado con PROTERRA.

AUTORES

Esdenka Araoz Acosta, Arquitecta de profesión, Magister en Conservación del Patrimonio Cultural, investigadora asociada del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Mayor de San Andrés, ex miembro del directorio de la Sociedad de Estudios Históricos del Colegio Departamental de Arquitectos de La Paz, consultor en proyectos de patrimonio.



ENVOLVENTE HISTÓRICO PARA UNA OBRA DE ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA

Gustavo Glavinich¹; Laura Luraschi²; Silvio Ríos³; Mariana Glavinich⁴

Estudio de Arquitectura Glavinich Luraschi arquitectos, Paraguay, ¹glavinichgustavo@gmail.com; ²glalur@tigo.com.py; ⁴nanaglavinch@gmail.com

³Red Iberoamericana PROTERRA, Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte, habitat.srios@gmail.com

Palabras clave: muro de adobe, reconstruir envolvente, lenguaje contemporáneo, lenguaje histórico, preservación

Resumen

En Asunción se han perdido muchas obras de valor histórico, al no existir un sistema que compense a los propietarios por la preservación de sus edificios. Se interviene una construcción catalogada como de "Interés histórico-patrimonial", ubicada en el Centro Histórico de la ciudad, que fue construida probablemente a mediados del siglo XIX, donde el único vestigio que queda de la misma es su fachada lateral. Dentro del tejido urbano conforma un tirón de fachadas único y perimetral. La técnica constructiva es de muros portantes de adobe, con protección de elementos cerámicos y revoque. Este proyecto busca proteger y mantener una fachada que se ha podido conservar, reconstruir otra que cayó con un lenguaje diferente y que estas sumen a la arquitectura a ser contenida dentro de la misma. La obra utilizará la técnica del suelo cemento para la fabricación de adobes a ser utilizados en al momento de reconstruir la envolvente. La premisa parte de la necesidad de salvaguardar el patrimonio existente, a través de la restauración de la fachada que aún persiste en pie, sin perder su lenguaje histórico, así como la reconstrucción con ladrillos tipo adobe de suelo-cemento, de la fachada principal derrumbada. Se da lugar a la inserción de una obra nueva, de lenguaje contemporáneo en su concepción arquitectónica, material y estructural, contenida dentro de esta caja muraria restaurada y reconstruida. Los resultados a ser obtenidos son una estructura en adobe reestructurada con tecnologías contemporáneas y restaurada, como contenedor y envolvente de una obra nueva, ubicada en un segundo plano, con líneas contemporáneas y modernas.

1 INTRODUCCIÓN

El proyecto de intervención de esta antigua edificación puede ser visto como de restauración y conservación del patrimonio arquitectónico en general y, al estar enmarcada dentro del centro histórico en particular. Su puesta en valor requiere balancear por una parte una situación de conservación de una fachada de valor histórico patrimonial y la reconstrucción de otra parte de la misma que ha caído, con el interés del propietario o inversor de obtener la mayor rentabilidad posible mediante los nuevos usos que pueda otorgar a la propiedad o inmueble en cuestión, más allá de los beneficios que estas acciones puedan conceder a la revitalización del centro histórico.

En este caso en particular, que se ocupa, por un lado de cómo recuperar y conservar la fachada sobre una de las calles en que la obra se encuentra emplazada, intentando interpretar y mantener las condiciones generales de su tecnología y los valores paisajísticos y de escala urbana que la distinguen, y por otro lado, la manera de incorporar un nuevo programa de usos o requerimientos; en definitiva cómo generar esa fusión entre lo nuevo y lo viejo, esa simbiosis entre la carcasa o piel de una tipología que no se quiere perder y el contenedor o envase de un programa comercial/habitacional.

2 ANTECEDENTES DE CONSTRUCCION CON TIERRA

El Paraguay es un país con una extendida tradición de construcción con tierra, aunque hoy es posible ver más obras de esta característica en el interior del país. En la ciudad de Asunción se pueden encontrar buenos ejemplos de arquitectura colonial y de principios del siglo XIX que habiendo recurrido a este material, se mantienen en muy buen estado de conservación. Las figuras 1, 2 y 3 presentan algunos ejemplos de arquitectura del centro de Asunción, contruidos con tierra.



Figura 1. Casa de la Independencia. Ubicada en las calles Pdte. Franco y 14 de Mayo. Técnica constructiva: adobe



Figura 2. Casa Viola. Ubicada en la calle Paraguay Independiente esquina Ayolas. Técnica constructiva: adobe



Figura 3. Museo Bogarín. Ubicado en la calle Yegros casi Cnel. Bogado. Técnica constructiva: adobe.

Las viviendas son de paredes anchas y generalmente se destaca su discreta ornamentación. El uso de esta técnica es una respuesta válida como material de construcción en el país, ya que es un material económico porque su material de base abunda, poco complicado para su fabricación y uso, su térmica favorece al clima cálido del Paraguay, y es sustentable, siempre que se tomen recaudos necesarios al construir con esta tecnología.

3 OBJETIVOS

En cuanto a la intervención a realizar, el primer objetivo es la puesta en valor de la fachada construida en adobe que ha quedado en pie y de la que se dispone ya de un diagnóstico sobre su estado de conservación y la puntualización de recomendaciones técnicas adecuadas para detener el avance del deterioro de la misma, así como las acciones necesarias para su intervención y conservación. Además, se busca la reconstrucción de la fachada que se vino abajo, pero con la utilización de una técnica constructiva actualizada y sin querer lograr una replica de la fachada antigua, sino más bien reinterpretándola en un lenguaje contemporáneo. Por último, la inserción de una obra nueva dentro de la caja muraria reforzada, reconstruida y conservada. Resumiendo, obtener una envolvente histórica que siga marcando su presencia en el paisaje urbano, conteniendo una obra de arquitectura contemporánea.

Además, se busca sentar un precedente conceptual y tecnológico en la manera de intervenir en cuanto a un bien arquitectónico patrimonial en tierra.

4 ANALISIS DEL HECHO ARQUITECTONICO

La edificación a intervenir se encuentra en el microcentro de la ciudad de Asunción, en la esquina de las calles Luis Alberto de Herrera y Fulgencio Yegros (Figura 4a). Por sus características constructivas y tecnológicas, la misma data de una construcción de finales del siglo XIX, y está catalogada como Bien de Valor Patrimonial por la Municipalidad de Asunción. En la edificación original ambas fachadas fueron concebidas como fachadas tapa¹, características de la arquitectura italianizante², en este caso en particular construidas en adobe, y con la peculiaridad de que no posee ochava como otras edificaciones en esquina. (Figura 4b)

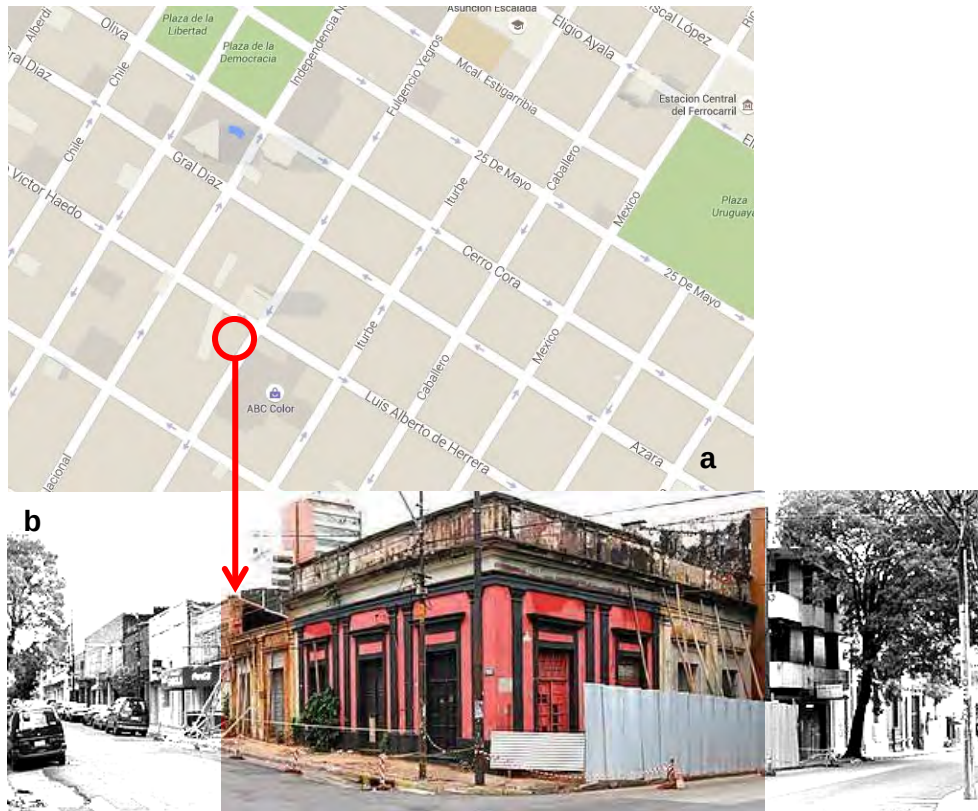


Figura 4. a) Ubicación del lote en el Centro Histórico de la Ciudad de Asunción, en la esquina de las calles Luis Alberto de Herrera y Fulgencio Yegros; b) Vivienda antes del derrumbe de su fachada principal, sobre la Calle Herrera. (Fotociclo)

Las fachadas tipo tapa fueron ya realizadas, conforme Gutiérrez (2010), hacia finales del período de la colonia e inicio de periodo independiente, en el cambio hacia el siglo XIX. Aunque hoy son conocidas como italianizantes, muchas tuvieron lugar antes del arribo de los migrantes italianos a fines del siglo XIX. Las fachadas tapa conforman, en gran porcentaje, el repertorio estilístico de las edificaciones que se erigen y aún se mantienen en

¹ La denominada “fachada tapa” se refiere al elemento frontal que adquiere características estilísticas independientes a la tipología arquitectónica interior o en planta. Representa la sustitución de aquella arquitectura propia de la colonia española aplicada en América con galería al frente sobre la calle por otra aportada por los inmigrantes italianos, con elementos estilísticos neoclásicos, con la “idea de la arquitectura de fachada”, conforme Gutiérrez (2010).

² Italianizante: denominada también “neo-renacimiento”. Corriente arquitectónica que tuvo popularidad en el siglo XIX sobre todo en Inglaterra, Gales, Estados Unidos, Argentina. Algunos elementos característicos de este tipo de arquitectura son: cornisas imponentes, ventanas y puertas con frontis, logias, cúpulas, balaustradas tapando los tejados, etc.

el Centro Histórico de la Ciudad de Asunción, con diversos niveles de antigüedad, calidad de construcción, diseño y mantenimiento.

El caso de esta edificación en particular, corresponde ubicarla en lo que Gutiérrez (2010, p.76) identifica como una corriente individualista “de casa de fachada singular (que) se nota en las viviendas urbanas”. Sobre este tipo de fachadas agrega este autor: “En general la eliminación de las galerías (iniciada es cierto en los últimos años de la colonia, pero mantenida por Francia) marca la ruptura del concepto de ciudad como pertenencia común de todos, al de la ciudad como simple sumatoria de casas individuales”.



Figura 5. La obra en forma previa a que los ex-propietarios la hayan destechado

Desde el punto de vista de la época en que se realizó la obra, la misma se ubica entre aquellas construidas en forma previa a la exigencia de ochavas en las esquinas, lo que ocurre también con la vivienda que habitara Elisa Lynch, citada como existente en 1869 por Estrada en el libro de Gutiérrez (2010, p.241). Esta edificación, como otras construcciones de la época, tiene en común que han utilizado la tierra como material de construcción. Como particularidad de este tipo de construcciones y a partir de observaciones realizadas en el edificio que es objeto de puesta en valor puede resaltarse que la tierra aparece ya en combinación con material cerámico en algunas hiladas a nivel de muros, probablemente para evitar que una lluvia cause daños a los mismos durante la construcción. Otro tipo de protección necesaria en la medida en que construyen fachadas tapa, la constituyen las “paredes cáscara” donde un ladrillo a soga se agrega al muro de adobes, dejando libre el ancho necesario para ubicar un ladrillo de canto, el que oficia de elemento que impermeabiliza la fachada descubierta a la vez que permite fijar el revoque sin ningún inconveniente. (Figura 6)

A fines del siglo XIX e inicios del XX, Asunción acogió a un gran número de inmigrantes, de todas las nacionalidades, muchos de ellos italianos, cuya impronta arquitectónica puede leerse en gran cantidad de viviendas de la ciudad capital, con las “fachadas tapa” de las “viviendas chorizo” o casas con fachada de estilo “italianizante”.

En el caso de la edificación a intervenir, de por sí aislado en un contexto urbano en franca modificación, constituye un referente relativamente importante de la arquitectura de mediados de siglo XIX hasta principios de siglo XX.

De la edificación original, hoy en día solamente queda en pie la fachada lateral, sobre la calle Yegros (Figura 7). La misma se encuentra en pésimo estado de conservación, problemática que se debe al destechado de la vivienda, quedando los muros de adobe expuestos a la intemperie, sin la protección superior adecuada para impedir el ingreso de agua de lluvia al interior del muro; las paredes internas, también construidas en adobe, material que se disgrega fácilmente a la intemperie, que colaboraban unas con otras en la estructuración de la vivienda, perdieron fuerza y se desplomaron.



Figura 6. Calle Eligio Ayala. Ejemplo de “tirón de viviendas italianizantes” o de “fachada tapa”



Figura 7. Situación actual de la vivienda.

Como la tipología de construcción en esquina en aquella época frecuentemente era en L, se supone que la vivienda a intervenir tenía similar disposición, ubicándose las habitaciones o espacios cerrados en el perímetro del lote. La vivienda, y quizás el comercio familiar en alguna época inicial también, se abría hacia ambas calles. Hacia la calle Herrera, con dos puertas e igual número de ventanas, y hacia la calle Yegros con puertas en toda la longitud de esta fachada. En ambas fachadas era posible apreciar un zócalo, un cuerpo, y un remate, elementos propios de los edificios clásicos. Este remate cuenta con un arquitrabe, friso y cornisa, todos de escasísima ornamentación. Se puede identificar otros elementos en la misma línea, como las aberturas con jambas y guardapolvos enmarcando cada una de ellas. (Figura 8)

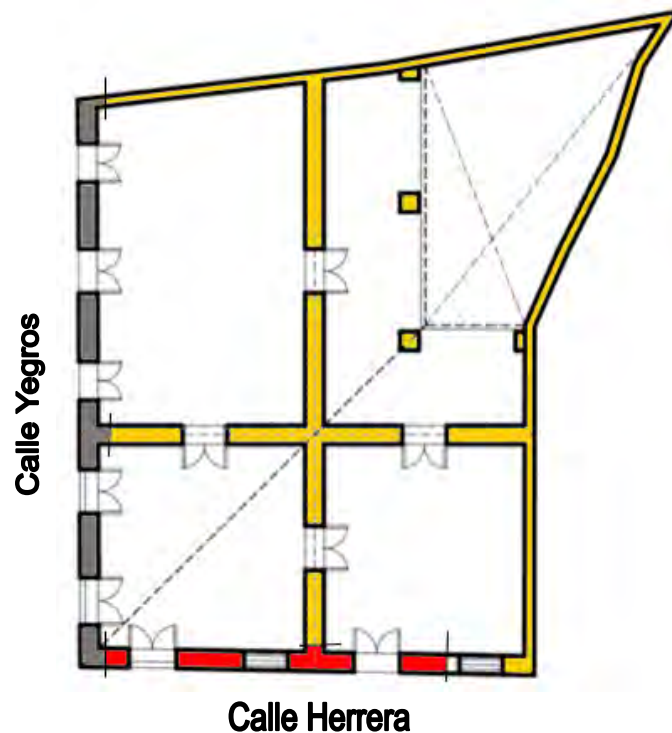


Figura 8. Área existente a ser consolidada marcada en gris; el área en rojo indica el muro a ser reconstruido; y el área en color amarillo es la posible organización de ambientes preexistente, pero que fue demolida en forma previa

En su forma genérica, la fachada que aún se conserva, podría sintetizarse en un plano rectangular. La misma contiene una composición equilibrada y simétrica, dada por la repetición de elementos, que marcan el ritmo de la misma. En toda la fachada, se ven pilastras adosadas al muro, con capiteles también de escasa ornamentación. La misma es un muro auto-portante. La cimentación de la misma es de piedra bruta colocada (Figura 9), de unos 90 cm de ancho por 80 cm de profundidad.

La pared de la fachada está construida por una combinación de ladrillos cerámicos y otros del tipo adobe³ (Figura 10), y tiene un espesor de 60 centímetros de ancho, con revoque hecho con cal y arena y pintada. No se encontraron refuerzos dentro de la pared de adobe caída, que contribuyan a la estabilidad del muro.



Figura 9. Cimentación de piedra bruta colocada que soporta el muro de la fachada.



Figura 10. Ladrillos encontrados en el sitio. El primero de la izquierda, de mayor tamaño, es un adobe. El que se observa en el medio es un ladrillo cerámico, caracterizado por su mayor tamaño en comparación al actual ladrillo artesanal, que aparece a la derecha de la foto.

³ Adobe: pieza de tipo mampuesto, utilizada principalmente para construcción de muros, hecha con una masa de tierra gorda (composición que integra un porcentaje de arena, limo y arcilla) y mezclada con paja, moldeada con forma de ladrillo, que se observa de dimensiones mayores a un ladrillo actual y secada previo uso.

El muro caído tenía incorporadas líneas de ladrillos cerámicos cada determinado número de hiladas construidas con adobes de tierra.

Los muros de tierra de este tipo, se denominan de “tierra cruda” y son altamente estables a condición de que el agua o incluso la humedad del suelo o desde el techo no le afecten, pues con eso se vuelve un material maleable.

5 CONCEPTOS DE INTERVENCIÓN

En el proyecto de intervención se busca la conservación del bien patrimonial a través de la restauración y puesta en valor. Restaurar la materia y conservar la idea.

En el lado de la edificación que se encuentra parcialmente en pie, se restaurará la fachada de adobe, exactamente como se concibió en su manera original. Del otro lado, como la fachada ya no existe, se realizará la reconstrucción que formalmente tiene las mismas características que la fachada a preservar, en cuanto a proporciones, modulación, elementos, etcétera. Y, si bien se vuelve a elegir como material de base la tierra, se le aporta un consolidante, que es el cemento. Con estos materiales se fabricarán bloques de suelo-cemento para levantar la nueva fachada.

Ambos criterios de intervención, la restauración y la reconstrucción de las fachadas, tienen la intención de devolver al tejido urbano el elemento envolvente, y que en su interior contiene un edificio íntegramente nuevo, ya que de la arquitectura preexistente no quedan ni vestigios. Este edificio será construido con nuevas propuestas de programas en su interior y tecnología y materialidad contemporáneas.

6 DECISIONES TÉCNICAS A SER TENIDAS EN CUENTA

La reintegración y reconstrucción de elementos derrumbados, que darán nuevamente la lectura de la caja muraria exterior que hoy en día se encuentra deteriorada.

Recuperación de la fachada principal, sobre la Calle Herrera, pero con una técnica constructiva que asegure su futuro mantenimiento en el tiempo, bloques de suelo-cemento en lugar de adobes.

Uso de materiales nuevos acordes a las características del edificio.

La renovación total de las instalaciones, dado el estado de obsolescencia que presentan actualmente.

Refuerzo estructural del muro de adobe que se conserva en base a contrafuertes de hormigón y vigas de amarre, que sólo actuarán en caso de desplome del muro existente.

Protección del plano horizontal del muro de tierra para evitar la entrada de agua o humedades.

Refuerzo de las cimentaciones existentes y construcción de la nueva estructura con fundaciones de hormigón armado con zapatas y huecos excavados a mano (tubulones), de forma a no generar vibraciones a los muros de mampostería.

Insertión de la obra nueva, dentro de la caja muraria externa, con lenguaje, materiales y técnica constructiva contemporánea, siempre manteniendo las proporciones de lo preexistente y buscando el diálogo correcto entre lo “nuevo” y lo “viejo”.

7 ESTRATEGIAS DE INTERVENCION EN EL MURO DE ADOBE

7.1. Andamios

El trabajo de intervención en el muro de adobe comenzó desde el momento en que se instalaron los andamios para ello. Se ha proyectado un andamiaje especial para este caso, con el fin de asegurar la optimización del trabajo en la fachada, cuidando no afectarla aún más, para evitar riesgos de derrumbe, así como también se ha pensado en la seguridad de los operarios a cargo de la intervención. (Figura 11)

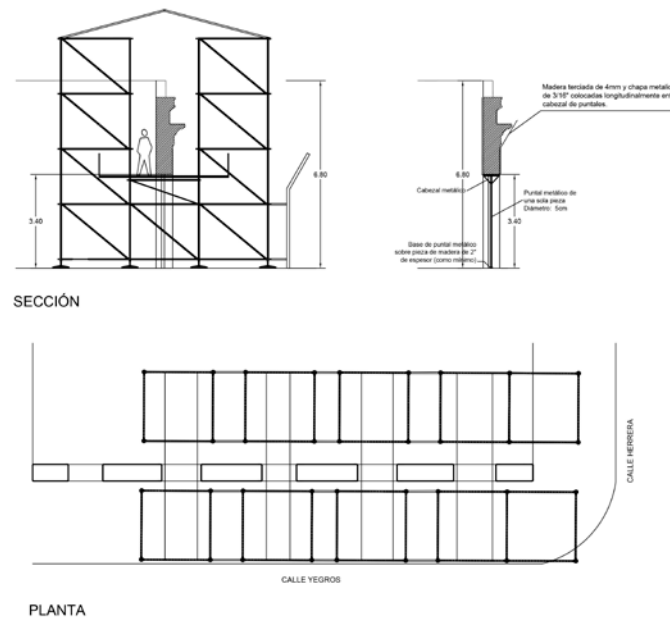


Figura 11. Sistema de andamios.

7.2. Estabilidad del conjunto

Actualmente, a causa del derrumbe de la fachada sobre la Calle Herrera, la fachada de la calle Yegros sufre una desestabilización de su estructura. Ya que, justamente es la esquina, donde se da el quiebre del plano fachada, el elemento que aportaba mayor rigidez a la estructura.

7.3. Trabajo en conjunto y solidario entre la fachada antigua y la nueva estructura

Esto se debe a que ambas fachadas, cuando aún estaban en pie, conformaban un solo elemento resistente. Es decir, ambos muros autoportantes colaboraban en la rigidización de la estructura.

La fachada Yegros, al carecer del trabajo en conjunto con la fachada Herrera, tiene menos estabilidad y por lo tanto, está más sometida a riesgos. El peso de la misma en caso de que se acumule nuevamente agua de lluvia a nivel del piso, sin tener una salida adecuada, puede provocar la caída del nuevo muro incluso (Figura 12).

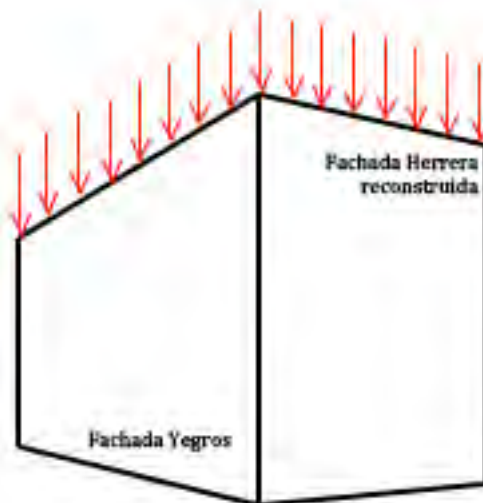


Figura 12. Trabajo conjunto de la esquina de muros.

Al reconstruir la esquina ya se estará aportando a la estabilidad del edificio. La figura en "L" que se obtiene entre la calle Herrera y la fachada de la calle Yegros mejorará la estabilidad

del conjunto. Cabe resaltar, que esta no es la única medida a ser tomada para dotar a la fachada de adobe de estabilidad.

Toda la fachada contará con apoyos perimetrales consistentes en pilares de hormigón armado, separados a corta distancia de los muros portantes de la fachada, los que además de formar parte de la estructura del nuevo programa arquitectónico, también aportarán para acompañar al muro. Se crearán formas de vinculación de tipo articulado entre los pilares y el muro de adobe de la fachada Yegros de modo a que ambas estructuras establezcan un nexo no rígido, que permita a cada una realizar sus movimientos y sin embargo formar parte solidaria del conjunto.

Para evitar problemas por las variaciones en la dilatación por el uso de dos materiales distintos, se emplearán juntas de dilatación entre los pilares de Hormigón y el muro de adobe. Esta junta de dilatación será de unos 2,5 cm y entre ambos muros estará alojado un material flexible y capaz de absorber las variaciones de sección que pudiese sufrir el pilar de hormigón en relación al muro.

7.4. Diseño del amarre

Como se había expresado anteriormente, los pilares de hormigón armado estarán conectados con el muro de adobe existente a través de un sistema de tensores, con una articulación. El muro de adobe, tanto en la cara interior como en la exterior tendrá una planchuela metálica de forma que estos tres elementos (bulón más ambas planchuelas) actúen como conectores con la columna, articulación de por medio.

Este conjunto cumplirá la función de contacto solidario, de forma a que los muros que originalmente disponían de un techo que colaboraba en la estabilidad, tenga un apoyo solidario, para eventuales tensiones que deba soportar por las vibraciones que resultan del tráfico de la calle Herrera.

7.5. Protección superior del muro

Si bien la reestructuración del muro de adobe existente es primordial en este trabajo, existe otro factor tanto o más peligroso para la fachada: el agua.

El agua que pueda ingresar al muro desde la parte superior o el coronamiento del mismo, puede tener un efecto devastador si no se controla.

Para evitar el ingreso del agua en la parte superior del muro, se tiene prevista la colocación, a lo largo del coronamiento de la fachada, de una chapa de remate para la protección superior del muro. Esta chapa tendrá una leve pendiente con caída hacia la vereda, para de este modo escurrir toda el agua y mantener aislado el muro. (Figura 13)

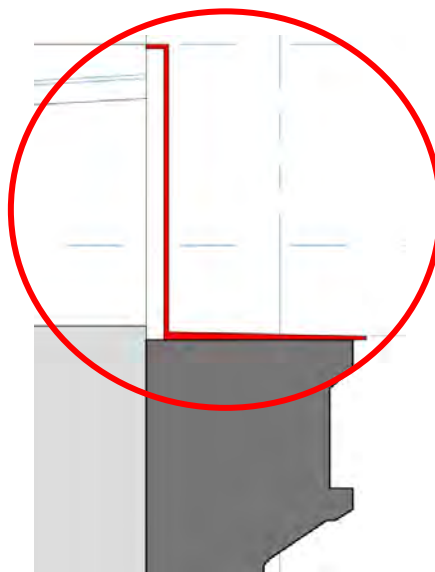


Figura 13. Esquema de protección superior de la fachada.

8 INSERCIÓN DE OBRA NUEVA

Una vez restaurada el muro lateral de adobes, y reconstruida la fachada principal con una nueva tecnología y lenguaje contemporáneo, se inserta dentro de la caja muraria una nueva obra, apelando a materiales contemporáneos, incorporando nuevos usos y funciones.

Dada la indefinición de usos específicos, se plantea en el interior, plantas libres y espacios neutros, posibles de albergar cualquier requerimiento funcional de acuerdo a la demanda de rentabilidad que plantea el sitio, estableciéndose los paquetes o núcleos húmedos como únicos puntos fijos e inamovibles (Figura 14).

Sacando partido de la altura de la fachada tapa, se plantean dos niveles de edificación: planta baja y 1er piso. Retranqueados respetuosamente desde el filo interno del paramento exterior, reforzando la idea con contrafuertes de hormigón, que constituyen parte de la nueva obra y, entre medio de los mismos, se apela a una iluminación cenital con cobertura vidriada (Figura 15).

La intervención se asoma por detrás de la caja histórica, revestida por un material metálico, de acero corten, con lenguaje contemporáneo, como fiel expresión de la nueva arquitectura incorporada, estableciendo una simbiosis entre lo nuevo y lo viejo. (Figura 16)

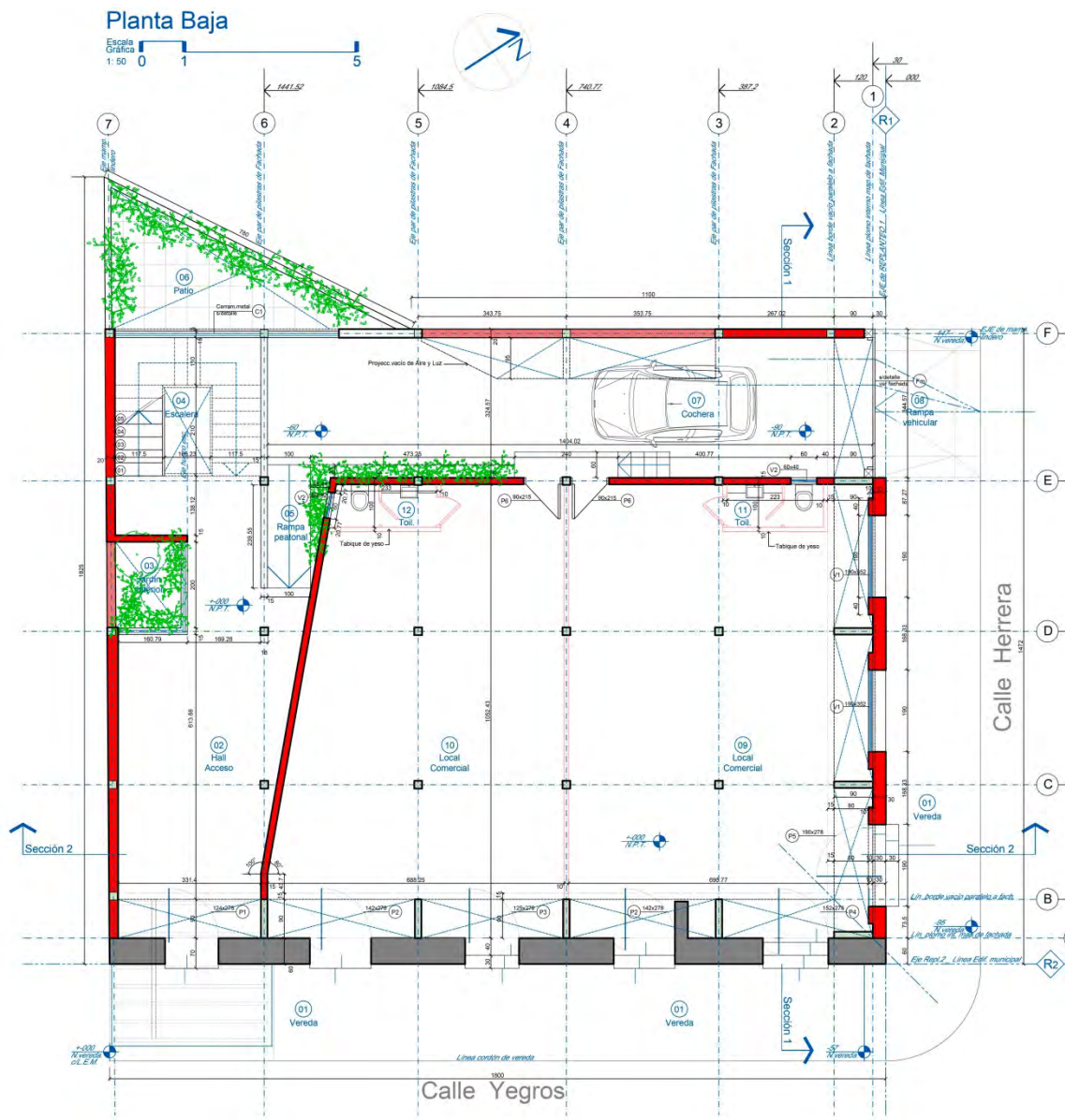


Figura 14. Planta baja proyectada

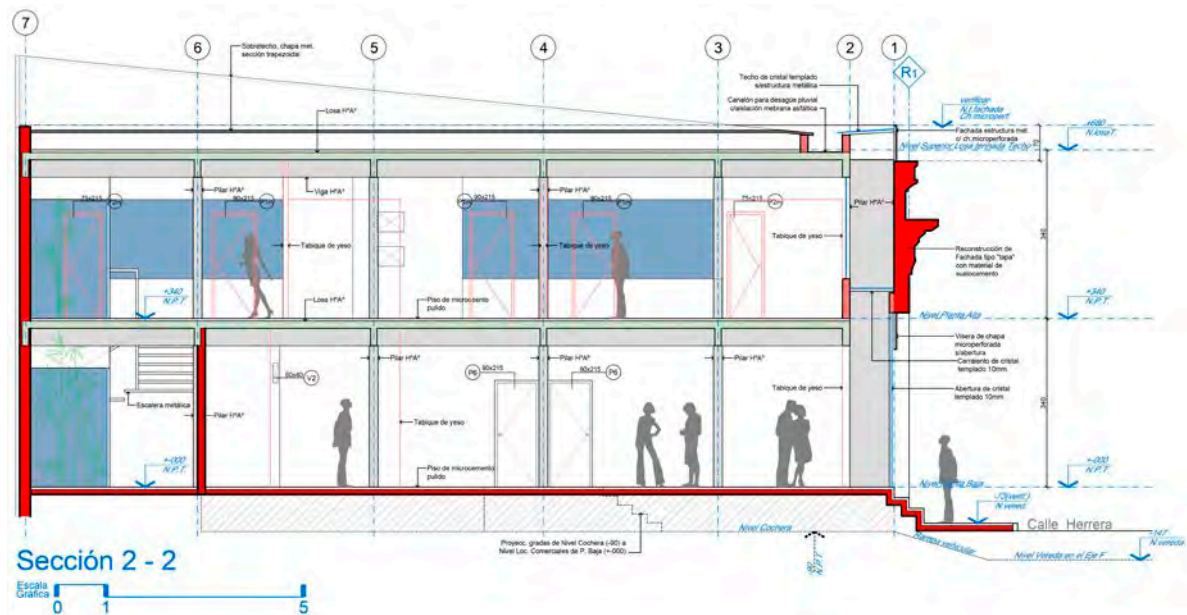


Figura 15. Sección longitudinal



Figura 16. La fachada reconstruida con suelo cemento sobre la Calle Herrera. La caja de la nueva arquitectura detrás

9 CONCLUSIONES

Una obra como la descrita supone una serie de riesgos para el restaurador-constructor, dada la condición de sensibilidad de la tierra a la acción del agua en un año que ha sido excepcional en volumen de precipitaciones.

La medición de tiempos de obra y las distintas acciones que se planea encarar están sujetas además a la progresiva ganancia en capacidad y conocimiento del material por parte de los albañiles que van a reconstruir la obra y realizar las reparaciones previstas a lo que se ha mantenido en pie. Asimismo, la obra nueva a ejecutar debe ser muy cuidadosa de lo existente en la medida en que vaya tomando forma, hasta tanto se logren los nexos antes descritos y las vibraciones propias de una calle con mucha circulación vehicular, se espera no sean motivo de problemas.

El tipo de obra puede ser una de las respuestas posibles a una ciudad que realiza demoliciones de obras de mucho valor patrimonial, con una sociedad que aún no alcanza en su conjunto a valorar el rico patrimonio en tierra existente, aunque ha avanzado mucho gracias a la especialización creciente de colegas que hoy aportan a la recuperación de muchos de estos edificios patrimoniales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Gutiérrez, Ramón (2010). Historia de la arquitectura del Paraguay 1537 – 1911. 2ª edición revisada y ampliada. Asunción: Ed. Ramón Gutiérrez y Municipalidad de Asunción (primera edición: Ediciones Comuneros, Asunción, 1983)

AUTORES

Gustavo Glavinich Giosa, arquitecto, docente en la Universidad Nacional de Asunción y Universidad Columbia del Paraguay; ex director de obras públicas del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones; miembro del ICOMOS capítulo Paraguay; miembro de la asociación Ciudadela; miembro del estudio de arquitectura Glavinich Luraschi arquitectos desde el año 1993.

Laura Luraschi Merino, master en valorización de los bienes arquitectónicos y culturales, experto en marketing y gestión de los bienes culturales por la Universidad Dante Alighieri de Reggio Calabria - Italia; docente auxiliar de Teoría e Historia de la Arquitectura en la Universidad Columbia del Paraguay; arquitecta por la Universidad Nacional de Asunción; miembro del estudio de arquitectura Glavinich Luraschi arquitectos desde el año 1993.

Silvio Ríos, arquitecto de la UNA y doctorado en diseño de estructuras en Aachen, es investigador DIDCom y docente en el campo de la construcción con tierra en la FADA de la Universidad Nacional de Asunción. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA, miembro de ICOMOS en su capítulo paraguayo.

Mariana Glavinich Luraschi, estudiante de arquitectura en etapa de trabajo final de grado por la Universidad Nacional de Asunción; miembro del estudio de arquitectura Glavinich Luraschi arquitectos desde el año 2014.

EL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO VERNÁCULO EN EL PROYECTO QHAPAQ ÑAN EN LA RIOJA

Luis Alfredo Orecchia¹, Eduardo Enrique Brizuela²

¹ Comisión Nacional de Monumentos, Lugares y Bienes Históricos, La Rioja, Argentina, orecchialuis@gmail.com

² Universidad Nacional de la Rioja, Argentina, enribrizu@yahoo.com.ar

Palabras clave: Qhapaq Ñan, arquitectura vernácula, patrimonio, desarrollo sustentable

Resumen

En los departamentos de Famatina y Vinchina de la provincia de La Rioja, existe un importante patrimonio arquitectónico construido con tierra. La declaración del Qhapaq Ñan como Patrimonio de la Humanidad representa una oportunidad para la puesta en valor de dichos edificios. Se está desarrollando un proyecto de conservación de los casos más representativos y su reutilización para fines turísticos. Se elaborarán normas edilicias, urbanísticas y de uso del territorio, consensuado con las comunidades locales a fin de que ellas sean las destinatarias de los beneficios económicos y sociales que traerá el turismo.

1 INTRODUCCIÓN

El 21 de junio de 2014, la Unesco declaró Patrimonio de la Humanidad el Qhapaq Ñan, la extensa red vial del imperio incaico que recorre seis países, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. En la provincia de La Rioja el sector declarado abarca poco más de 40 km entre Los Corrales, en el departamento Famatina y Las Pircas en el departamento Vinchina (Figura 1).



Fig 1 – Mapa Del Qhapaq Ñan

Si bien el proyecto tiene su fundamento en los restos de lo que fue el Camino Principal Andino, no se reduce sólo a la conservación de lo arqueológico, sino que implica el mantenimiento y puesta en valor de todo lo que hace al Patrimonio Cultural, tanto material como inmaterial, de la región. Así lo requiere la resolución n° 1979 del año 2004 de la Secretaría de Cultura de la Nación, al definir los objetivos del programa del Qapaq Ñan. Entre ellos promover el desarrollo sostenible local y regional de las comunidades asociadas al Itinerario Cultural Andino e impulsar su participación activa para que la puesta en valor del bien, conservado espontáneamente a lo largo del tiempo por ellas, se transforme en un recurso sustantivo de su desarrollo local y regional.

El desarrollo turístico que devendrá de la implementación y puesta en valor de este patrimonio impactará no sólo en Famatina y Vinchina, sino también en los departamentos aledaños y en la provincia toda. Este impacto es el que debe controlarse, hoy más que antes, ya que, con el giro que ha dado la actividad turística con la imposición del neoliberalismo, la rentabilidad económica tiende a primar sobre el bien social, y sobre el respeto a la identidad cultural de las comunidades locales. Estas consideraciones, y la constatación del deterioro sufrido por la Quebrada de Humahuaca tanto en el aspecto patrimonial como en lo social, llevan a plantear con urgencia qué tipo de desarrollo es necesario para nuestra región.

El turismo, como conjunto de actividades y servicios dirigidos a los visitantes, tiene que ser obligatoriamente sustentable para las personas que viven en los destinos turísticos: tiene que aportar beneficios económicos sin perjudicar en forma determinante la cultura, la vida, la organización social de la población residente. (Morani et al, 2007, p.61)

Es necesario legislar en la materia, buscando que quienes viven en los lugares no se vean afectados negativamente por el desarrollo turístico sino que los beneficios de ese desarrollo se vuelquen sobre la sociedad toda, y no sean acaparados por empresarios foráneos o por funcionarios y gobernantes inescrupulosos. Debe partirse de un estudio profundo e interdisciplinario, para lograr la puesta en marcha de un desarrollo turístico basado en el respeto a la identidad cultural de nuestros pueblos, a su modo de vida, a los lazos sociales existentes, no considerados como fijos e inmutables pues por su misma característica está en permanente cambio.

La Organización Mundial del Turismo exige, entre otras cosas, la participación de las comunidades locales en la planificación y el desarrollo turístico y que se maximicen los beneficios económicos para la mismas comunidades, preservando las tradiciones y el patrimonio cultural y natural (Carta Mundial... 2015)

2 ESTADO DEL PATRIMONIO DE ARQUITECTURA VERNÁCULA

Dejando de lado los aspectos que hacen a la producción agro-ganadera, a la investigación del patrimonio inmaterial, a la producción artesanal etcétera, este trabajo se centra en uso del rico patrimonio de arquitectura vernácula construida con tierra.

Los departamentos de Vinchina y Famatina, como el resto de la Provincia de La Rioja poseen un importante patrimonio edilicio construido con tierra. Once capillas e iglesias han sido declaradas Monumentos Históricos Nacionales, lo mismo que las ruinas históricas del fuerte del Pantano y Las Padercitas. Existen otra veintena de capillas, y además varias casas históricas como es el caso de las que habitaron nuestros caudillos declaradas como Bienes Provinciales. Junto a ese patrimonio religioso e histórico existen importantes viviendas. Todo ello es un extraordinario potencial para implementar programas de desarrollo social y económico, basados en el turismo cultural.

Llama la atención encontrar que muchas de las casas más importantes son las que se hallan más deterioradas y algunas ya destruidas. En esas casas, habitaban las familias más pudientes, que mandaban a sus hijos a estudiar a Córdoba o a Buenos Aires, y éstos terminaban radicados en dichas ciudades, o en la capital riojana, pues, en sus pueblos, profesionalmente no tenían futuro. Fallecidos los padres, o ellos también radicados en las

grandes ciudades, las viviendas quedaron abandonadas, y con la falta de mantenimiento se inició su caída.

Todo esto ocurrió en el último medio siglo, y no se debe sólo a la búsqueda de un futuro distinto de las jóvenes generaciones. Hace medio siglo la zona norte del departamento Famatina, existían viviendas en buen estado de conservación, asentadas en fincas en plena producción. Hoy son casas en ruinas y fincas prácticamente abandonadas. Los pobladores no han dejado caer sus viviendas, ni han abandonado sus fincas por no querer trabajarlas. Las políticas económicas que fueron evolucionando hacia la concentración de la riqueza en pocas manos, en general alejadas de nuestra provincia, y que se desentendieron de la protección de las economías regionales, los llevaron a la ruina.

Es necesario que en todas las etapas del proyecto se trabaje en forma consensuada con las comunidades locales. No debe imponerse autoritariamente ninguna solución, sino que hay que ser respetuosos de las personas a las que va dirigido el proyecto. Los profesionales muchas veces creen estar autorizados a imponer sus propios criterios, avalados académicamente, pero, sin el acompañamiento de la comunidad, están destinados al fracaso. El respeto al otro y su participación en los proyectos que le atañen debe ser ejercida en todos los campos, y con mayor razón en la conservación del patrimonio cultural.

3 DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Relevamiento de los datos de la región

Deberá hacerse una tarea permanente de relevamiento a fin de mantener actualizados los registros de artesanos y artistas de la región y los datos históricos y arqueológicos, y divulgarlos en las comunidades locales, especialmente a través de las escuelas e institutos educativos y de los centros culturales de los diversos centros urbanos.

Las tareas comprenderán

- 1) Relevamiento del patrimonio arquitectónico vernáculo
- 2) Relevamiento histórico de cada centro urbano y su territorio
- 3) Relevamiento de centros de interés arqueológico en la zona del circuito turístico
- 4) Relevamiento de lugares de interés paisajístico
- 5) Relevamiento de producción artesanal y de productos regionales
- 6) Relevamiento de artistas de las diversas expresiones y lenguajes estéticos
- 7) Relevamiento de la producción minera, agrícola y ganadera

3.2 Servicios turísticos en cada núcleo urbano

El proyecto procura crear en cada uno de los centros urbanos de la región un conjunto integrado de servicios turísticos y culturales, utilizando las construcciones tradicionales de cada lugar, con la finalidad de que sirvan al crecimiento económico, social y cultural de la población local.

En cada núcleo urbano se creará:

- 1) Alojamientos turísticos con las comodidades y servicios reclamados por el turismo.
- 2) Centros culturales con bares y espectáculos folklóricos para pobladores y turistas
- 3) Casas de comidas tradicionales y de cocina internacional
- 4) Museos de sitio, arqueológicos e históricos
- 5) Mercados artesanales y de productos regionales

2.3 Emprendimientos mixtos integrados en red

Atentos a la prioridad que se da al crecimiento socio-cultural y económico de la población local se priorizará que:

- 1) Los emprendimientos susceptibles de generar ganancias sean gestionados por privados, en lo posible por los actuales propietarios de los edificios
- 2) Los museos, mercados artesanales y otros servicios que no se puedan establecer en forma privada sean de gestión estatal, ya sea municipal, ya provincial
- 3) Todos los servicios deberán encuadrarse en una política común consensuada entre todos

3.4 Normas edilicias

Para que este programa de turismo cultural sea sostenible en el tiempo debe procurarse mantener las características urbanas de los distintos pueblos, evitando la destrucción patrimonial no sólo de los edificios sino del perfil urbano al permitir construir sin un plan de protección, y regidos sólo por el criterio del provecho económico inmediato.

3.5 Formación de recursos humanos

Es un deber integrar en forma activa a la población local en un proyecto de esta naturaleza orientado a lograr su crecimiento económico, y sociocultural.

Para ello se organizarán:

- 1) Cursos de formación de recursos humanos en turismo, en todos los niveles, desde los gerenciales hasta el de personal de servicio
- 2) Cursos de formación de guías y de la población en general sobre historia, arte y artesanías de la región
- 3) Cursos de formación de mano de obra en construcción tradicional

4 ESTADO DE AVANCE DEL PROYECTO

Este apartado se limita a reseñar lo realizado en el campo del patrimonio arquitectónico vernáculo.

Se ha comenzado con el departamento Famatina, ya que allí ya se logró la concientización de la comunidad sobre la importancia de la declaración del Qhapag Ñan como Patrimonio de la Humanidad para lograr un desarrollo sostenible y sustentable en la región.

Se está colaborando con las autoridades municipales en la confección de las ordenanzas destinadas a declarar de interés la conservación de los edificios de interés patrimonial, y a definir normas edilicias y urbanísticas y de uso del suelo tanto urbano como rural.

Se realizó el inventario de los edificios más importantes, casi todos abandonados y se los documentó fotográficamente. Los propietarios ya no viven en esas casas, y en general se encuentran tensionados entre el deseo de mantener la casa en que vivieron sus padres, o ellos mismos de niños, y la imposibilidad de destinar los fondos necesarios para ello. Varios de ellos, se han mostrado dispuestos a realizar contratos de comodato con el Estado, permitiendo su uso para fines turísticos durante un lapso a convenir, quedando las tareas de restauración, mantenimiento, y en ciertos casos de reconstrucción de los sectores más dañados, a cargo de la Provincia.

Se ha decidido comenzar con tres casas, una ubicada en Plaza Vieja primitivo asentamiento de la actual cabecera del departamento y dos en Bajo Carrizal, al inicio de la subida a los sitios arqueológicos incluidos en la declaración del Qhapag Ñan, en el cordón montañoso del Famatina.

4.1 El Parque

Se trata de la vivienda de una antigua finca ubicada sobre la actual ruta de acceso a Famatina, lo que facilita su integración a los circuitos turísticos a organizar (Figura 2).

Ha sido propiedad de don Paciente Bustamante, que se destacó por sus investigaciones realizadas a mediados del siglo XX, sobre arqueología, geología y antropología de la región, volcadas en libros, alguno de los cuales fue utilizado como texto universitario. En este edificio se instalará un museo de sitio que resguarde la memoria de Paciente Bustamante.

La casa fue abandonada hace veinte años, a la muerte del hijo de Paciente Bustamante, por lo que hoy se halla muy deteriorada. Deberán reconstruirse dos sectores de los muros de la fachada que da al río, y todos los techos



Figura 2 - El Parque. Fachada hacia el viejo acceso por el lecho del río

4.2 Antigua escuela de Bajo Carrizal

En esta vivienda, construida en 1932, funcionó la escuela de Bajo Carrizal, Se halla en buenas condiciones, aunque deberán rehacerse las cubiertas, a fin de eliminar los viejos techados realizados con fajos de arbustos, que por sus características sirven para anidar insectos como la vinchuca, portadora del Mal de Chagas. Se reconstruirán con cielorraso de cañas, torta de barro y una impermeabilización con membrana líquida (figuras 3 y 4).

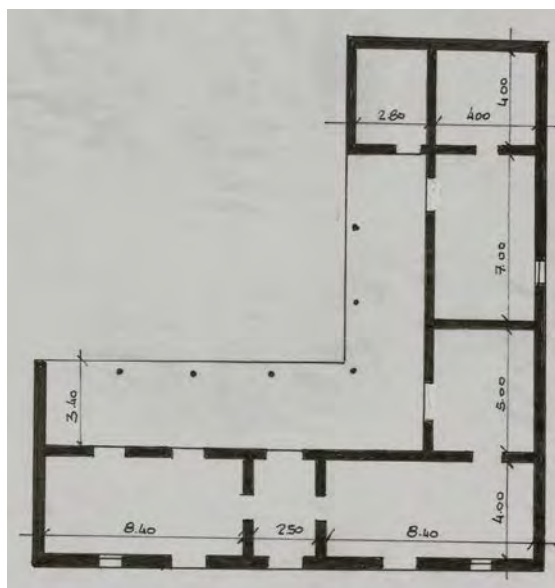


Figura 3 – Planta de la antigua escuela de Bajo Carrizal



Figura 4 - Frente de la vieja escuela de Bajo Carrizal

4.3 Casa Salcedo

Esta vieja casona, está dividida entre varios propietarios. Se utilizará el sector sobre la esquina para ubicar un centro de interpretación del Qhapaq Ñan, dada la cercanía con el acceso a los restos arqueológicos ubicados en las alturas del cordón montañoso del Famatina (Figura 5).

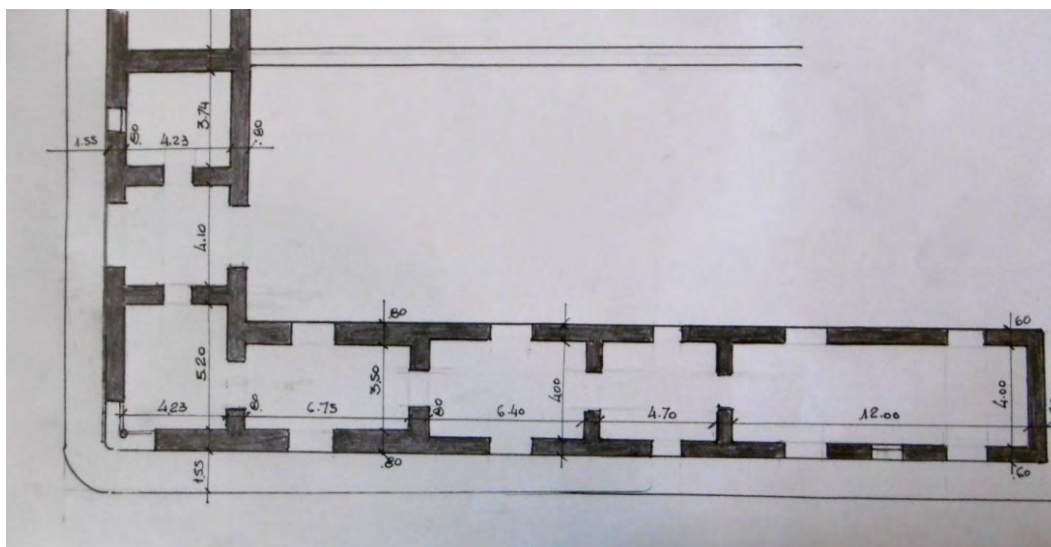


Figura 5 - Casa Salcedo – Planta

La casa tiene aún la doble puerta en el local de la esquina, donde funcionaba un comercio. El techo de ese local se ha derrumbado, y deberá rehacerse, lo mismo que el acceso principal ubicado en la fachada sur.

Las filtraciones de agua de la cubierta han dañado en dos lugares el muro sobre la calle que corre de sur a norte, como así también un sector de muro que da al patio interior. Se reconstruirán esos sectores, y se cambiarán todas las cubiertas (Figura 6).



Figura 6. Casa Salcedo, Bajo Carrizal, Famatina

En el patio se construirá una galería, como tienen todas las casas existentes en la zona.

5. CONCLUSIONES

Hasta pocos meses atrás, el proceso de trabajo ha sido lento. Hoy las autoridades municipales han asumido que este proyecto reviste suma importancia para el desarrollo de la región, y van realizando los pasos necesarios para su concreción. Pronto podrán comenzarse las tareas de restauración de estos edificios, lo que servirá de estímulo para que, dentro de las normativas a dictar, se recuperen otras viviendas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Morani, M.; Carlini, S.; Uccell, V.; Brisacani, C. (2007) El turismo es desarrollo ... ¿pero para quién?". p.59-81. En: Kopecek, J. (comp.) Turismo y pobreza. Serie Observatorio Turístico. Buenos Aires, Argentina: Ediciones UNLa. Disponible en <http://www.observatur.edu.ar/downloads/kopecek-turismoypobreza.pdf>

Carta Mundial de Turismo Sostenible + 20 (2015). Cumbre Mundial de Turismo Sostenible. Disponible en <http://cartamundialdeturismosostenible2015.com/la-carta-mundial-de-turismo-sostenible/>

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las familias Salcedo, y Bustamante, propietarios de los edificios señalados; a Antonio Córdoba, Secretario de Obras Públicas del departamento Famatina y a Juan Zárate y Nelson Peralta de dicha Secretaría que colaboraron en los relevamientos; a Daniel Olivera, Secretario de Cultura del Dpto. y al Intendente Municipal por el interés demostrado para llevar adelante este proyecto

AUTORES

Luis Alfredo Orecchia, arquitecto. Ejerció la docencia en la escuela de arquitectura de la Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR), en la carrera de Comunicación Social de la Universidad Nacional de Chilecito (UNdeC), y en Instituto de Formación Docente en Arte y Comunicación de la ciudad de La Rioja. Es delegado en la provincia de La Rioja de la Comisión Nacional de Monumentos, Lugares y Bienes Históricos.

Eduardo Enrique Brizuela, maestrando en docencia universitaria, arquitecto, profesor a cargo de la cátedra de "Construcciones con Tierra Cruda", profesor adjunto "Taller de Diseño Arquitectónico II", director del "Laboratorio de Construcciones con Tierra Cruda", Escuela de Arquitectura, Universidad Nacional de La Rioja-Argentina (UNLaR), profesional independiente. Miembro de la red PROTIERRA Argentina.



CONSOLIDACIÓN ESTRUCTURAL DEL CONJUNTO IGLESIA LA MERCED DE RANCAGUA, CHILE

Álvaro Riquelme Bravo

Flesan Restauraciones, Chile, alvaro.riquelme@flesan.cl

Palabras claves: adobe, consolidación estructural, restauración arquitectónica, técnicas tradicionales

Resumen

El presente artículo tiene por objetivo exponer de manera crítica las acciones de consolidación estructural del edificio construido a partir de 1857 en tierra. En el marco del programa de puesta en valor del patrimonio en Chile, se realiza la restauración y consolidación estructural del conjunto iglesia La Merced en la ciudad de Rancagua en el centro del país. Se trata de una edificación histórica con paredes de adobe emplazada en la zona fundacional de la ciudad. Es un conjunto arquitectónico representativo de la arquitectura tradicional del centro de Chile que se desarrolla a partir del siglo XVII, con un crecimiento por etapas en torno a patios interiores con corredores perimetrales que comunican el programa arquitectónico. El conjunto nace como hospicio y capilla, el cual va ampliándose en el transcurso de los siglos, hasta conformar el edificio actual

1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DEL CONJUNTO

Los materiales, su forma de organización y disposición en el sistema edificatorio es lo que se denomina tecnología constructiva. La disposición de los materiales es lo que nos permite reconocer la tecnología disponible al momento de una edificación y es depositaria, a la vez, de una herencia cultural directa de las generaciones precedentes (Caamaño, 2006). Por eso, identificar exhaustivamente cada uno de estos componentes permite entender la cultura constructiva detrás de cada muro o techumbre y revela los innúmeros detalles que posee un edificio histórico. Conociendo la historia de vida de una edificación es posible establecer criterios de compatibilidad para los materiales que se usan en una restauración integral y consolidación estructural.

El conjunto La Merced tiene fundaciones de bolones de piedras de 40 a 100 centímetros de diámetro con una profundidad de 0,80 a 1,00 metro de altura; sobre ellos hay una sobre fundación de 6 a 8 hiladas de ladrillo de arcilla cocida de 40x20x10cm, pegados con mortero de tierra. Sobre esta base, muros con adobes de 60x30x10cm que a su vez conforman muros que van desde los 70 a 130 centímetros de espesor. También hay estructuras mixtas de tierra y madera en muros divisorios. Las llaves de madera de muros y refuerzo de dinteles son principalmente de madera de canelo y roble, con algunas inserciones de madera de pino oregón en estructuras de muro, con piezas evidentemente reutilizadas de estructuras anteriores

El proyecto de consolidación estructural de sus componentes -y el ordenamiento del programa arquitectónico- se desarrolla de acuerdo al estado de conservación y al sistema constructivo del edificio, tarea que involucra la redistribución de usos dentro del conjunto y permite de los elementos necesarios para adecuar un edificio -con más de dos siglos de vida- a los requerimientos contemporáneos de uso: instalaciones eléctricas, apropiada iluminación para resaltar elementos significativos y que aporten a la belleza al espacio público, nuevas instalaciones sanitarias y una consolidación de recintos en torno a los patios.

Según ICOMOS (2003, ítem 3.13), "La intervención debe responder a un plan integral de conjunto que tenga debidamente en cuenta los diferentes aspectos de la arquitectura, la estructura, las instalaciones y la funcionalidad".

2. FUNDAMENTO DE LAS INTERVENCIONES

El proyecto de puesta en valor consiste en la consolidación estructural y restauración integral de las dependencias de la edificación, trabajo que desarrolla los aspectos relacionados con la consolidación de las estructuras murarias y su respuesta a las sollicitaciones geográficas (climáticas y sísmicas). En este caso, significó adecuar las soluciones estructurales planteadas en el proyecto con la consideración de las evidencias encontradas en la ejecución de obras.

El punto de partida fue la condición de estabilidad de la estructura que —tras un análisis exhaustivo— evidenció malas prácticas de intervención: decisiones erradas de diseño, componentes justificados como “falta de material” o deficiencia del sistema constructivo que eran, en realidad, efecto del descuido y la falta de estrategias en la evolución programática del edificio y su inserción con la preexistencia.

El éxito y perdurabilidad de las intervenciones en edificaciones históricas se basa en la compatibilidad entre sistemas y estructuras. El concepto de compatibilidad se materializa reconociendo las vulnerabilidades de la edificación, de lo que se sigue que para lograr la estabilidad de una edificación en uso, lo principal es aumentar la capacidad portante del edificio y no el reemplazo de la estructura original por otra.



Figura 1: Vista interior de la nave iglesia liberada de los estucos, se aprecian las diferentes materialidades y llaves de madera de refuerzos

3. PROYECTO DE CONSOLIDACIÓN ESTRUCTURAL

Como principio básico de la estrategia de intervención estructural de las edificaciones históricas se debe reconocer, en primer término, la capacidad propia del edificio y, por otro, incorporar los elementos que hagan falta, idealmente sin modificar su sistema constructivo ni tipología estructural. No reconocer la capacidad portante de una edificación histórica -por desconfianza o falta de conocimiento hacia las construcciones en tierra- vulnera de forma manifiesta los criterios de conservación de este tipo de estructuras.

El valor del patrimonio arquitectónico no reside únicamente en su aspecto externo, sino también en la integridad de todos sus componentes como producto genuino de la tecnología constructiva propia de su época. De forma particular, el vaciado de sus estructuras internas para mantener solamente las fachadas no responde a los criterios de conservación. (ICOMOS, 2003, ítem 1.3)

3.1 Condiciones originales de la estructura de la iglesia

La iglesia presenta características esenciales -con génesis en algunas de sus condiciones geométricas- que permiten comprender a cabalidad su funcionamiento estructural: la dimensión de los muros longitudinales es excesiva (30 m), el muro norte es contenido por las dos alas que nacen en sus extremos y el muro sur tiene cuatro contrafuertes que no cumplen con la morfología básica y eficiente para este tipo de sollicitación; hay que tener en cuenta que un contrafuerte debiera tener, al menos, dos veces el muro que pretende atesar, y este es apenas el doble. Sumado a esto, el sistema estructural de par y nudillos es un sistema de techumbre que no garantiza diafragma rígido, es decir, una estructura capaz de unificar estructuralmente los muros y repartir sus cargas

También hay que considerar que los contrafuertes del muro sur no disponen de geometría que permita aportar suficiente rigidez para controlar las deformaciones sísmicas horizontales de los muros longitudinales. Por este motivo -frente a las sollicitaciones sísmicas- los contrafuertes centrales colapsaron y los contrafuertes hacia los bordes de los muros resistieron, haciendo innecesario su reemplazo.

La vulnerabilidad de los muros longitudinales hizo necesario -y fundamental- reforzar el vínculo de la nave principal con la estructura de techumbre y muros de las naves laterales aplicando técnicas de pasadores metálicos, soleras de madera de gran dimensión ocultas en el sistema de techumbre de las naves laterales y concentración de los elementos rígidos en las mismas zonas, es decir, convertir el sistema de techumbre en diafragma rígido incorporando elementos que permitan una conexión eficaz entre los elementos. Todo con el propósito doble de lograr compatibilidad de deformaciones de ambos muros longitudinales y tributar las sollicitaciones a los muros de las naves laterales

3.2 Modificaciones al diseño de consolidación estructural

La restauración de este conjunto aunó criterios entre el proyecto original y las modificaciones propuestas durante la ejecución de obras. Las dos principales acciones modificadas del proyecto original fueron: no demoler la totalidad de los contrafuertes del muro sur y -en el convento- cambiar del estuco de cemento al de tierra. En el caso de la nave, el estuco fue de hormigón como indicaba el proyecto, siendo este aspecto una ventana de vulnerabilidad cuya eficiencia habrá que evaluar a largo plazo.

3.2.1 Intervención en contrafuertes en muro sur

No se consideró necesario demoler y reconstruir los contrafuertes laterales dañados, tanto por su buen estado de conservación como por sus características, adecuadas para resistir las sollicitaciones estructurales. Se aprobó, por el Ingeniero calculista del proyecto, una solución estructural que conservó los contrafuertes originales y agregó elementos que garantizan el monolitismo: llaves de madera y pasadores metálicos. Se consideró, además, que reconstruir los contrafuertes podía generar mayores problemas estructurales al dañar la traba en la fábrica.

La elección entre técnicas “tradicionales” e “innovadoras” debe sopesarse caso por caso, dando siempre preferencia a las que produzcan un efecto de invasión menor y resulten más compatibles con los valores del patrimonio cultural, sin olvidar nunca cumplir las exigencias impuestas por la seguridad y la perdurabilidad. (ICOMOS, 2003, ítem 3.7)

3.2.2 Reconstrucción de parcial de muro sur

Debido al estado de conservación de muro longitudinal sur de la nave, se tomaron una serie de consideraciones para su reconstrucción. Desde el punto de vista de la dificultad, fue la acción más compleja de consolidación estructural. El sector tenía un socavón de más de la mitad de su ancho y estaba sostenida por una estructura a base de puntales de madera y relleno; además, se sumaba la cercanía con un vano, que agravó la situación estructural del sector, que da origen al acceso lateral desde la calle Cuevas. La primera acción fue la

confección de un sistema de apuntalamiento de madera que soportara la viga superior donde descarga la albañilería que está sobre el vano. Este elemento contribuyó de buena manera a soportar las hiladas superiores del muro, lo que permitió reconstruir la zona lateral del vano

La zona socavada fue liberada del apuntalamiento y reconstruida en tres sectores, tarea facilitada por la estructura de madera del muro, que permitió instalar puntales sin que la zona superior del mismo fuera afectada.

En ocasiones, la dificultad de evaluar el grado real de seguridad y los posibles resultados positivos de las intervenciones puede hacer recomendable emplear un “método de observación” consistente, por ejemplo, en una actuación escalonada que se inicie con una intervención de baja intensidad, de tal forma que permita ir adoptando una serie de medidas complementarias o correctoras (ICOMOS, 2003, ítem 3.8).



Figura 2: Vista exterior de la reconstrucción de los contrafuertes del muro sur con llaves de madera de pino 4x4" de pino impregnado

3.2.3 Obras de micropilotaje y fundaciones de machones centrales

De acuerdo al proyecto de consolidación del muro sur y machones, estos debían ser reforzados en la zona de fundaciones. En principio se consideró la demolición de todos los machones del muro sur reforzándolos desde la base. Según las prospecciones realizadas durante la obra, el muro evidenció fortalezas no detectadas en la etapa de diagnóstico; el hallazgo permitió la conservación de tres machones en buen estado y posibilitó reforzar el sistema por medio de la integración de las llaves de madera y conexión con sistema de techumbres, estrategia que corresponde al proyecto de estructura.

El reforzamiento de los machones centrales del muro sur (dos centrales) se realizó con la integración de micropilotes en los nuevos dados de fundación proyectados bajo los

machones y el muro. Se insertaron 108 ml de micropilotes, 9 unidades de 12 metros de profundidad cada uno unidos a la enfierradura del dado de fundación.

En cuanto a la capacidad resistente, el estudio geotécnico¹ concluye que la condición del terreno es apta para recibir directamente las fundaciones, y determina que las fallas estructurales en la Iglesia La Merced se deben principalmente a la acción sísmica y no a fallas del terreno de fundación; es decir, el terreno no ha producido asentamientos y capacidad de soporte estático. Para los efectos de la modelación de la resistencia del terreno, se estableció una carga normal máxima de 1,0 kgf/cm² y, de acuerdo a los análisis, se determinó que el suelo es de tipo D de acuerdo al artículo 6º del Decreto 61 (2011).

El proyecto considera como eje principal de la consolidación estructural el enfundado de muros de adobe por medio de mallas electrosoldadas y recubrimiento de cemento. Con este reforzamiento estructural, el adobe traspasa sus cargas a un muro perimetral de hormigón armado.

3.2.4 Enfundado de muros de adobe con malla electrosoldada y estuco de tierra

Todos los muros del convento consideran su enfundado por medio de una malla electrosoldada que se aplica por cada una de las caras del muro, y unidas por medio de pasadores metálicos cada 60 cm y abarca todo su perímetro. Estos elementos confinan los muros de tierra y establecen condiciones monolíticas para los muros, encuentros y vanos. El fundamento de esta materialidad se justifica por el sistema de consolidación a utilizar, trabajado por un sistema de malla perimetral que permite que el muro trabaje como una sola masa, sobre todo si se refuerzan los encuentros de esquinas.

4. CONCLUSIONES

La intervención sobre edificios históricos debe contemplar una flexibilidad importante en relación a lo proyectado preliminarmente. La dificultad de establecer a priori y de forma precisa y certera cada una de las intervenciones en estos edificios —que muchas veces no tienen el acceso necesario para determinar las condiciones exactas de la edificación— es uno de los aspectos más relevantes en la restauración arquitectónica de una edificación histórica. En este sentido, un trabajo mancomunado entre restauradores, proyectistas y autoridades debe tener como objetivo la salvaguardia de los componentes de la edificación para la tan necesaria reconstrucción de nuestra memoria y nuestra identidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caamaño, Manuel (2006). *As construccions da arquitectura popular: Patrimonio etnográfico de Galicia*. A Coruña: Hércules.

Conseil International des Monuments et des Sites – ICOMOS (2003). Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico. Disponibles en: http://www.icomos.org/charters/structures_sp.pdf

Decreto 61 de 13 de diciembre de 2011. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Disponible en <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1034101>

AUTOR

Álvaro Riquelme Bravo, Arquitecto de la Universidad Tecnológica Metropolitana de Santiago (2006) especialista en restauración arquitectónica, maderas, tierra y piedra y mobiliaria. Integrante de la Red Iberoamericana PROTERRA. De 2007-2013 se desempeñó como docente en la carrera de Restauración Patrimonial en DuocUC, realizando diversos cursos y proyectos de restauración. En 2010 funda Xiloscopio Ltda., empresa dedicada a la restauración y conservación arquitectónica y mobiliaria. Desde el año 2014 a la fecha trabaja como arquitecto especialista en restauración para el Grupo Flesan donde se desempeña como gerente técnico de Flesan Restauraciones

¹ Elaborado por el ing. Oscar Nuñez Esper en 2012



ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA



ARQUITECTURA VERNÁCULA CHIPAYA PARA INTERPELAR LOS HÁBITATS DEL MEDIO Y RE-CONCEPTUALIZAR EL “HABITAR”

Humberto Candia Goytia

Facultad de Arquitectura Artes Diseño Urbanismo, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia, qhana2001@yahoo.com

Palabras clave: habitar, hábitat, Uru-Chipaya, viviendas vernáculas, sistema constructivo

Resumen

El mundo globalizado expone un sistema y una arquitectura en crisis, de propuestas icónicas narcisistas, de irracional autonomía proyectadas para ser vistas, homogenizando espacios y borrando las diferencias culturales. Volver a una arquitectura de “los sentidos”, desde la valorización de los saberes alternos, supone una re-conceptualización del “habitar” y la consideración de tradiciones arquitectónicas ancestrales, como el de las viviendas vernáculas chipaya¹, cuyo relativo aislamiento, por la lejanía en que se ubica, y las condiciones de un hábitat extremo (frio y desolado) han permitido mantener sus estructuras socio-económico-culturales, bajo un sistema organizativo sui-géneris y cuya apropiación, organización y gestión del territorio devela un complejo sistema de relacionamiento con el medio ambiente; materializado en la construcción de dos tipos de asentamiento²: uno “urbano” y otro “rural”, de particulares manifestaciones y una arquitectura en tierra de viviendas tronco cónicas, totalmente adaptadas al medio hostil y con una respuesta tecnológica sumamente ingeniosa. Esta conceptualización puede aportar a la re-significación de lo que implica la construcción de hábitats sustentables.

1. EL SENTIDO DEL “HABITAR”, PARA CONSTRUIR UN HÁBITAT ARMÓNICO

Heidegger (1994) considera que el habitar se constituiría en el fin que preside todo construir. En un mundo globalizado, basado en el consumo como causa del efecto global, se persigue un ilusorio “desarrollismo” en detrimento del medio ambiente y fundado en una economía extractivista y depredadora, reflejo de un sistema en crisis. Una manifestación de esta se refleja en la arquitectura como expresión de la construcción del hábitat humano, que requiere un replanteamiento acerca de su conceptualización, desde un dialogo interdisciplinar a partir de una reflexión filosófica que manifieste el origen de la crisis y el camino para superarla.

La exposición de un tipo de arquitectura actual como mero reflejo de la comercialización y la velocidad que impera en él, expone intereses económicos junto con posibilidades tecnológicas que promueven una arquitectura de impacto inmediato, hecha para ser vista y para hacerse notar por la competencia. Esto unido al acelerado proceso de globalización da por resultado una propuesta arquitectónica “narcisista” y “nihilista”, que se extiende desde

¹ Chipaya, nombre que proviene de la voz AymaraCh'ipa que quiere decir paja enmarañada, está ubicada cerca del Salar de Coipasa, en la ribera del Río Lauca, a 188 kilómetros de la ciudad de Oruro. Actualmente es un municipio que pertenece a la provincia Atahualpa del departamento de Oruro del Estado Plurinacional de Bolivia. Sus orígenes se remontan aproximadamente a 2500 años a.C., siendo así que los habitantes de Chipaya son descendientes de los pobladores más antiguos del altiplano y forman parte de la Nación Originaria Uru. A diferencia de otros pueblos, conservan gran parte de sus rasgos culturales ancestrales, el idioma étnico es el Puquina. Los Chipayas, usando lo que tenían en el lugar, desarrollaron una técnica arquitectónica única y representativa de viviendas de forma tronco cónica. También llama la atención su singular vestimenta, la cual se relaciona con su entorno en la que predominan los colores blanco y celeste, además del trenzado de los cabellos de las mujeres de esta nación originaria

² Los chipayas definen dos tipologías de vivienda: la “urbana”, conocida en lengua nativa como “*wallichikoya*” y que se ubica en el centro poblado de Santa Ana de Chipaya, y la “rural”, conocida como “*phutucu*” que se encuentra ubicada en las “estancias”, vale decir en los espacios aledaños a las áreas de cultivo y fuera del poblado.

los países “desarrollados” hasta los países “en desarrollo”, cuyo protagonismo centrado en la imagen, expone a un arquitecto-estrella a través de un edificio-ícono, muestra una arquitectura hecha desde la vista y para ser vista, donde las construcciones adquieren una autonomía irracional, reflejo del ego humano, perdiendo su verdadera esencia, que implica la comunión del ser humano respecto a su entorno construyendo un hábitat armónico y en equilibrio con la madre naturaleza. Entonces, la auténtica finalidad arquitectónica habría quedado relegada; en lugar de anclar a los humanos en el mundo, se ofrece un arte visual protagonizado por artista y cliente. Además, la fama del arquitecto atrae clientela y siembra de edificios homogéneos los lugares más dispares, borrando las diferencias culturales.

Ante este desarrollo avasallador de los procesos de construcción del hábitat contemporáneo, urge volver a una arquitectura hecha desde el tacto: “...un sentido que acerca y comunica, a la vez que permite considerar a todos los demás sentidos como extensiones tuyas...” (Pallasmaa, 2006, p.13).

Pallasmaa (2006) afirma que la arquitectura ha de atender al “ser-en-el-mundo” del hombre, en un parafraseo que remite a Gehlen (1980) y Heidegger (1994), entre otros; en sentido de que el auténtico construir (la arquitectura) ha de realizarse desde el habitar que el filosofar investiga. En consecuencia, es imprescindible estar conscientes del diálogo interdisciplinario, con miras a poder evitar algunos de los errores y desequilibrios que amenazan constitutivamente al hombre, cuya “casa” es el mundo mismo.

Ya en diciembre de 1979, San Pedro (2009, p.211) advertía del error de no insertar el problema ecológico en su auténtica raíz: “una actitud esencialmente filosófica”, “una toma de posición en lo más fundamental, que es la implantación del hombre en el mundo”. Sólo desde esa fundamentalidad, el hombre sabría que no puede ver en la naturaleza un botín dejado a su arbitrio y que la acción técnica tendría que estar orientada y consciente del límite que ha de asumir.

Estas voces críticas que desde la arquitectura y la economía reclaman la atención debida a lo filosófico de los problemas, suscitan algunas reflexiones:

La necesidad de mantener, proteger y potenciar todos los saberes alternos de otros pueblos y culturas, que, como el filosófico, hoy no están suficientemente presentes y no están representados como en el caso particular en relación a un crecimiento del conocimiento positivista de carácter extrínseco y sin medida.

La sospecha de que la modernidad antropocéntrica y sus excesos aún no han finalizado, pesen a las numerosas críticas que se han alzado contra ellos, reclama justamente la valorización de otras miradas en función del cuidado del medio ambiente.

El “habitar” en consecuencia es la clave de la unión, al confluir en él tanto el pensar como el construir. Esa confluencia aún no conformada y cuya implementación depende de la escucha mutua, el pensar de un modo esencial el hábitat y el construir desde ese habitar esencial, se constituye en una tarea imprescindible. Entonces, si la arquitectura proyecta desde el habitar, la unidad del mundo y la diversidad de los entes estará preservada, atendida, cuidada: la tierra no será arruinada, los cielos no se contaminarán sin remedio, lo sagrado no será desvirtuado y los humanos pueden existir en su mortalidad.

2. UNA NACIÓN DENOMINADA “URU-CHIPAYA”

Los Chullpas, primeros pobladores del mundo vivían en la oscuridad y se alumbraban con la luz de la luna...después de muchos siglos los sabios pronosticaron la salida del sol. Al enterarse que el astro rey aparecería por el oeste, todos se apresuraron en construir sus guaridas con puertas hacia el este...Entonces, el sol amaneció por el oeste, pero un tiempo después el sol apareció por el este ocasionando su muerte, sofocados por el extraño calor solar. El sol mató a los chullpas, pero una pareja se metió al agua, donde permanecieron todo el día hasta la puesta del sol. Sólo en la noche reiniciaban su vida normal, así

se fueron acostumbrando al nuevo sistema de vida, con días y noches. Los Uru-Chipaya actuales son sus descendientes... (Mito de origen)³

Una mirada particular a lo esencial de construir el hábitat, desde la reconceptualización del habitar fundado en este concepto de lo esencial, remite a visibilizar la propuesta de una de las 36 nacionalidades bolivianas reconocidas en la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia: la nación Uru-Chipaya (figura 1).



Figura 1 – Estancia Uru-Chipaya. (Crédito: Willy Kenning, disponible en <http://marybelhuallata1.blogspot.com/2012/12/cultura-milenaria-uru-chipya-t-odo.html>)

Esta nación pertenece a una cultura milenaria de expresiones culturales únicas, cuya persistencia hasta la actualidad se debe a un sistema de conocimientos y saberes ancestrales que les ha permitido alimentarse y reproducirse comunitariamente en un territorio cuyas condiciones ecológicas y climáticas son poco favorables para la práctica de la agricultura y la ganadería. Conocidos como “hombres de agua” por la profunda relación que tienen con las aguas del río Lauca, cuya gestión determina su sistema productivo, ritual y su organización social, ciñéndose todo su ciclo vital al manejo de las aguas.

El origen de este pueblo se sitúa alrededor de 1500 a 2000 años antes de Cristo (Delgadillo, 1998). Aunque sus orígenes no están precisados con claridad, las hipótesis formuladas señalan a esta etnia como una de las culturas más antiguas del mundo. Estos hombres de agua, que viven entre totorales y vientos gélidos, se desenvuelven en una sociedad caracterizada por una cosmovisión e identidad única en interacción escasa con sus vecinos aymaras⁴.

En la actualidad, este pueblo está reconocido oficialmente como un municipio indígena originario de Santa Ana de Chipaya, siendo parte de la tercera sección de la provincia Atahuallpa del departamento de Oruro, llegando a ocupar una superficie aproximada de 480,3 km². Sus pobladores se encuentran asentados en la parte norte del lago Coipasa; sobre las márgenes del río Lauca, en el eje acuático formado por el lago Titicaca, el río Desaguadero, el lago Poopó y el lago Coipasa. Se encuentra dividida en dos cantones

³ Este mito responde a una recopilación de fuentes diversas: De la Zerda, 1993; Quispe, 1955; Wachtel, 1978

⁴ Es una nación originaria de América del Sur y está distribuida por la meseta andina del eje acuático del Lago Titicaca, río Desaguadero y Lago Poopo. En la actualidad su población se encuentra repartida en el occidente de Bolivia, el sur del Perú, el norte de Chile y el norte de Argentina.

(Ayparavi y Wistrullani) y cuatro ayllus⁵ (Manazaya, Aranzaya, Wistrullani y Unión Barras). Tiene una población de 2003 habitantes⁶. Su organización socio-territorial está basada en el sistema de “ayllu originario” y regido por un sistema de autoridades tradicionales donde cada ayllu queda al mando de dos jilakatas llamados “alkantis”.

Asentado en una inmensa planicie, correspondiente al piso ecológico de la puna con una altitud media de 3665 msnm, presenta suelos salinos, pampas desérticas con pastizales bajos y un sistema hídrico importante. Esta golpeada por vientos provenientes del oeste y un sol candente durante el día, en el verano se torna en un paisaje similar a una mesa de billar (*Distichishumilis*), en tanto que en invierno se manifiesta como una pampa salitrosa desértica.

Los factores climáticos extremos no garantizan la provisión de alimentos cultivados, donde la caza de animales silvestres contribuye todavía a la seguridad alimentaria de la comunidad, no obstante que este pueblo ha desarrollado una respuesta tecnológica particular del manejo de sus recursos naturales en respuesta a las condiciones extremas de su medio a partir de un uso sui generis del agua, le ha permitido sobrevivir gracias al cultivo de la quinua, la cañahua y la papa, base de su alimentación. Sin embargo últimamente estas técnicas se han ido desvalorizando progresivamente por parte de las nuevas generaciones, quienes en la generalidad de los casos están forzados a migrar masivamente como estrategia de vida al norte de Chile en busca de mejores oportunidades, lo cual conlleva una ruptura del proceso de aprendizaje y transmisión de conocimientos de adultos a jóvenes, erosionando las prácticas culturales de aquellos saberes ancestrales que les permitieron sobrevivir aislados y haciendo frente a las rigurosas condiciones medio ambientales. A esto se suma la falta de políticas educativas que revaloricen estos conocimientos, tecnologías y prácticas.

Por su parte, la degradación de los suelos salitrosos existentes en el lugar, debido a la cercanía con el salar de Coipasa, unido al cambio climático y las actividades humanas respecto al manejo de sistemas complejos de producción, tierras de regadío, pastizales, en zonas áridas, semiáridas y sub húmedas secas, con sistemas no adecuados de utilización de la tierra, ocasionan la pérdida creciente de la biodiversidad, produciendo consecuencias negativas a nivel socioeconómico y el daño al ecosistema de la zona, como la erosión del suelo causada por el viento o el agua, el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y la pérdida paulatina de la vegetación.

Este medio ambiente extremo, devela una flora esteparia (desértica) caracterizada por plantas de hojas de reducida superficie, para evitar la pérdida excesiva de agua. Protegidas del viento y del frío por matas de pasto, crecen algunas plantas con flores. También hay arbustos enanos de profundas raíces.

De acuerdo a la clasificación de Navarro y Ferreira (2004), de las 39 zonas de vegetación, agrupadas en 12 unidades generales de carácter fisiográfico-biogeográfico que hay en Bolivia, el municipio de Chipaya se caracterizaría por presentar las siguientes formaciones vegetales:

- Pajonales y matorrales secos y semiárido donde se encuentra la “thola” (*Baccharisboliviensis*, *B. incarum*) y la paja suave (*Stipaichchu*).
- Vegetación de los salares xéricos donde se puede apreciar en mayor proporción al Ch'iji (*Distichlishumilis*), ami(*Sarconiapulvinata*), atriplex (*Atriplexmiriophylla*) y el cauchi (*Suaeda foliosa*)

⁵ Ayllu corresponde a un tipo de organización generalizada en los Andes, estaba constituido por un grupo de familias circunscritas a un territorio, unidas por relaciones de parentesco, con un idioma común, religión propia y trabajo colectivo. A decir de Murra (1975), la territorialidad de los ayllus estaba conformada por un número variables de “islas”, lo cual permitía tener acceso y control a un máximo de pisos ecológicos y por ende a múltiples productos, lo cual garantizaba de cierta manera su autosustento.

⁶ INE - Instituto Nacional de Estadística, Censo 2012).

- Matorrales altoandinospsammófilos del altiplano seco donde se puede encontrar el “ichu”o paja brava (*Festucaorthophylla*) y la lampaya (*Lampaya medicinalis*).

Entre las especies vegetales indicadas la thola y el ichu, toman relevancia. Cada una de ellas es substancial, sin embargo, el ichu es importante porque actúa como protector de suelos, para evitar el avance de las cárcavas ocasionadas por las lluvias y el viento, y protege los pastos de menor tamaño. En la agricultura se usa para almacenar papas, para elaborar la *tunta* y el *chuño*. En la ganadería, se utiliza como alimento de camélidos, en tanto que, en la vivienda, es útil para amarrar los tijerales del techo de las casas. En artesanía, se aplica en la elaboración de sogas, alfombras para el piso, para el colchón de la cama, para confección de sombreros y escobas.

2.1 El hábitat Uru-Chipaya

La apropiación, organización y estructuración del territoriochipaya sigue un patrón de anillos concéntricos buscando tener una visión del entorno de 360°, debido a controlar el mismo en función a las zonas asignadas al desarrollo de las principales actividades que realizan los habitantes de este pueblo.

La respuesta arquitectónica de este pueblo a las condiciones climáticas y de adaptabilidad a las condiciones extremas en las que se desenvuelve se manifiesta en dos tipos de construcciones: *el wallichikoya*(vivienda urbana) y *el phutucu*(vivienda rural) (figura 2).



Figura 2 – Viviendas UruChipaya: a) vivienda “urbana” (*wallichikoya*); b) vivienda “rural” (*phutucus*).

Fuente: www.mapio.net

Inicialmente en el centro del espacio que hace uso la comunidad, se ubica el asentamiento urbano, construido de *wallichikoya*, destinado al desarrollo de actividades relacionadas con la gestión, el comercio, la educación, la salud, la recreación, la vivienda y otras; inmediatamente, circunscribiendo este espacio central, se conforma un espacio destinado al pastoreo, seguido de otro espacio anular que lo circunscribe y que está destinado a la ubicación de las estancias (*phutucus*), mismas que colindan con el último anillo espacial ubicado en los bordes y destinado a las áreas de cultivo, las cuales están regadas por canales que traen agua desde el río Lauca.

Según la época del año y la actividad que se realiza, tanto en el área urbana como en el área rural; la ocupación del espacio, sigue un patrón de doble domicilio; que implica la ocupación del núcleo urbano en determinadas épocas relacionadas con ciertas actividades festivas y comerciales, y, en otras épocas, el desplazamiento de la comunidad hacia las estancias (3° anillo), para cumplir con las actividades agro-pecuarias que requieren que el núcleo familiar destine su tiempo y dedicación a estas faenas.

Si bien la apropiación territorial es circular, la estructuración del hábitat chipaya se funda en el concepto de la bi-partición, dualismo que se manifiesta en la conceptualización del tiempo, en el sistema de creencias, en la gestión de los recursos hídricos y sistematización del riego estructurado en dos grandes circuitos, al igual que en la organización de todas las actividades agropecuarias de la comunidad y la estructuración del asentamiento “urbano” nucleado reflejado en una organización bi-espacial (Arze Aguirre, R. 1991)

Originalmente, según Wachtel (Arze Aguirre, R. 1991), el pueblo se habría conformado en la intersección de una gran cruz trazada en el territorio y compuesta por particulares hitos rigurosamente dispuestos en línea recta, y sucediéndose a distancias variables de 500 metros a dos o tres kilómetros y que estaban orientados respecto a los cuatro puntos cardinales.

Este nucleamiento del poblado habría sido conformado de manera totalmente diferente al de los asentamientos dispersos aymaras, puesto que el conjunto urbano habría estado constituido por viviendas (*wallichikoya*) dispuestas en fila asimétricamente y unidas por muros curvos o por la cercanía de unas con otras, manteniendo un eje estructurado en dirección norte-sur, formando una especie de barreras alineadas de espaldas a los vientos provenientes del oeste. La característica y disposición de esta alineación “abierta”, permitía la construcción de nuevas viviendas a ambos costados, según la necesidad del núcleo familiar o la conformación de otros nuevos. En este conjunto urbano de planta cuatripartita, habría destacado la ubicación de la iglesia ubicada en la intersección de la cruz y en correspondencia al centro del poblado.

Ambos tipos de vivienda están contruidos de forma cónica, en razón de conformar ambientes que retengan el calor de la energía solar a través de sus paredes y techo, a tiempo de protegerla contra los intensos vientos provenientes del oeste, conformando un espacio circular encapsulado que impide que los vientos no lo impacten de frente sino lo envuelvan, buscando siempre el tratar de mantener al interior una temperatura confortable.

El *waluchikoya* se manifiesta de manera orgánica siguiendo un patrón celular pero alineado. Estas construcciones de base circular y forma tronco cónica, se construyen en base a un diámetro interno de 4 m, capaz de albergar a una familia de cuatro personas. Los muros de esta vivienda están hechos de tepes⁷ que tienen un espesor de 0,40 m y una cubierta de paja sostenida por arcos de ramas de thola. El ingreso a dicho ambiente es por una puerta de 0,70 m de ancho y 1,20 m de altura, orientada al este, constituyéndose en el único vano de la vivienda. La diferencia de este tipo de ambiente respecto al *phutuku* radica a la incorporación de arcos estructurales para el sostén de la cubierta de paja, elemento que permite cubrir una luz mayor.

El *phutucu*, por su parte, es un ambiente también de base circular, de dimensiones diversas, también construido en base a tepes, pero la característica y diferencia respecto al anterior es que en su terminado morfológico adquiere una forma cónica, justamente porque el muro circular en la medida que alza se va cerrando paulatinamente hasta concluir el muro abovedado en un vértice, que funciona a compresión. Este ambiente es utilizado como granero o refugio para los pastores y por lo general tiene una capacidad de albergar a una persona, máximo a dos.

2.2 Sistema constructivo

En un ambiente tan hostil, con vientos predominantes del oeste, las viviendas están contruidas de espaldas a este punto cardinal y cuyo único vano (puerta) está orientada al este, para recibir el sol de mañana, conformando pequeños microclimas en el uso del espacio exterior.

Los materiales que se emplean en la construcción de la vivienda chipaya son: los tepes para erigir los muros; la thola de ramas grandes para sostener la cubierta (de los *walichikoya*), paja para trenzar sogas y para elaborar la tajta, para luego cubrir el techo y cactus para la fabricación de la puerta.

⁷ Los “tepes” son bloques de engramado, extraídos con más sus raíces del medio circundante al hábitat chipaya. La obtención de los tepes, supone la elección de un espacio de pasto natural con raíces gruesas y maduras, propicias para garantizar la durabilidad. En el terreno elegido para su extracción, se trazan dos círculos paralelos con un diámetro interno aproximado de 3 m, y uno externo de 3,80 m, de manera de obtener pequeños bloques de forma tronco cónica de 40 cm de espesor. Esta tarea se realiza con la ayuda de un azadón para su extracción, posteriormente su traslado y apilado en la cantidad que se considere necesario y dejando durante 10 días para su secado y utilización

La construcción de la vivienda inicia con el replanteo, que implica la elección del lugar a construir, luego sigue el nivelado del terreno realizado con el azadón.

El tamaño de la habitación queda determinado por el número de brazadas dispuestas sobre una cuerda y que se constituye en el diámetro interno (como promedio de 4 m), procediéndose luego a marcar sobre el terreno con el uso de una cuerda y desde un punto medio a manera de compas el círculo interno que determinara el espacio útil de la morada.

Inmediatamente se van colocando directamente los tepes sobre la plataforma por hileras. Puesto que no lleva cimiento, estos se disponen con las raíces hacia arriba y el pasto hacia abajo, igualándose de la manera más prolija con el uso de un cuchillo grande y el azadón, para lograr un ensamblaje firme, puesto que el muro trabaja a compresión. Guiándose por el círculo trazado previamente, se levanta fila por fila la pared curvilínea, que se va estrechando poco a poco en la medida en que alcanza mayor altura, hasta llegar a una altura aproximada de 2.40 m y formar un espacio tronco cónico.

La unión entre bloques manifiesta un muro con juntas en seco sin el uso de aglomerante alguno, que posteriormente serán rellenadas con barro para evitar el ingreso de aire frío. La última fila que conforma el anillo de cerramiento es construido con tepes de un espesor de 0,45 m, funcionando como una especie de pequeño alero (*huaylla*), a la vez de sujetar los nervios estructurales de la futura cúpula. Esta se construye sobre una estructura formada por arcos o nervios de thola en forma de una cúpula de media naranja, unidas con cuerdas de paja brava y trenzadas previamente; para luego fijarse por sus extremos en los orificios del muro hechos con anterioridad, amarrándose unos con otros de manera transversal constituyendo una rejilla parabólica portante.

Esta estructura es cubierta por una lámina de arcilla y paja, denominada *tajta* (*wara*), que es elaborada con anterioridad en el suelo. Esta lámina es de forma circular y para facilitar el traslado hasta el techo, se corta en partes de forma trapezoidal. Encima de la *wara* se coloca paja brava, como protección contra el agua de lluvia. A su vez la paja se sujeta por encima con una chipa (*thejtha*), o red trenzada con el mismo material, como precaución contra los fuertes vientos. Luego se aplica el revoque de arcilla, que protege el muro de la lluvia e impide la infiltración de aire.

El vano de la puerta adquiere una forma trapezoidal, coronada por un dintel hecho de bolillos de madera rolliza, donde se coloca la puerta hecha con madera de cactus (*cereus*); cortada en forma de tablas secadas al sol y unidas mediante cuerdas de cuero de lana y asegurada de manera ingeniosa por una “cerradura” artesanal hecha de madera y cuero.

Para la construcción de la vivienda misma de uso múltiple se siguen los pasos presentados en las figuras 3 a 11.



Figura 3—Se traza inicialmente un círculo de aproximadamente 2,40 m de radio externo



Figura 4— Seguidamente se crea una plataforma de 0,30 m de alto para evitar el ingreso de agua a la vivienda



Figura 5— Se van colocando los tepes con el pasto hacia abajo y las raíces hacia arriba, para conseguir una buena adherencia. Esta vivienda no posee cimientos



Figura 6— Al llegar a una altura de 1,20 m del nivel de la plataforma, se coloca un dintel de madera de cactus, para cerrar el espacio que albergara la puerta



Figura 7– El último anillo formado por los tepes llega a una altura de 2,20 m. Este aro está formado por tepes de mayor grosor (0,45 m) ya que debe resistir el peso de la cúpula

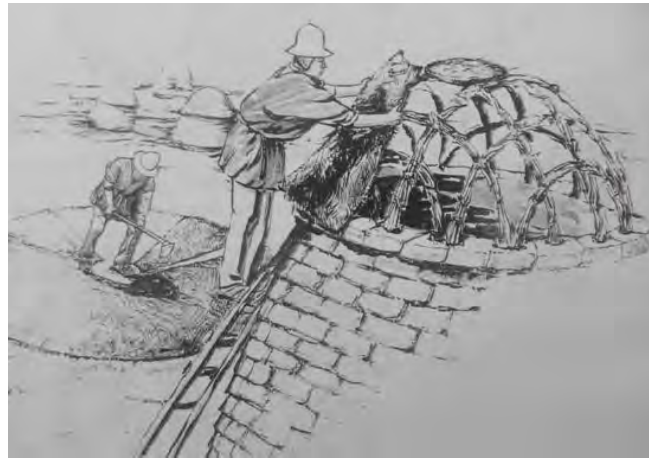


Figura 8 – Para la construcción de la estructura cupular se utilizan nervios de thola, que se incrustan en el último anillo de tepes



Figura 9 – Se colocan dos corridas de arcos dispuestos de manera perpendicular y luego se amarran con sogas elaboradas de paja brava



Figura 10 – Los arcos se cubren con una lámina circular de arcilla y paja llamada wara, para ponerla se corta en piezas trapezoidales



Figura 11 – Finalmente se coloca la paja brava encima de la wara, a su vez la paja se sujeta con una chipa red trenzada, para finalmente estucarse por dentro

Las herramientas que se utilizan son: azadón (para el corte de los tepes), pala, estaca, cuerda y escalera.

En la territorialidad rural, el *phutucu* es construido enteramente de tepes. Tiene planta circular de un diámetro interno aproximado de 3 m, que se va angostando en la medida que alcanza mayor altura, hasta terminar en un vértice cónico. Estos ambientes alcanzan una altura de 3,20 m a 3,60 m.

3. CONSIDERACIONES FINALES

La imagen urbana actual de la población de Santa Ana de Chipaya dista bastante de aquella registrada en la visita de Wachtel (Arze Aguirre, 1991) en el siglo anterior, principalmente por el proceso de “modernización”, debido a las migraciones temporales al norte de Chile, y, en menor magnitud, a los centros urbanos bolivianos. Se encuentra hoy viviendas rectangulares en la estructura urbana, similar a los poblados aymara, al igual que la superposición de una trama ortogonal respecto a la trama orgánica de tipo lineal y agrupamiento celular del trazado original. Es posible aún encontrar en las “estancias” la propuesta arquitectónica original, misma que se constituye en el referente icónico de este pueblo, y que devela un tipo de arquitectura adaptada perfectamente al medio ambiente y construida con materiales del lugar.

La visibilización de este tipo de propuesta se sustenta en la adopción de una postura que reivindica aquellos saberes alternos de pueblos ancestrales, cuya relación con el medio

ambiente fue de respeto e integralidad, lo cual lleva a reflexionar sobre la mirada de Boaventura de Sousa, y Meneses (2014), cuando hacen referencia a las “ecologías del sur”, que justamente consideran los aportes del conocimiento de los pueblos “sub desarrollados” y “negados” por el pensamiento positivista occidental.

Una arquitectura como la indicada, no sólo devela un aporte tecnológico del ser humano ante un medio ambiente adverso, sino deja entrever una solución tecnológica totalmente amigable, basada en la tierra, a tiempo de señalar un camino de reflexión respecto a la consideración de re-significar aquellos conceptos fundantes referidos al “habitar” y el sentido del morar del ser humano en total armonía con su entorno y en consecuencia con el cosmos.

En consecuencia, la recuperación de esta tecnología vernácula puede muy bien ser considerada en la actualidad con aportes de bio-climatización, sistemas alternativos de saneamiento y obtención de energía; buscando alcanzar el carácter de sustentabilidad de la vivienda en relación integral y respetuosa con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arze Aguirre, René (1991). Los C Quispe, M. (1955). hipayas: conversación con Nathan Wachtel. Periódico Presencia. La Paz, Bolivia.
- Boaventura de Sousa, S.; Meneses, M. P. (2014). Epistemologías del Sur: Cuestiones de antagonismo. Ediciones Akal.
- De la Zerda Ghatti, J. (1993). Los Chipayas: modeladores del espacio. La Paz, Bolivia: Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Artes; Misión de Cooperación Técnica Holandesa.
- Delgadillo Villegas, J. 1998. La nación de los Urus “Chipaya 1984”. Oruro, Bolivia: CEDIDAS.
- Gehlen, A. (1980) El hombre. Su naturaleza y su lugar en el mundo. Salamanca: Sígueme
- Heiddeger, M. (1994). Construir, habitar, pensar. Conferencias y artículos. Barcelona, España, Ediciones del Serbal, p. 127-142
- Murra, J. V. (1975) Formaciones económicas y políticas del mundo andino. Lima, Perú: Instituto de Estudios Peruanos, Lima.
- Navarro, G.; Ferreira, W. (2004). Zonas de vegetación potencial de Bolivia: una base para el análisis de vacíos de conservación. Revista boliviana de ecología y conservación ambiental, N° 15, p.1-40. Santa Cruz, Bolivia: Fundación Simón I. Patiño.
- Pallasmaa, J. (2006) Los ojos de la piel. Barcelona, España: Gustavo Gili
- Quispe, M. (1955). Copia del cuadernillo de historia tradicional de los Urus de Chipaya”. Revista Municipal de Artes y Letras, v.3, N° 11-12. La Paz, Bolivia: Khana.
- San Pedro, J. L. (2009) Economía humanista. Barcelona, España: Mondadori
- Wachtel, N. (1978). Hombres del agua. El problema Uru, siglos XVI-XVII. Publicado primeramente en: Annales. Économies, Sociétés. Civilisations, 33(5): 1127-1159. París, CNRS, 1978, y en castellano en Revista del MUSEF, La Paz.

AUTOR

Humberto Candia Goytia, maestro en ordenamiento territorial y planificación urbana; arquitecto; profesor de Historia de la Arquitectura 1 de la Facultad de Arquitectura, Artes, Diseño y Urbanismo, de la Universidad Mayor de San Andrés. Docente investigador del Instituto de Investigaciones de la Carrera de Arquitectura de la UMSA. Miembro y past-presidente de la Federación de Ex becarios en Israel (FEI), de Latinoamérica y El Caribe.



EL ADOBE: FACTORES HISTÓRICOS GATILLANTES EN LA PÉRDIDA DE LA CULTURA CONSTRUCTIVA EN CHILE

Rodrigo Pérez

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía, Universidad de Concepción – Red ARCOT Cátedra UNESCO Chile, Chile,
rodrigoperez@udec.cl

Palabras clave: cultura constructiva, historia, construcción con tierra, normativa, adobe

Resumen

Chile presenta una larga geografía y una diversidad climática que ha condicionado históricamente la respuesta local arquitectónica y constructiva, adaptando las soluciones a los recursos naturales disponibles. Entre los sistemas constructivos con tierra, el adobe ha sido el más utilizado pero también el más cuestionado por su fragilidad a los movimientos telúricos y por tanto a la seguridad que ofrece. Frases como “el adobe mata” o “el adobe es peligroso”, reflejan algunos de los prejuicios que existen contra este material y que desgraciadamente no sólo están en la mente del ciudadano común sino también en la opinión (desinformada) de profesionales, autoridades políticas, etc. Esto da pie a esta investigación, para encontrar respuesta a ¿Qué ha sucedido a lo largo de la historia chilena que ha llevado a este noble material de ser el más utilizado desde épocas pre-hispánicas al más despreciado en la actualidad?. El objetivo principal es buscar y dar a conocer las razones y acontecimientos para rescatar y revalorar el adobe, rompiendo con algunos mitos y paradigmas muy arraigados en nuestra sociedad actual que ponen freno al uso del material tierra y al desarrollo de técnicas innovadoras con este material tan noble, ecológico y sustentable. En una primera etapa, se realiza un análisis histórico para descubrir la base de estos saberes y técnicas locales en torno al adobe, estableciendo una cronología de los hechos importantes que fueron gatillando los cambios para finalizar en una segunda etapa con un análisis comparativo del estado del arte de las construcciones que a la fecha están en pie y en buen estado de conservación. La investigación está en etapa inicial pero ya se vislumbran algunos resultados que dan luces del origen del problema, no sólo socio-culturales y comunicacionales, sino también técnicos, condicionados por políticas económicas que sistemáticamente fueron restringiendo el uso del adobe hasta llegar a eliminarlo.

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de Chile, desde épocas pre hispánicas, se han sucedido una serie de hechos o circunstancias de distinta índole (históricos, naturales, sociales, políticos, económicos, culturales, etc.) que han sido factores gatillantes en la transformación de la técnica constructiva del adobe llegando en los tiempos actuales a una pérdida del saber hacer ancestral. Por una parte está el legado ancestral de los pueblos originarios y luego, con el descubrimiento de América, se produce un hito importante que determina un antes y un después en nuestra historia constructiva, comienza el período de la conquista española y surgen las primeras ciudades como las conocemos hoy en día. La arquitectura urbana sufre transformaciones en la medida en que se van desarrollando las ciudades en sus distintos ámbitos; económico, demográfico, político, etc. y en una constante búsqueda identitaria con el momento que se vive en cada época. Sumado a lo anterior, la llegada de nuevos materiales y sistemas constructivos productos del desarrollo industrial, tecnológico, modas, tendencias y acompañado permanentemente por grandes sismos y sus consecuentes efectos de destrucción, que siempre han abierto la oportunidad a la renovación. Es aquí donde se centra la primera mirada en esta búsqueda.

2 OBJETIVOS

El objetivo principal de esta investigación es dar respuesta a una interrogante que de alguna manera encierra una preocupación actual sobre las razones que han llevado por una parte a

prohibir por ley el uso del adobe como sistema constructivo y por otra a rechazarlo como alternativa viable.

¿Qué ha sucedido a lo largo de la historia chilena que ha llevado a este noble material de ser uno de los más utilizado desde épocas pre-hispánicas al más despreciado en la actualidad?.

Investigar y recopilar acontecimientos y experiencias que se han sucedido históricamente resultan necesarias para entender y no repetir errores en las toma de decisiones referidas al adobe y así poder reeducar a las nuevas generaciones y contribuir a poner nuevamente en valor sus extraordinarias propiedades para quitar el freno al uso del material tierra y al desarrollo de técnicas innovadoras con este material tan noble, ecológico y sustentable.

3 ESTRATEGIA METODOLÓGICA

El trabajo de investigación se propone en dos etapas; la primera, que se expone en este artículo y que a la fecha está en pleno inicio y en donde se está realizando un análisis bibliográfico y documental histórico para descubrir y rescatar la base de estos saberes y técnicas locales en torno a la arquitectura en tierra, específicamente con respecto al adobe en Chile y establecer un seguimiento cronológico de los hechos importantes que fueron gatillando los cambios en las técnicas constructivas sobre la base de los permanentes eventos telúricos a lo largo del territorio, sumándole a estos en el proceso aquellos otros hechos de relevancia que, directa o indirectamente, también influyeron en estos cambios.

Debido a la gran cantidad de bibliografía revisada y sobre todo por revisar y el tiempo que esto demanda, los resultados de los primeros análisis muestran que es particularmente relevante el punto de vista de la cronología de los movimientos telúricos, los que al fin y al cabo son los grandes modeladores y sobre todo promotores de los cambios en las ciudades y su arquitectura.

Finalmente, en una segunda etapa, se realizará una caracterización evolutiva de la técnica constructiva del adobe con toda su metamorfosis sufrida desde sus orígenes para terminar con un levantamiento y análisis arquitectónico - constructivo en edificaciones de adobe de al menos tres localidades de la región del Biobío, que por su data fundacional puedan mostrarnos a través de sus testimonios arquitectónicos aún en pie, el estado del arte de las construcciones locales en adobe en la actualidad. La decisión de elegir localidades semi rurales, de pequeños pueblos, es porque en ellos no se habrían producido los cambios que si se evidencian en las grandes ciudades así que es más probable encontrar en estos poblados edificaciones que se hayan mantenido más o menos intactas desde sus fechas de construcción. Esto permitirá detectar y evaluar si sufrieron cambios o no y analizar el por qué aún se mantienen en pie y así intentar dar respuestas más concluyente a esta investigación.

4 RESULTADOS

A pesar de encontrarse en una etapa inicial la investigación, presenta algunos resultados que dan luces de algunos hechos o situaciones no sólo socio-culturales y comunicacionales, sino también técnicos, condicionados por políticas económicas que sistemáticamente fueron restringiendo el uso del adobe hasta llegar a eliminarlo.

4.1 Chile país sísmico y los terremotos como modeladores constructivos

Sin duda al referirnos a Chile, no se puede dejar de lado uno de los factores más importantes en la transformación e innovación de las ciudades y por lo tanto de la arquitectura y sus soluciones constructivas locales desde sus inicios, se trata de los terremotos. Chile es a nivel mundial uno de los países con los terremotos más fuertes y devastadores que se tenga registros (Figuras 1 y 2). Los primeros registros chilenos datan de 1570 plasmados en algunas crónicas de la época o relatos transmitidos de una generación a otra en la intimidad del núcleo familiar.

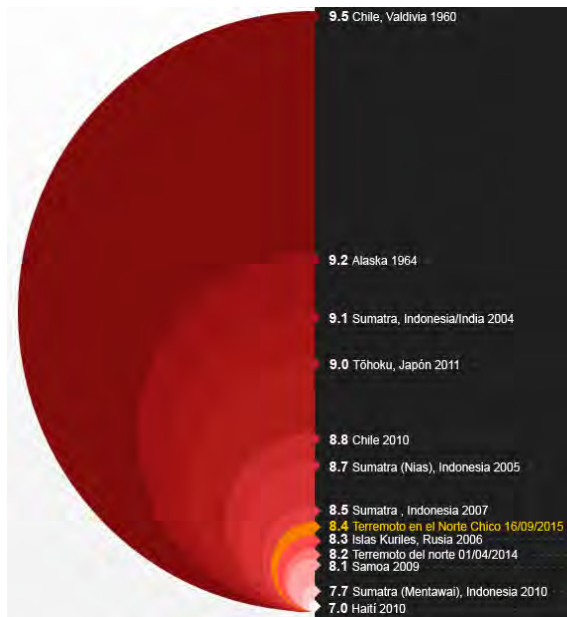


Figura 1. Últimos terremotos históricos según liberación de energía

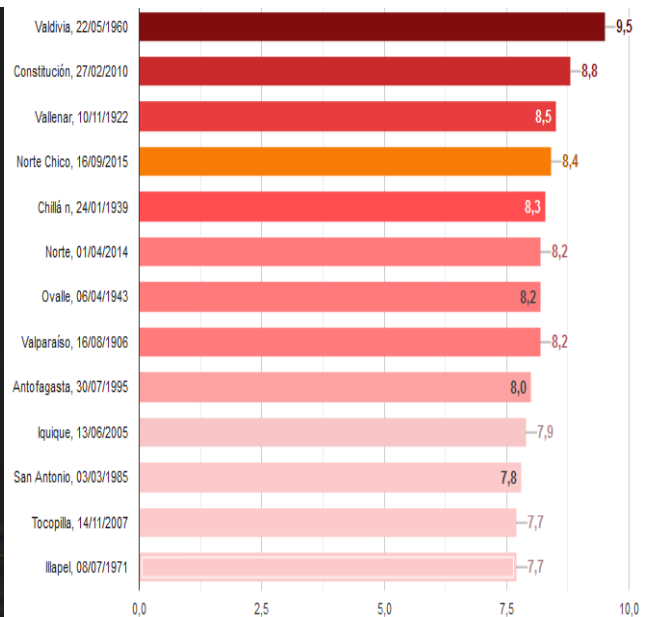


Figura 2. Los peores terremotos en la historia de Chile desde 1900

(Fuente: Centro Sismológico de la Universidad de Chile)

Parece lógico a primera vista responsabilizar a los terremotos por el daño y colapso de las edificaciones, más aún si se trata de adobe, pero si los sismos siempre han estado aquí habría que preguntarse entonces ¿Qué ha pasado en todos estos años?. Será que no hemos sabido dar en el tiempo las respuestas adecuadas. También sería importante preguntarse ¿Qué respuesta ante el sismo deberíamos esperar de una edificación?. De acuerdo a la experiencia personal en asesorías post 27F¹ en la ciudad de Concepción, se visitaron a más de un centenar de familias afectadas de diferentes estratos socio – económico – cultural. Al ser entrevistados, una gran mayoría coincidió en que la expectativa de respuesta de sus construcciones ante el terremoto (8,8 Rischter) fueron que sus viviendas resistieran y no se agrietaran y menos colapsaran. Esto deja entre ver un cierto desconocimiento de cual es el espíritu o filosofía detrás de las normas actuales. Al aplicar la norma chilena de diseño sísmico de edificios (NCh 433, 1999, p.21), en términos generales se pretende lograr estructuras que:

- resistan sin daño movimientos sísmicos de intensidad moderada;
- limiten los daños en elementos no estructurales durante sismos de mediana intensidad;
- aunque presenten daños, eviten el colapso durante sismos de intensidad excepcionalmente severa.

En otras palabras se podría decir que la finalidad de la norma sísmica es, más que salvar la edificación, resguardar la vida de sus moradores ante un evento sísmico, por lo tanto es esperable que dependiendo de la magnitud del evento, si se puedan producir grietas con menor o mayor compromiso estructural. Si se lleva esta inquietud atrás en el tiempo, las expectativas en las personas, según se deduce de algunos relatos, habrían sido sino iguales, muy similares, atribuyéndole a la aparición de grietas un daño irreparable, como cuando se quiebra una copa de cristal, pero desconociendo que en la arquitectura en general y particularmente el adobe existe un alto porcentaje de daños reparables. Es así como hasta en la actualidad para una persona común, por su normal desconocimiento técnico del comportamiento sísmico de una edificación, la presencia de una grieta luego de un movimiento telúrico, la asocia inmediatamente con una falla estructural sin detenerse a

¹ Referencia al terremoto y maremoto 8,8 Rischter ocurrido en Chile el 27 de Febrero de 2010.

observar que tal vez la grieta es solo de elementos no estructurales como por ejemplo el revoque o estuco.

Los constantes movimientos telúricos característicos de Chile, a lo largo de su historia y extensa geografía con su diversidad de climas, relieves, etc. han obligado a sus habitantes en las diferentes latitudes, “a desarrollar una serie de estrategias de sismoresistencia que, a pesar de no poseer un registro escrito, pueden leerse claramente en la forma urbana, en el diseño arquitectónico y en las características constructivas de los edificios” (Jorquera, 2014. p.2)

Solo al revisar cronologicamente los innumerables sismos que han sacudido al país desde que se tienen registro, se puede observar circunstancias de distinta índole que aportan a la comprensión y dan en parte algunas respuestas al planteamiento del problema. No pasa lo mismo si siempre se ven los eventos en forma aislada, recordar que la naturaleza es cíclica por ende los eventos telúricos también lo son, por lo tanto, si no se aprende de los errores del pasado, los mismos se seguirán repitiendo en el futuro. De alguna manera eso es lo que ha venido sucediendo en Chile, luego de cada evento sísmico y con el consiguiente daño y destrucción que este produce, las autoridades edilicias, ministeriales, cuerpo de bomberos, profesionales, etc. salen a las calles a evaluar los daños y determinar rápidamente que edificaciones están en condiciones de habitabilidad y cuales no, muchas veces por no decir la mayoría, las inspecciones han sido meramente visual y en el caso de las construcciones de adobe, sin el conocimiento técnico adecuado, no se han tomado el tiempo suficiente para evaluar realmente su estado y guiados por intereses de desarrollo local, reactivación económica, etc., se han tomado decisiones de demolición sin argumentos suficientes y sin saber el origen del problema que muchas veces es producto de malas prácticas constructivas y no del sistema constructivo en si. Si a lo anterior, se suma hoy en día la rapidez mediática de la información, entonces el mensaje que llega a la persona común acrecienta el prejuicio sobre la construcción con adobe cuyas imágenes son las primeras y casi únicas en mostrar como testimonio de la destrucción.



Figura 3. Album gráfico del terremoto del Norte (Ortíz, 1923)

4.2 Intercambios e influencias constructivas en el período pre-hispánico

Ya se mencionó que la llegada de los españoles marco un antes y un despues en general en la historia americana. Entonces, para poder abordar el tema, se hace necesario dar una mirada a la situación de intercambios o influencias culturales - constructivas que se produjeron antes de la llegada de los españoles y que pudieron modelar y talvez transformar la manera de construir de los autóctonos chilenos (materialidad, sistema constructivo, criterios sísmicos).

Sin duda, en Sudamérica la cultura que llegó a construir un gran imperio, vigente a la llegada de los españoles, fueron los Incas. Como producto de su proceso de expansión y conquista, una buena parte del territorio chileno formó parte del Collasuyo, que correspondía

al distrito sur, uno de los cuatro en que se dividía el Imperio tomando como centro la ciudad de Cuzco y llegando hasta el río Maule en la actual séptima región de Chile. Entre las clases sociales estaban los Mitimacunas o instructores, pobladores que fueron trasladados para colonizar otras regiones junto con sus familias bajo el mando de su jefe étnico y cumplieron “funciones políticas (enseñar leyes y costumbres), económicas (mostrar formas de trabajo, incluso arte), militares (servir de espías o elemento de represión), y culturales (enseñar la lengua y la religión).” (del Busto, 1981, p. 106). Aquí aparecen algunos indicios de influencia cultural debido a que una de las funciones de los Mitimacunas por mandato supremo, era la de transmitir a los pueblos conquistado y dominados los aspectos propios de la Cultura Inca.

La arquitectura de las casas incas varió mucho en el Imperio dependiendo entre otras cosas del clima donde estaban ubicadas. Las construcciones habitacionales se podrían dividir en dos grandes grupos según su ubicación; las cordilleranas (de la sierra) y las de la costa (del Busto, 1981, p. 274 y 276)

Las casas cordilleranas fueron siempre de piedra, con sus techos de paja a dos aguas, acaso una sola puerta pequeña y a veces ninguna ventana. [...] En la costa la vivienda podía ser algo distinta. Las paredes eran muy gruesas, de barro o adobe, tenían varias puertas y ventanas; los techos eran planos por ser vigas de huarango. Estos travesaños sostenían tupidos entrelazados de caña perceptibles en el interior de la habitación, no así desde el exterior por estar cubiertos por una capa de barro seco mezclado con paja.

Si se da una mirada a la arquitectura de los pueblos altiplánicos (Aymaras y Quechuas) en el norte de Chile (Figuras 4 y 5), se reconoce rápidamente las características descritas en el párrafo anterior y que han perdurado en el tiempo hasta la actualidad con un mínimo de alteraciones, principalmente en su materialidad debido a que los poblados están dispersos en un gran territorio y lejos de las grandes ciudades. Las transformaciones propias de la modernidad no han llegado con tanta fuerza, manteniendo vigente y evidente la influencia Inca.



Figura 4. Vivienda al interior de Iquique

Entre los pueblos originarios pre hispánicos de la zona centro-sur, se encontraban los Picunches, Mapuches, Huilliches y Pehuenches. Habitaron entre los ríos Aconcagua y el Itata. Los Picunches (del mapudungun: pikun che, gente del norte), era el pueblo perteneciente a la zona central de Chile llamada Pikun Mapu. Producto de su contacto con los Diaguitas, y posteriormente con los Incas, este pueblo alcanzó un mayor desarrollo que los Mapuches que se emplazaban más al sur.



Figura 5. Mampostería de piedra, localidad de Peine

El pueblo Picunche actualmente está extinto, producto de muertes por nuevas enfermedades, guerras y genocidio en el período de la conquista española, pero también existió un abandono de su cultura al integrarse a la cultura española produciéndose el mestizaje.

4.3 Terremotos y precariedad constructiva durante el siglo XVI

Luego del descubrimiento de Chile con la expedición de Hernando de Magallanes en 1520 y con la de Diego de Almagro en 1536, concluye con la llegada de Pedro de Valdivia en 1541, quien inicia el período de la Conquista. Ya en los inicios de la Conquista, Barros Arana (2000a, p.282) refiriéndose a la ciudad de Santiago señala que [...]“el aspecto de aquella ciudad de adobones y de paja, que sin embargo, se llama la capital del reino de la Nueva Extremadura, debió ser el de las más miserables aldeas.” dejando en claro la precaria materialidad de sus construcciones pero también nos señala el uso de la tierra y fibras en ellas (paja).

Por otra parte, al parecer, no existen registros de eventos telúricos sino hasta en 1562 y 1570 donde se producen sendos terremotos en la ciudad de Concepción y 1575 en Valdivia. Sin embargo, Amunátegui (1882, p. 526 y 527) citando a el maestro de campo Alonso González de Nájera, quien señala que “Todo el reino de Chile es sujeto a terremotos,” por lo cual para los nativos son comunes los temblores y refiriéndose a los edificios, acota que [...] “por lo que los fabrican jeneralmente bajos”, es decir en un piso, aludiendo a un gran terremoto que asoló la ciudad de Concepción en el año 1562 en su antiguo emplazamiento, donde actualmente se ubica la ciudad de Penco. Vale la pena destacar que en este período las construcciones son más efímeras, expuestas a los permanentes ataques y destrucción por parte de los indígenas solo se construye con madera (troncos) y fibras (paja).

4.4 Hitos y necesidad de toma de conciencia de seguridad constructiva a partir del siglo XVII

Dada la larga lista de terremotos, se presentan acá solo aquellos en donde la revisión bibliográfica y documental, hasta el momento, ha permitido encontrar antecedentes que aporten al análisis.

- **13 de mayo de 1647.** Tiene lugar el mayor terremoto registrado en las crónicas Coloniales y que redujo a escombros la ciudad de Santiago. Este hecho catastrófico deja a la luz uno de los primeros hechos significativos que se busca con esta investigación y que si bien no hace referencia directa al adobe, si nos muestra las razones de fondo que llevan a las autoridades políticas y/o religiosas de la época a resolver una situación que amerita un análisis profundo para tomar una decisión adecuada pero que si embargo fueron otros los factores que primaron, en este caso intereses económicos. Barros Arana (2000b, p. 319) cita textual la carta del oidor de la Real Audiencia don Nicolás Polanco de Santillana al Rey en junio de 1647 y comenta,

Quiso la ciudad en cabildo abierto, movidos del horror de ver que sus mismas casas habían conspirado contra la vida de sus dueños, y eran ya sepulcros de ellos, y desmayada de poder remover tanto desmonte como ocupaban los sitios que fueron antes edificios de su vivienda, mudarse y salir como huyendo de su propia hacienda a buscar otro lugar donde poblarse, en que comenzaron a discurrir utilidades para su mudanza. Concurrimos (los oidores) en la plaza con el Obispo, todos los ministros reales, prelados de religiones, cabildo eclesiástico y secular, donde se confirió largamente el sí y el no, y se resolvió no convenir por entonces sino repararse contra el viento cada uno como mejor pudiese, y cuidar de reservar del hurto las alhajas, vestidos y los materiales desunidos, y buscar alivios de conservarse y no perderse, y amparar las monjas, las religiones, los pobres, los huérfanos, los desvalidos, y componer la república de modo que no se acabase totalmente". Esta resolución que se creería inspirada por el apego de los pobladores al suelo en que habían nacido y vivido, obedecía, sin embargo, a sentimientos de otro orden. Casi todos los solares de la ciudad estaban gravados con fuertes censos a favor de los conventos y de otras instituciones religiosas que procuraban a éstos una renta considerable. La traslación de la ciudad, dejando sin valor alguno esos solares, habría producido su abandono definitivo y privado a los conventos de una buena parte de sus entradas. La Audiencia, obedeciendo a las ideas religiosas de la época, apoyó decididamente al Obispo y a los frailes en sus gestiones; y quedó resuelto que la ciudad se reconstruiría en el mismo sitio.

[...] Efectivamente con el terremoto de 1647 la ciudad quedó arruinada por completo y se inició una nueva etapa constructiva. Se eligieron con mayor cuidado los materiales y se emplearon nuevos elementos destinados a asegurar la estabilidad, como por ejemplo pilares y cimientos enormes que influyeron en el aspecto exterior.

Por esta misma época, La Compañía de Jesús impulsó un auge en la construcción, formando a albañiles, carpinteros, ebanistas, mecánicos, entre otros oficios, que elevaron la calidad de los sistemas constructivos y decorativos aplicados no sólo a edificios religiosos sino a todo el conjunto arquitectónico.

- **13 de febrero de 1812.** Se crea y publica el primer periódico nacional "La Aurora de Chile". Este hecho, desde el punto de vista de la investigación, constituye un hito histórico importante por cuanto es el primer medio de comunicación nacional.

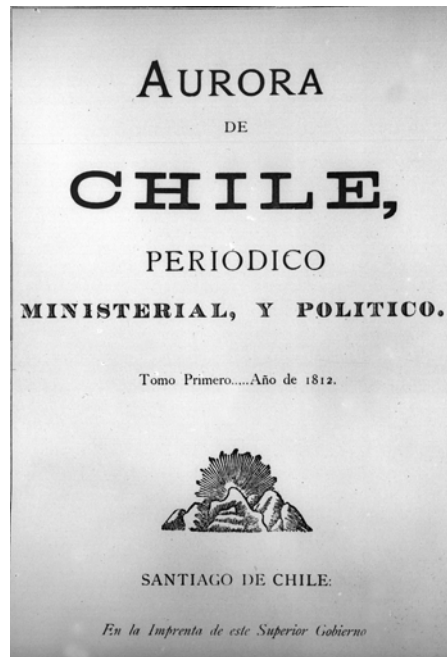


Figura 6. Aurora de Chile (Biblioteca Nacional)

- **16 de agosto de 1906.** A raíz de este evento telúrico, se crea en Chile el Servicio Sismológico de Chile, como da cuenta el Boletín del mismo servicio, (1909, p.1)

El terremoto de Valparaíso del 16 de Agosto de 1906 sacudió a la opinión pública de Chile i demostró a todos, tanto en la nación como en las esferas gubernativas, la necesidad absoluta de desarrollar en este país el estudio de los fenómenos sísmicos, tal vez su rasgo natural más característico. Se entendió también i vivamente la importancia de la, vulgarización de los métodos para construir asísmicamente, una parte de la sismología hasta la fecha completamente ignorada en Chile, lo que orijinó en gran parte los daños causados por el terrible suceso.

Además, al referirse a la “vulgarización de los métodos para construir asísmicamente” se refiere a promover la difusión y enseñanza del arte de construir en los países sísmicos. Por esta razón, el entonces Rector de la Universidad, Sr. Valentin Letelier, como jefe de la enseñanza superior, propuso al Consejo de Instrucción Pública la creación de este Servicio y la contratación de un sismólogo europeo que, además de su trabajo científico debía encargarse de impartir clases al respecto a los estudiantes de arquitectura e ingeniería.

- **10 de noviembre de 1922.** Terremoto en la zona norte de Chile, La Serena, Coquimbo. El presidente de la época, Sr. Arturo Alessandri, visitó la zona afectada, sus impresiones con respecto a este viaje quedaron plasmadas en el Album gráfico del terremoto del Norte (Ortíz, 1923. p.4) en donde expresa que,

Es obvia la conveniencia de utilizar esta triste oportunidad como la única ocasión que se presenta para procurar que la reconstrucción, se realice sobre las bases modernas y con materiales adecuados, dentro del propósito que las futuras habitaciones ofrezcan la posible resistencia en circunstancias análogas a las de la reciente conmoción. Los técnicos que me han acompañado durante la visita al norte estiman relativamente fácil la solución para el porvenir.

Claramente existe una intención de renovación y modernización de parte de la autoridad máxima y sus técnicos pero también es evidente que los asesores técnicos en ningún momento pretendieron hacer una investigación con el objeto de rescatar lo existente y determinar por que colapsaron las edificaciones. Fue más fácil, como lo manifiesta el mismo presidente Alessandri, sentar esperanzas en nuevos materiales y en “la posible resistencia” de éstos, osea, tampoco parecía seguro de que así fuese.

En el mismo documento se señala que parte de la comitiva de carácter técnico estaba integrada por el Director General de Obras Públicas, Ingeniero Guillermo Illanes y el Ministro de Industria y Obras Públicas, Ingeniero Miguel Letelier.

Un documento bastante interesante con respecto a las construcciones dañadas por este sismo, es el Boletín del Servicio Sismológico de Chile del año 1992, de cual se desprenden observaciones muy interesantes que dan cuenta de que parte del problema son también los suelos y la poca conservación o mantenimiento de las edificaciones.

- **1 de diciembre de 1928.** Un fuerte sismo produjo la destrucción casi completa de la ciudad de Talca. En un periódico local se escribió²

Este terremoto repite la lección que desde hace siglos nos viene dando la tierra en sus convulsiones: que debemos construir las casas teniéndolas en cuenta.

Antes parecía más difícil, pero no imposible: el adobe se llevó la preferencia para casas bajas; y aun se construyeron algunas de dos pisos de muros gruesos de tierra que han resistido todos los terremotos.

Mas ahora, con el cemento armado, la estructura de fierro y otros medios, hay facilidad para construir en forma asísmica.

Se necesita, no obstante, una ley que establezca las características de las construcciones en relación con su precio y altura. Desde luego, una ordenanza sobre escalas, en vista de las desgracias por incendios, no ha sido obedecida. Se requiere, pues, una ley que obligue a todos a construir contra terremotos.

En este texto se declaró abiertamente la falta de toma de conciencia del tema sísmico en la construcción de la época y si bien destaca la calidad resistente del adobe, por otra parte promueve la construcción con concreto armado y finalmente plantea la necesidad de regulaciones normativas.

- **25 de noviembre de 1935.** Luego de una prórroga de un año, por Decreto 4882 de fecha 20 de noviembre de 1935, el Presidente Alessandri decretó la entrada en vigencia de la Ley General de Construcciones y Urbanismo (LGCU) y la Ordenanza General de Construcciones y Urbanismo (OGCU) aprobada por el DFL-345³ del 20 de mayo de 1931. (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile)

Esta primera OGCU, en el Capítulo I, Clasificación de los edificios, en su Art. 3.0 define nueve clases desde la A a la I atendiendo a su sistema constructivo. La primera mención del adobe la hace en la penúltima, en la “Clase H- Edificios de madera” y el adobe sólo figura como una alternativa de material de relleno, lo que se ha llegado a denominar en Chile como Adobe en pandereta. Finalmente, la segunda mención la hace en la última, la “Clase I.- Edificios de Adobe” señalando las siguientes exigencias:

Estos no podrán tener más de un piso, ni mayor altura de 4 metros, elemento alguno que sobresalga de la techumbre fuera de cañerías de ventilación u otros elementos análogos, ni soportar altos de ninguna especie. En casos especiales y siempre que, se consulten espesores mayores de 0,60 m la autoridad podrá autorizar muros de altura superior a 4 m.

Los muros exteriores serán por lo menos de 0,60 m de espesor y los muros interiores o divisorios de 0,30 m; si su longitud no fuere mayor de 5 m.

Cuando la extensión del edificio exceda en algún sentido de 12 m deberán consultarse muros interiores de 0,60 m de espesor a distancias no mayores de 12 m.

Cuando la longitud de los muros de 0,30 m de espesor exceda de 5 m. éstos deberán reforzarse con pilares de adobe de 0.60 m x 0.60 m, colocados a distancias no mayores de 4 m entre sí.

² Tomado de un fragmento de un periódico local sin identificar, se ubica en <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-71745.html>

³ DFL-345, Decreto con Fuerza de Ley N° 345

Los dinteles se construirán con vigas de madera que abarquen todo el espesor del muro; estas vigas tendrán 0,15 m de altura mínima y deberán penetrar de 0,40 m en cada jamba.

Los paños de paredes entre los vanos deben tener a lo menos 1,20 m de longitud y ningún vano se establecerá a menos de un metro del cruce de muros.

La techumbre debe apoyarse adecuadamente en los muros por medio de llaves.

No es permitida la construcción de muros de adobones en ninguna parte de un edificio. En las casas de adobes no es permitido el empleo de tabiques divisorios de esqueleto de madera con relleno de adobes colocados de canto, se prohíbe igualmente el empleo de antetecho.”

En este mismo cuerpo legal, además de mencionar el adobe en otros artículos sobre detalles no menos interesantes, vale la pena dar una mirada al Art. 172 donde señala que “en los edificios de muros de adobe, sólo se permitirá el empleo, de techumbres livianas, cuyas acciones de apoyo sean bien centradas y verticales.” Esta obligación constituye un grave error puesto que ya es sabido y ha sido materia de varias investigaciones que uno de los factores importantes en el sistema constructivo con adobes es el peso de la techumbre en donde la teja de arcilla aporta una buena parte de éste. Pero si un cuerpo legal como lo es la OGCU exige o condiciona su autorización al uso de materiales livianos es lógico pensar que las personas usarán cubiertas más livianas y que para estos años las alternativas eran al parecer, pocas, más que nada planchas metálicas.

- **1939.** En este año se produjo otro hito importante a nivel nacional, tras varios años de la Gran Depresión (1929-1932) en donde Chile fue la nación más devastada según un informe de la liga de las Naciones (World Economic Survey) y sumado a una crisis político – económica de varios años, finalmente, en el gobierno de Pedro Aguirre Cerda y en gran medida impulsado por el terremoto de Chillán de este mismo año, se creó la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) con el fin de impulsar la industrialización nacional, producto de esto se crea entre otras industrias la Compañía de Acero del Pacífico (CAP).

Es innegable que la situación económica por la que atravesaba Chile en esos años requería tal vez de medidas como las que se tomaron desde el punto de vista productivo, pero asiste la duda si las exigencias del Art. 172 de la OGCU mencionado anteriormente, fue también producto de una decisión técnica o netamente económica como una manera de fomentar la producción.

CONSIDERACIONES FINALES

Es importante reiterar que esta investigación está en una primera etapa de análisis histórico que recién comienza y que queda mucho material por revisar, por lo tanto los resultados presentados son sólo las primeras aproximaciones parciales que si bien no son totalmente concluyentes pero si dan indicios de respuestas para una mejor comprensión del problema.

Desde los inicios pre hispánicos ya se vislumbran intercambios culturales entre los nativos sudamericanos, específicamente en Chile por la expansión del Imperio Inca y que han influido en las características constructivas y de materialidad de sus edificaciones, sobre todo en la zona norte. Luego con la llegada de los españoles, se ve como se produjo un mestizaje entre una cultura local sísmica con otra foránea que no está acostumbrada a los movimientos telúricos, al menos en la magnitud que se dan en Chile. Se crean los primeros asentamientos urbanos que en sus inicios tienen que lidiar con dos grandes fuerzas; la resistencia indígena y los constantes terremotos. Esta situación de inestabilidad genera que las primeras construcciones tengan un carácter más efímero y provisorio. De acuerdo a los antecedentes estudiados, se ve que el adobe en épocas pre hispánicas prácticamente no se utilizaba en la zona centro sur del país y que su uso comenzó cuando toman formas las ciudades y se expande hacia la zona sur.

En estas ciudades y producto de su natural desarrollo, en sus inicios acogen el sistema constructivo con adobes pero al pasar de los años, condicionados por los permanentes

desastres naturales, las autoridades encuentran en estos sucesos la oportunidad de producir cambios basados principalmente en intereses económicos que van menospreciando y abandonando al adobe. La más clara expresión de lo anterior hasta el momento se puede ver en la promulgación de la LGCU y OGCU.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Amunátegui, M. (1882). El terremoto del 13 de Mayo de 1647. Santiago, Chile. R. Jover Editor.

Barros Arana, D. (2000a). Historia general de Chile, (Edición original 1884), Santiago, Chile, tomo I,. Ed. Universitaria

Barros Arana, D.(2000b). Historia general de Chile, (Edición original 1884), Santiago, Chile, tomo IV,. Ed. Universitaria

Conde de Montessus de Ballore. (1909) Boletín del Servicio Sismológico de Chile I. Santiago. Chile. Imprenta Cervantes.

Del Busto, J. A. (1981). Perú incaico, tercera edición, Lima, Perú.

Jorquera, N. (2014). Culturas sísmicas: estrategias vernaculares de sismorresistencia del patrimonio arquitectónico chileno. Rev. Arquitecturas del Sur / Vol XXXII / N° 46 / ISSN 0716-2677

Ortíz, M. J. (1923). Album gráfico del terremoto del Norte. Santiago. Chile. Editorial Universitaria.

Norma chilena NCh433 (1999). *Diseño sísmico de edificios*. Chile: Instituto Nacional de Normalización. Disponible en

http://www.preventionweb.net/files/28726_normachilenadisenosismico.pdf

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece el permanente e incondicional apoyo de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía de la Universidad de Concepción, Chile.

AUTOR

Rodrigo Pérez es Arquitecto por la Universidad del Biobío; docente en la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía de la Universidad de Concepción; Representante UdeC e integrante del Consejo General de la RED ARCOT, Red de Arquitectura y Construcción en Tierra - Cátedra UNESCO - Chile que agrupa a 8 Escuelas y Facultades de Arquitectura a lo largo de Chile y a la Fundación Jofré; integrante Red Protierra Chile.



LAS ESTUFAS DE SECADO DE TABACO EN SALTA. PROBLEMÁTICAS DE UN PARQUE EDILICIO EN REFUNCIONALIZACIÓN

Guillermo Rolón¹; Carola Herr²; Paula Jerez Lazo³; Ailén Fernández⁴; Marcos Lamas⁵

¹CONICET / CRIATIC, FAU, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, guillerolon02@gmail.com

²IAA, FADU, Universidad de Buenos Aires, Argentina, carolaiherr@yahoo.com.ar

³Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. ³paulis763@gmail.com;

⁴ailen_mf@4hotmail.com; ⁵cosmar_89_juy@hotmail.com

Palabras clave: Patrimonio modesto, arquitectura agroindustrial, mampostería de adobe, curado del tabaco, intervenciones arquitectónicas

Resumen

Dentro del ciclo productivo del tabaco, particularmente de la variedad Virginia, existe un proceso muy sensible que consiste en el curado de las hojas mediante su secado en unas estufas de características edilicias específicas. En la región del Valle de Lerma (Salta), dichas estufas, construidas a partir de 1930, consistían en unas construcciones prismáticas realizadas en mamposterías de adobe y techos de chapa o tejas. Durante el último tiempo, procesos de modernización tecnológica del sistema de curado condujeron a un estado de obsolescencia de las estufas originales, las cuales inicialmente constituyeron el patrimonio agroindustrial modesto que impulsó el desarrollo regional y local. Debido a esta cuestión, fundamentalmente por la aparición de modelos de estufas modernos, las mismas fueron intervenidas parcialmente para mantenerlas en servicio, remodeladas para albergar funciones y procedimientos que difieren de su concepción original o, cuando ninguna de estas opciones fue viable, demolidas. El presente estudio, que forma parte de una investigación en curso, consiste en evaluar los procedimientos y materiales empleados en ambos tipos de intervenciones sobre las estufas originales. El análisis constructivo y de funcionamiento de las estufas se realizó mediante la inspección y el registro *in situ* de aquellas ubicadas en el Valle de Lerma, principalmente del departamento de Chicoana. Se realizaron entrevistas con los dueños de las estufas y se consultaron los datos históricos de producción y de cantidad de estufas existentes. Se buscó información en la biblioteca especializada de la Cámara del Tabaco de Salta y de una cooperativa de Seguros. Los registros y relevamientos planimétricos realizados muestran la potencialidad de este patrimonio modesto para adaptarse a nuevos requerimientos y usos. Se observan criterios de intervención radicalmente distintos conforme a los materiales y técnicas empleadas para resolver acciones ejecutadas, y por ende, para la conservación del patrimonio agroindustrial.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

Entre las plantas del género *Nicotiana* existen algunas especies de las cuales se produce el tabaco. La especie utilizada en forma amplia es *Nicotiana tabacum* L. Esta especie pertenece a la familia de las Solanáceas y es originaria de América. Su consumo fue habitual entre los aborígenes americanos desde tiempos muy remotos (Echeverría, Planella, Niemeyer, 2014), en tanto que su descubrimiento y expansión en la sociedad occidental ocurre con el descubrimiento y conquista de América (Moraes dos Santos, Bracht, de Conceição, 2013). En la actualidad, el tabaco es un producto agroindustrial no alimenticio de enorme importancia económica. Rodríguez Faraldo y Zilocchi (2012) señalan que los primeros cultivos de tabaco en la actual provincia de Salta (Argentina) se remontan al siglo

XVII y se asocian con la llegada de los jesuitas. Más tarde, con el objetivo de controlar la producción, su calidad, el acopio de la producción y su comercialización, la Corona española estableció un sistema monopólico denominado “estancos” (Arias Divito, 2008).

El volumen de producción de tabaco en el Valle de Lerma tuvo importantes variaciones durante el período colonial y la primera etapa del período republicano. Sin embargo, como señalan Rodríguez Faraldo y Zilocchi (2012), el incremento del consumo interno y ciertos acontecimientos internacionales (el auge de la minería en Chile, la guerra de independencia de Cuba, el inicio de la primera guerra mundial) consolidaron la demanda y propiciaron el aumento de su producción entre fines del siglo XIX y principios de siglo siguiente. De esta forma, “...de las escasas 40 a 50 Has existentes a mediados del siglo XIX, en 1889 la superficie cultivada con tabaco ya superaba las 500 Has y en 1895 llegaban a las 922 Has” (Rodríguez Faraldo, Zilocchi, 2012:38-39), alcanzando en 1913 las 1.649 Has (Ibid:51). Durante el transcurso del siglo XX, este valle fue el principal productor de tabaco en Salta, debido, entre otras cuestiones, a la buena calidad de sus suelos y a las características de su clima (Corradini, 2013). En este contexto, y hasta el comienzo de la década de 1970, el departamento de Chicoana ocupó un papel destacado en la industria tabacalera concentrando más de la mitad de la superficie implantada y de las explotaciones de tabaco de la provincia de Salta (Tabla 1). La importancia de Chicoana como productor tabacalero condujo a que los principales desarrollos y mejoras aplicados en la cadena productiva del tabaco se implementaron en este departamento. La introducción del cultivo de tabaco tipo Virginia, durante el primer cuarto del siglo XX, fue una de estas acciones y la de mayor impacto.

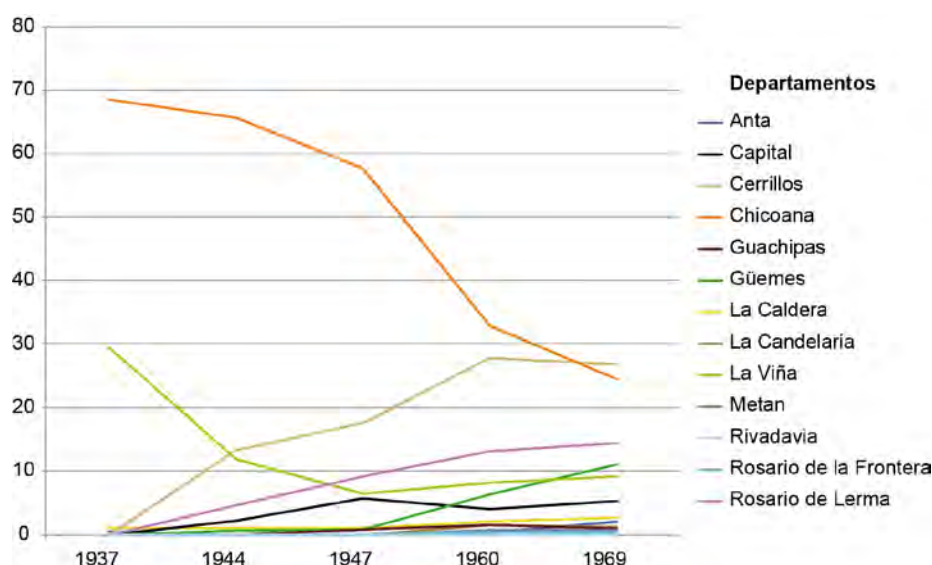


Tabla 1. Evolución de la distribución de las superficies cultivadas con tabaco en la provincia de Salta entre 1937 y 1969. Expresado en porcentaje de participación sobre el total. Fuente: Censo tabacalero 1968/69 (tomado de Rodríguez Faraldo y Zilocchi, 2012)

1.2 Las estufas de secado en el ciclo productivo del tabaco

La cadena productiva del tabaco se divide en tres grandes etapas consistentes en la producción primaria, el acopio y la industrialización final (cigarrillos, cigarros, tabaco para pipa y tabaco para mascar). El secado de las hojas de tabaco es la parte final de la producción primaria y el momento más sensible del ciclo productivo porque fija las cualidades finales de la hoja de tabaco: aroma, color y sabor. Fernández de Ullivarri (1990) señala que el sistema de secado o método de curado (al aire caliente, al aire, al sol o al fuego) es una de las características, junto con el color de la hoja, para distinguir entre los tipos de tabaco claros (Virginia, Burley, Maryland, Oriental Criollo Salteño, Amarelinho) y oscuros (Criollo correntino, Criollo misionero, Kentucky).



Figura 1. Tipos de estufas: a) Convencional de mampostería de adobe sin refuerzos; b) Convencional de mampostería de adobe con refuerzos; c) Convencional de mampostería de ladrillo cerámico macizo; d) Convencional de mampostería de ladrillo cerámico hueco; e) *Bulk curing*. Fuente: Elaboración propia

El uso de estufas para el curado del tabaco se implementa conjuntamente con la introducción del cultivo de la variedad Virginia. Hasta entonces, las variedades cultivadas eran tratadas mediante sistemas de curado menos complejos que consistían en la exposición directa al sol o por medio de la circulación de aire natural en galpones cubiertos (Fernández de Ullivarri, 1990; Corradini, 2013). El curado del tabaco por medio de estufas, además de mejorar la calidad de las hojas obtenidas, permitió aumentar la capacidad y reducir los tiempos empleados en la producción con respecto a los sistemas anteriores. Las primeras estufas utilizadas consistían en unas edificaciones prismáticas verticales construidas con mampostería de adobe y alimentadas a leña (Figuras 1a y 1b) que llegaron a ser de uso muy extendido. El modelo de estufa original, denominado “estufa convencional”, fue desarrollado y propuesto a principios de la década de 1930 por John R. Whittington de la Compañía Nobleza de Tabaco (Rodríguez Faraldo, Zilocchi, 2012). La construcción de nuevas estufas se continuó ejecutando, con escasas alteraciones sobre el modelo original (Figuras 1c y 1d), por un largo período (llegó a proponerse un modelo “normalizado” desde el INTA (Fernández de Ullivarri, 1990) hasta la introducción de las estufas tipo *bulk curing* (Figura 1e). El nuevo tipo, aparecido en la década de 1970, comenzó a reemplazar al modelo original dado que permitió duplicar el rendimiento y tener un mejor control del secado de las hojas: mientras que las estufas de adobe alcanzaban un promedio aproximado de 500 kg de hojas secas, las nuevas oscilaban los 1000 kg de hojas secas. De este modo, la aparición de las estufas tipo *bulk curing* desencadenó un proceso, aún en marcha, de progresivo abandono de los modelos de estufas convencionales. Numerosas estufas convencionales abandonadas están siendo objeto de refuncionalizaciones o bien desmanteladas.

2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Chicoana es uno de los departamentos salteños más destacados en la producción tabacalera. Debido a ello, las estufas convencionales de mampostería de adobe son las construcciones agroindustriales de carácter permanente más difundidas en este departamento. Sin embargo, las innovaciones en el diseño de estufas están provocando gradualmente que los modelos convencionales se conviertan en un parque edilicio agroindustrial obsoleto en la medida en que van quedando fuera de servicio. Entendiendo que las estufas convencionales son testigos materiales de la historia productiva del departamento y la región, el objetivo de este artículo, que forma parte una investigación en curso iniciada en 2015, consiste en identificar las razones que motivan el interés en preservarlas, los criterios aplicados para su conservación y los destinos elegidos en el caso de las refuncionalizaciones implementadas.

2.1 Objetivos

El presente trabajo tiene como metas:

1. Caracterizar la tipología edilicia correspondiente a las estufas convencionales de secado de tabaco. Analizar su funcionalidad y su vinculación con el conjunto edilicio donde se emplazan.
2. Identificar y analizar las transformaciones realizadas en la construcción original para optimizar el proceso de curado y para su refuncionalización.
3. Registrar los deterioros recurrentes en las construcciones relevadas.
4. Analizar los enfoques adoptados en las refuncionalizaciones ejecutadas, los materiales empleados y el impacto de los mismos en términos de compatibilidad material, de conservación y/o invasividad a la estructura original.

2.2 Metodología

Consistió en analizar tres conjuntos de estufas presentes en el departamento de Chicoana seleccionadas en función de la variabilidad morfológica y del estado de conservación detectado. Dos de ellos están fuera de servicio en tanto que el tercero en funcionamiento parcial. En dos conjuntos se realizó sólo inspección visual. El relevamiento *in situ* más completo, incluyendo el registro planímetro y fotográfico, correspondió al conjunto “El Cañaveral Los Los”. El levantamiento planimétrico se realizó a cinta corrida e incluyó la envolvente exterior. Los casos refuncionalizados fueron relevados íntegramente incorporando la situación actual de los espacios interiores y los volúmenes agregados. El relevamiento fotográfico fue realizado en tomas parciales para recomponer mediante mosaico fotográfico. Finalizada la instancia de procesamiento de la información relevada, se analizaron los datos estadísticos disponibles que fueron facilitados por dos organismos privados vinculados a la actividad productiva tabacalera y por los organismos estatales pertinentes.

2.3 Casos de estudio

Las estufas del conjunto “El Cañaveral Los Los” forman parte de la finca de la familia Visich y constituyeron un emprendimiento familiar que, en la actualidad, se encuentra fuera de servicio (Figuras 2a a 2d). El emprendimiento involucró a dos generaciones, manteniéndose sus instalaciones en funcionamientos hasta un tiempo reciente, razón por la cual las estufas conservan su morfología original y presentan un buen estado de preservación. El predio aloja, además de las instalaciones agroindustriales, la casa de la familia, una vivienda de superficie que resultaba acotada para el grupo familiar extenso. La necesidad de crecimiento de la vivienda sumado a la situación de obsolescencia de las estufas motivó la reutilización de las instalaciones agroindustriales en desuso. Esta acción estuvo orientada, por un lado, a mejorar sus condiciones de habitabilidad de la familia y, por otro lado, a generar un nuevo espacio que posibilitara iniciar una actividad económica alternativa.



Figura 2. Intervenciones en estufas: a y b) 2º intervención en estufas en Fincha “El Cañaveral Los Los”, c y d) 1º intervención, e) Adaptaciones realizadas en la finca de Enrique Rodríguez. Fuente: elaboración propia.

El segundo caso corresponde a las instalaciones de Enrique Rodríguez (Figura 2e). Este productor posee un conjunto de 10 estufas convencionales aún en funcionamiento sólo destinadas para alquiler a otros productores. En este caso, se verificaron las principales innovaciones aplicadas a las estufas para mejorar del funcionamiento. El tercer caso es un conjunto en estado de ruina que se encuentra dentro del sector urbano de Chicoana y que permitió observar algunos tipos de deterioros específicos.

3 RESULTADOS

3.1 Descripción técnica de una estufa de mampostería de adobe

Las estufas convencionales de mampostería de adobe presentan una forma prismática cuyas dimensiones generales oscilan entre 5 m x 6 m de base y 6,50 m de altura, con capacidad para 800 a 1000 cañas (perchas). El techo es a dos aguas en las construcciones originales y a un agua en algunas de las modificadas. Llevan una abertura en el mismo denominada “sombbrero” y pequeñas aberturas en la parte basal denominadas “ventiladores”.

El sistema de fundación de la estufa presenta un cimiento corrido realizado de piedra bola, ripio y cemento, de igual espesor que el sobrecimiento y el muro puede variar o seguir con el mismo espesor. El muro de mampostería de adobe funciona simultáneamente como envolvente de cerramiento y estructura portante con un espesor de 0,40 m. En general, los muros de las estufas no presentaban revoques externos ni internos. Los adobes de la mampostería están asentados con mortero de barro empleando un aparejo a tizón y sus dimensiones son de 0,40 m x 0,20 m x 0,13 m. En los techos a dos aguas, la estructura de sostén se resuelve con cabreada de madera y la cubierta con teja colonial o chapa acanalada de zinc. En las de un agua con chapa acanalada de zinc. La envolvente presenta una puerta tablero como único acceso realizada en madera y que incluye un visor para el control durante el proceso de curado; en la parte basal se ubican ventiladores con marco de madera y hoja corrediza metálica; y en el extremo superior una ventana de inspección realizada con marco de madera y una hoja de tablero.

Para el funcionamiento de la estufa, la edificación presenta elementos constructivos específicos destinados a resolver el sistema de calefacción, el sistema de ventilación y el sistema de colgado de las hojas de tabaco.

El sistema de calefacción incluye una hornalla, uno o dos conductos metálicos y los conductos de evacuación de humo y gases dispuestos al exterior. La fuente calorífica para poner en funcionamiento una estufa es producida en una hornalla adosada al muro exterior, resuelta en ladrillo cerámico macizo a la vista y asentado en mortero de barro, donde se utiliza leña, carbón o gas (en las adaptadas) como combustible. Desde la hornalla sale hacia el interior de la estufa un conducto metálico de chapa lisa de 30 cm de diámetro que irradia calor por convección producido por los gases de la combustión. De esta forma se calienta el aire interior que luego circula y se pone en contacto con las hojas colgadas en las perchas. Cada conducto metálico finaliza en un conducto externo destinado a evacuar los gases y humos de combustión al exterior. El conducto externo es, en los casos relevados, de ladrillo cerámico macizo en posición de panderete adosado al muro de adobe.

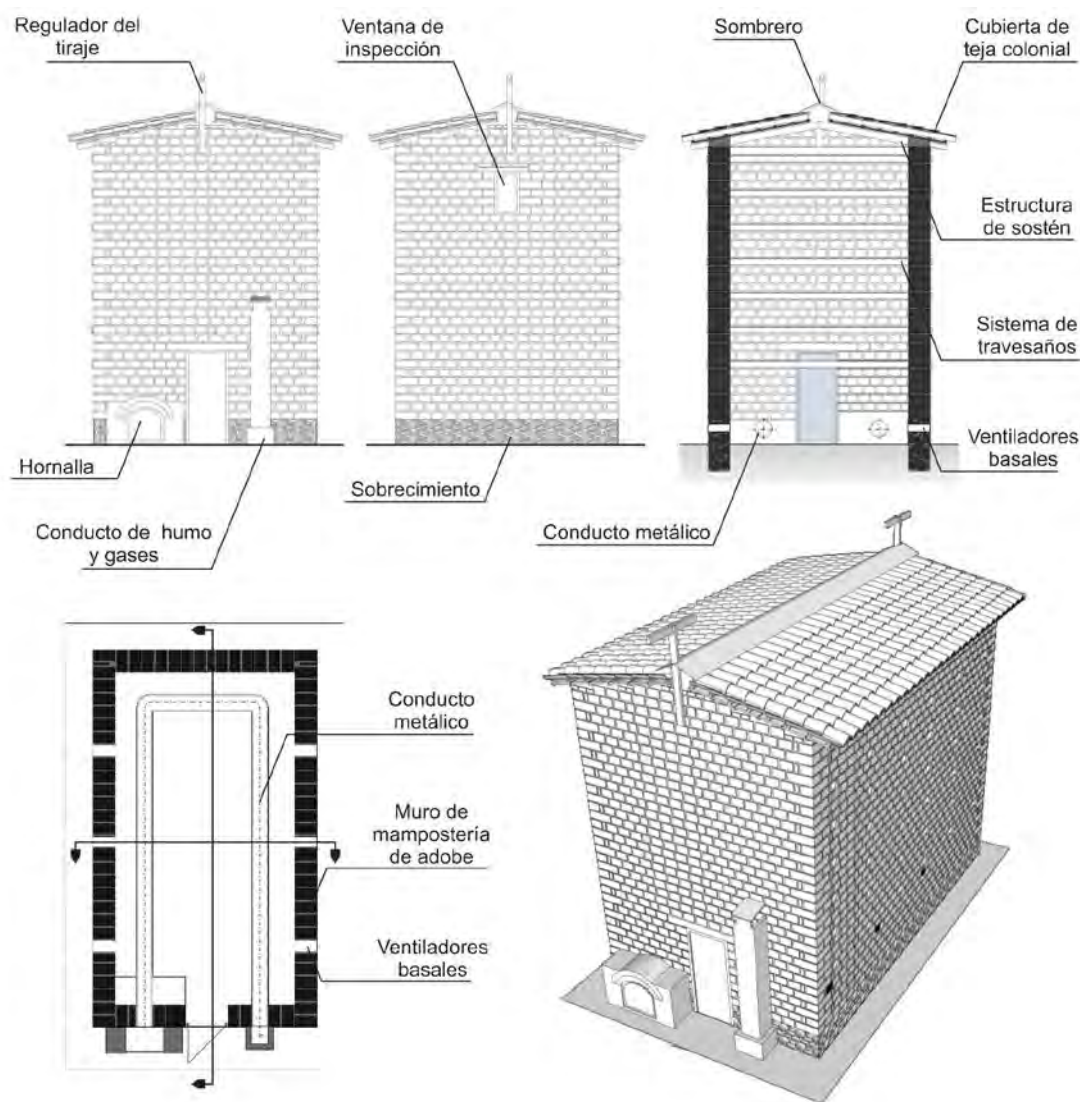


Figura 3. Planta, corte, vistas y perspectiva de una estufa. Fuente: Elaboración propia.

El sistema de ventilación en su parte superior posee dos versiones para el control y eliminación del calor producido dentro de la estufa, según el tipo de pendiente que tiene la cubierta, a un agua presenta una abertura horizontal en el muro más alto y a dos aguas se observa un “sombbrero” en la parte superior de la cubierta. Esta última debe aportar una buena ventilación; para ello el sombrero debe tener una superficie estimada de 2 m² a 2,30 m². También, son de importancia, los ventiladores, aberturas basales para lograr las

condiciones ambientales óptimas de temperatura y humedad, dispuestas en los muros longitudinales con una superficie total que varía entre 0,80 m² a 1 m² (Fernández de Ullivarri, 1990).

Por último, el sistema de colgado de tabaco también condiciona el diseño de la estufa. Las perchas o cañas, que contienen el atado de las hojas, se colocan asentadas en un sistema de travesaños de la estufa donde circula el aire caliente por convección. El sistema está resuelto con una serie de troncos dispuestos en forma horizontal y empotrados en los muros del recinto. Los troncos son de madera de “palo bobo” o “aliso del río” separados cada 0,70 m en posición vertical y 1,20 m en posición horizontal.

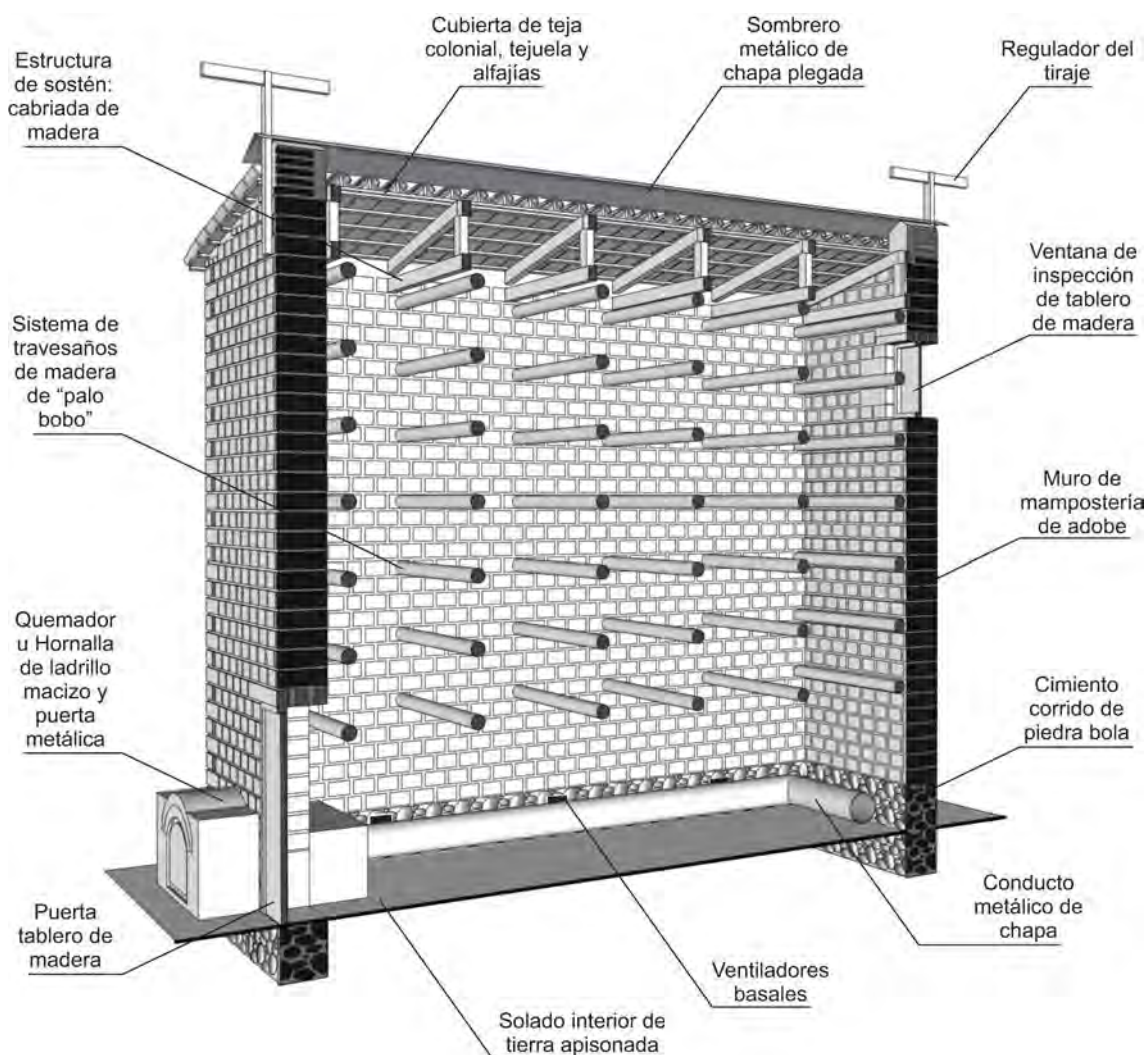


Figura 4: Corte en perspectiva del interior de una estufa. Fuente: Elaboración propia.

3.2 Estructura de implantación de un conjunto de estufas

Se identificaron distintos sistemas de implantación del conjunto de estufas: disperso, alineado (en batería) y mixto (Figura 5).

La organización alineada se basa en la disposición del conjunto de estufas en batería. Es decir, yuxtapuestas entre sí, o separadas por un espacio mínimo, y conectadas por una circulación techada (que protege el sector de hornallas) o por el espacio para encañado siguiendo, en ambos casos, el eje de organización. En la organización dispersa, por su parte, las edificaciones se distribuyen en función de las capacidades de producción requeridas y del espacio disponible, resultando aleatoria su disposición sin presentar alineaciones claras. La organización mixta se basa en la combinación de las anteriores. La

disposición de las estufas considera conjuntos de pequeñas baterías que están dispersas dentro del mismo conjunto.



Figura 5: a) ejemplos de organización alineada; (b) organización dispersa; (c y d) organización mixta.
Fuente: Elaboración propia.

3.3 Deterioros y patologías registradas

En términos generales los dos primeros conjuntos relevados presentan un buen estado de conservación, en tanto que el tercer caso que se encuentra en estado de abandono y ruina. Estas construcciones datan de entre 60 hasta 80 años de antigüedad aproximadamente según lo informado por sus propietarios. Durante el registro se constató que las estructuras de los dos primeros casos no presentan situaciones que impliquen algún riesgo edilicio. De todas maneras, se detectaron patologías y deterioros recurrentes que se indican a continuación (Figura 6):

- a) Pulverización del adobe por acción de la humedad ascendente y eflorescencias.
- b) Desintegración superficial de los adobes por lavado de la lluvia, con consecuente exposición de los agregados gruesos que componen la mezcla.
- c) Cuarteado de la superficie de los adobes expuesta al exterior por el mismo efecto del lavado de la lluvia.
- d) Mermas de relleno entre las juntas de los bloques.
- e) Biodeterioro por nidificación de abejas.
- f) Roturas y faltantes de tejas, con parcial deterioro de la estructura del techo como consecuencia de filtraciones de agua.
- g) Incompatibilidad estructural entre muros de estufas adosadas de materiales distintos.



Figura 6. Deterioros observados: a). 1. Cuarteado, 2. Merma de relleno en junta, 3. Pulverización; b) Incompatibilidad estructural; c) Biodeterioro

3.4 Adaptaciones técnicas en las estufas convencionales

Las adaptaciones técnicas de las estufas se realizaron con el fin de optimizar los mecanismos para el control y regulación de la temperatura interior durante el proceso de curado del tabaco¹. En este sentido, se implementaron dos innovaciones técnicas en las estufas convencionales originales (alimentadas a leña) destinadas a modificar, por un lado, el sistema de calefacción y, por otro, el de ventilación.

El horno a leña comenzó a ser reemplazado por el horno a gas desde el momento en el que este combustible estuvo accesible en la región. Esta innovación permitió una mejora sustancial en la actividad del productor, en el control de la temperatura generada para el secado y en la seguridad edilicia. Al mismo tiempo, la innovación no produjo cambios significativos en las estufas: la distribución interna de las cañerías mantuvo el recorrido existente de las estufas a leña (salvo en los casos en que, en el interior de las estufas, se instalaron quemadores individuales denominados comúnmente “hongos”) y en el exterior se añadieron los conductos de ventilación requeridos para dicha instalación. Como resultado la envolvente original de adobe no se vio mayormente afectada.

El control de la temperatura interior también dependía de la ventilación. El sombrerete que se ubica en la cumbre tiene la función de regular la salida del aire caliente interior. Sin embargo, el sistema original podía provocar el ingreso descontrolado de aire frío al interior y afectar la calidad del secado de las hojas de tabaco. Permitir el ingreso de aire en una sola dirección favorecía el control de este ingreso. Para ello, la cubierta original a dos aguas se

¹ El proceso de curado de la hoja de tabaco Virginia consiste en cuatro etapas bien diferenciadas en cuanto a los valores de temperatura y humedad. Esta característica implica controlar la cantidad de calor generado en los quemadores (a leña o gas) y la circulación de aire caliente interior mediante el accionamiento del sombrerete. Las etapas se dan en el siguiente orden: el amarillamiento, la fijación del color, el secado de la lámina y, por último, el secado de la nervadura. Controlar la temperatura, fundamentalmente, era una tarea que exigía una especial destreza y constancia del operario. Era la más sacrificada del proceso de producción y aun cuando la realizaba personal especializado se consideraba una tarea riesgosa. Un error podría implicar que no se concretara la venta del tabaco por no alcanzar la calidad estipulada, pero también que se origine un siniestro: el ingreso no controlado de oxígeno podía desencadenar un incendio.

desmontó y desde el punto más bajo de cubierta original se agregaron una serie de hiladas de mampuestos para permitir materializar la nueva pendiente de la cubierta a un agua. El crecimiento de la mampostería pudo reconocerse fácilmente por medio del cambio cromático de los adobes utilizados y del tomado de juntas. La mezcla para el asiento de adobes contiene tierra, cal y arena y es de tipo enrasada. La cubierta se resolvió utilizando chapa acanalada de zinc. Esta mejora no se produjo de modo generalizado, sino adoptada en algunas de las estufas. Cabe aclarar que, en muchos casos, el reemplazo de la cubierta original por una liviana de chapas acanalada de zinc (o acanalada de fibrocemento) mantuvo la morfología original a dos aguas.

Otra resolución técnica que se experimentó en las estufas convencionales consistió en el empleo de mamposterías de ladrillos cerámicos macizos y huecos o de bloques de cemento (Figuras 1b-d) para mejorar la resistencia estructural de los muros. Estas estufas conservaron la tipología de las estufas convencionales originales con el sistema de alimentación a gas sin embargo la simultanea aparición de las estufas *bulk curing* limitaron su replicación.

Las instalaciones de Enrique Rodríguez cuentan con estufas de diferentes dimensiones, morfologías y materialidad. La riqueza de este conjunto radica principalmente, en que permite visualizar cada una de las mejoras tecnológicas descriptas anteriormente, reconociendo la sucesión cronológica que comienza con mampostería de adobe hasta llegar a la de bloques cerámicos y de hormigón. Es interesante destacar la exploración de cada una de las variantes y desarrollar sistemas mixtos que combinan las ventajas.

3.5 Refuncionalizaciones de las estufas

Son los casos correspondientes al conjunto de estufas de la familia Visich. La primera refuncionalización consistió en transformar la primera estufa de la serie, en vivienda unifamiliar para una persona adulta mayor (la abuela de la familia). El volumen original de la estufa conservó sus dimensiones, pero se introdujo un entrepiso para dividir el espacio interior en dos. En el espacio inferior se diseñó un comedor y estar y se destinó a dormitorio el espacio superior. El entrepiso se resolvió reutilizando la estructura existente en el nivel correspondiente (travesaños) que servía para el apoyo de las perchas², y se completó con el agregando de nuevas vigas intermedias entre la luz original que separaba a los travesaños. Los restantes travesaños fueron sustraídos con el fin de habilitar el uso del espacio interior. El techo conservó la estructura de madera original, la cubierta de tejas coloniales y las tejuelas cerámicas del cielorraso. Los locales húmedos, cocina y baño, se resolvieron ubicándolos en el espacio no construido entre estufas, quedando algo retrasados con respecto al plano de las fachadas que conforman el frente y contrafrente respectivamente. Este núcleo húmedo, de una planta, se construyó con mampostería de ladrillos macizos y techo a dos aguas con chapas acanaladas de fibrocemento. Los muros exteriores fueron reforzados con una envolvente de malla sima y luego revocados con un mortero a base de cemento de color gris ceniza; los muros interiores solo revocados con el mismo mortero.

La instalación de un local comercial gastronómico en la séptima unidad fue la segunda refuncionalización llevada a cabo. En este caso la totalidad del volumen original se destinó al local. A partir de los 3,5 m de altura se conservó la estructura de travesaños dejando a la vista la estructura del techo y la cubierta; desde la altura señalada hacia el piso se revocaron los muros interiores con un mortero a base de cal. Se abrieron tres vanos: en el frente se dispuso un acceso al local y en el lateral una ventana (ambos casos, del lado exterior, con un reborde de revoque a base de cal enmarcándolos); en el contrafrente un sector de pasaplatos. El muro del contrafrente pasó a conformar uno de los planos del local húmedo (cocina) que se adosó a la estufa. Las tres caras restantes de la cocina (de unos 2 m de

² Las perchas son los elementos lineales, en general cañas, donde se cuelgan las hojas de tabaco para ser curadas. Estas perchas se preparan fuera de la estufa, en un espacio techado destinado a tal fin. Se introducen en la estufa, apoyadas entre dos travesaños.

ancho) se construyeron con bloques de cemento. La estructura y la cubierta del techo se mantuvieron originales.

Con los ingresos económicos surgidos de este emprendimiento familiar, tiempo más tarde, iniciaron la tercera refuncionalización. En este caso, la estufa fue reutilizada como anexo de la vivienda unifamiliar. Replicando el diseño de división del primer caso, se resolvió utilizar el espacio superior como dormitorio de los hijos varones y el espacio inferior se destinó a un amplio comedor. A raíz de que la estructura del techo colapsó antes de iniciar las obras, se reemplazó la misma por otra estructura, provisoria, y una cubierta de chapa acanalada de zinc.

A partir de las intervenciones realizadas, y considerando que la ciudad carece de alojamiento para turistas, la familia manifestó que proyecta refuncionalizar las cuatro unidades restantes para destinarlas a hospedaje. Asimismo, la experiencia adquirida por las refuncionalizaciones realizadas permitió explorar variables como la definición de circulación, accesos, ventilación y materialidad, demostrando la efectividad de las acciones realizadas.

4 DISCUSIÓN

Los casos de estudio expuestos son parte de un patrimonio industrial modesto ubicado en la provincia de Salta carentes, hasta el momento, de algún tipo de protección legislativa³. Sin embargo, son sus dueños quienes están asignando el valor patrimonial sobre el bien heredado no sólo por el significado que hace a su propia historia, sino como testimonio del paisaje cultural de Chicoana y, por extensión, del Valle de Lerma. Este interés se materializó, por ejemplo, en la solicitud de financiamiento para encarar las obras de refuncionalización conforme a los incentivos para proyectos que otorgaba la provincia denominados “Fondo Ciudadano de Desarrollo Cultural”⁴. Sin embargo, aun cuando los tres casos presentados contaron con financiación del gobierno de Salta, no recibieron ningún tipo de asesoramiento técnico desde el ámbito gubernamental.

Si bien la tipología estructural de las estufas ha demostrado tener suficiente flexibilidad para admitir las refuncionalizaciones, se evidencia la carencia de un proyecto integrador. Ello se observa en la marcada diferencia de criterios de intervención entre la primera experiencia y las dos posteriores. Mientras que el primer caso ha enfatizado la imperiosa necesidad de reforzar estructuralmente (mediante el empleo de la malla sima y revoques a base de cemento) la envolvente de mampostería de adobe (aparentemente intentando aportar refuerzos sismorresistentes), en los otros casos se optó por introducir modificaciones más compatibles con la estructura original.

Es paradójico que la intervención del primer caso, ejecutada por un profesional en la disciplina, se realice con un doble perjuicio: por un lado, se aleja en la integración armónica con el conjunto y, por otro lado, introduce una serie de patologías derivadas de la incompatibilidad de materiales (en referencia al empleo de la malla metálica revestida con mortero a base de cemento). Actualmente los muros interiores y exteriores presentan eflorescencias salinas, producto de la combinación de las sales introducidas por la composición del cemento y la retención de humedad en el interior del muro. Asimismo, la envolvente actual impide el monitoreo periódico de la estructura de adobe oculta tras esta intervención. De esta forma, el proyecto planteado aprovecha la adaptabilidad de la volumetría original para su refuncionalización pero, sin embargo, considera deficiente al muro de mampostería de adobe desde el punto de vista estructural. El abordaje para resolver esta deficiencia ignora los principios de compatibilidad material.

³ Existe, sin embargo, el reconocimiento de la presencia de este tipo de patrimonio agroindustrial y un interés manifiesto de avanzar en su preservación por parte de la Dirección de Patrimonio Cultural de la provincia de Salta.

⁴ La familia gestionó y obtuvo estos fondos en 2013 y en 2015. Con el segundo fondo obtenido tienen como objetivo remodelar un galpón de acopio que forma parte del conjunto para destinarlo a restaurante.

Los dos casos restantes fueron pensados y supervisados por sus propios dueños. Los mismos han demostrado mayor sensibilidad en la intervención logrando un equilibrio entre los requerimientos propios del nuevo uso y la forma de concretarlos. Esta aproximación intuitiva ha permitido conservar las estufas. Se logró respetar tanto la volumetría como la materialidad original, prevaleciendo una lectura armónica del conjunto. Incluso, el volumen agregado al original (cocina) se ha realizado de modo tal que es posible plantear su futura remoción.

El programa de intervención a desarrollar a futuro implica una serie de adaptaciones de mayor envergadura, debido la actividad propuesta (hospedaje). Esta iniciativa conjuga no solo la reutilización de las cuatro estufas para los huéspedes, sino que evalúa incorporar otras unidades de la finca para integrarlas al nuevo emprendimiento, sirviendo de salón gastronómico anexo.

El buen estado de conservación de las edificaciones también las convierte en un atractivo para destinarlas a museo, reutilizando la estufa como exponente vivo de la actividad sociocultural de Chicoana, permitiendo que la misma se exponga y exponga el inicio del patrimonio industrial local, teniendo en cuenta que el único museo existente que da cuenta de la industria tabacalera se encuentra en la localidad de General Moldes.

Entendemos que esta instancia, dada la complejidad de actores sociales intervinientes y las diversas funciones que involucra debe contar con el acompañamiento de profesionales especializados en la disciplina patrimonial capaces de abordar la tarea de modo interdisciplinario. Un plan de intervención permitirá evaluar la potencialidad de cada uno de los proyectos, los requerimientos necesarios y su viabilidad de desarrollo. Este asesoramiento permitirá alcanzar una conservación integrada del conjunto, eliminando lecturas parciales, que dejan librado al azar el destino del patrimonio modesto.

5 CONSIDERACIONES FINALES

Es importante tener presente que el concepto de patrimonio ha experimentado cambios durante el transcurso del siglo XX hasta la actualidad. Desde su visión original de protección meramente monumentalista, pasando por la protección integral de centros históricos o la consideración del patrimonio intangible en sus múltiples facetas, hoy en día se ha comenzado a advertir el valor de la arquitectura modesta como parte integrante del patrimonio construido. Asimismo, la actitud de la sociedad frente a los edificios industriales ha cambiado sustancialmente, entendiendo el significado que tienen como portadores de un proceso económico/productivo que impulsó el desarrollo regional y local.

Las experiencias presentadas en este trabajo, desarrolladas por emprendedores privados, deberían ser contemplados por el gobierno local para impulsar políticas activas que asesoren, orientando y acompañando al sector privado, en la refuncionalización del patrimonio industrial. Este patrimonio edilicio heredado de anteriores generaciones constituye un capital edilicio que, lejos de ser entendido como carga económica para sus propietarios, debe aprovecharse como recurso. Este recurso material es posible de adecuarse a las necesidades actuales, sin que por ello se desvirtúe ni se pierda el carácter del lugar que supo componer el paisaje cultural local. Este es el desafío al que enfrentarnos todos aquellos que trabajamos en la disciplina del patrimonio construido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Divito, J. C. (2008). Siembras de tabaco en el noroeste argentino (1778-1812). Buenos Aires: Instituto Bibliográfico "Antonio Zinny"
- Corradini, E. (2013). Análisis de diagnóstico tecnológico sectorial tabacalero. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva
- Echeverría, J.; Planella, M. T.; Niemeyer, H. M. (2014). Nicotine in residues of smoking pipes and other artifacts of the smoking complex from an Early Ceramic period archaeological site in central Chile. *Journal of Archaeological Science*, 44: 55-60.

Fernández de Ullivarri, D. (1990). El cultivo de tabacos claros. Manual. Salta: INTA - Centro Regional Salta-Jujuy

Moraes dos Santos, C.; Bracht, F.; de Conceição, G. C. (2013). Esta que "é uma das delícias e mimos desta terra...": o uso indígena do tabaco (*N. rustica* e *N. tabacum*) nos relatos de cronistas, viajantes e filósofos naturais dos séculos XVI e XVII. *Topoi* 14: 119-131.

Rodríguez Faraldo, M.; Zilocchi, H. O. (2012). Historia del cultivo de tabaco en Salta. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Familia Visich y al señor Enrique Rodríguez, de Chicoana, por facilitar el acceso a las respectivas fincas y acompañar en el registro de las instalaciones suministrando información muy valiosa para la elaboración del trabajo. Al personal de la biblioteca del EEA INTA de Salta, de la Cámara del Tabaco de Salta, de la Cooperativa de Seguros SOMICLI y de la Dirección de Patrimonio Cultural de Salta por toda la información brindada. A Santiago López, también de Chicoana, por facilitar el vínculo con los dueños de las fincas y colaborar en parte de las actividades de registro.

AUTORES

Guillermo Rolón, doctor por la Universidad de Buenos Aires con especialidad en arqueología, maestro en restauración y gestión integral del patrimonio construido, arquitecto, investigador Adscripto del CRIATiC e investigador Adjunto del CONICET; miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA. Currículo completo en <http://lattes.cnpq.br/7173672607554572>.

Carola Herr, doctoranda de la Universidad de Buenos Aires, maestra en Análisis Estructural de Monumentos y Edificios Históricos (CVTU-Praga/ UniPD- Padova) y en Restauración y Conservación de Patrimonio (Bamberg-Alemania). Arquitecta, docente e investigador del IAA-FADU-UBA.

Paula Jerez Lazo, Seminarista en la Pre-iniciación en la Investigación y Extensión. Atlas de las Técnicas de Construcción con Tierra en el NOA y estudiante de la carrera de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán.

Ailén Magali Fernández, Seminarista en la Pre-iniciación en la Investigación y Extensión. Atlas de las Técnicas de Construcción con Tierra en el NOA y estudiante de la carrera de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán.

Marcos Leonardo Lamas, Seminarista en la Pre-iniciación en la Investigación y Extensión. Atlas de las Técnicas de Construcción con Tierra en el NOA y estudiante de la carrera de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán.



LA CASA DE LAS ROCAS, ARQUITECTURA DE HOY CON LA APLICACIÓN DE SABERES ANCESTRALES

Fausto Cardoso Martínez

Proyecto vlrCPM, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca – Ecuador
faustocardosomartinez@gmail.com

Palabras clave: vernáculo, contemporáneo, adobe, saberes ancestrales

Resumen

Este documento realiza el análisis de una construcción cuyos orígenes se encuentran en la arquitectura vernácula de una comunidad ubicada en los Andes sur del Ecuador. La Casa de las Rocas, es una iniciativa particular que nace de un largo y pausado proceso de interrelación entre la comunidad de Susudel y el autor, gracias a una relación de intercambios y aprendizajes mutuos que dura algo más de 10 años. De las experiencias de la arquitectura vernácula local se pasa a la propuesta de arquitectura contemporánea que busca con sensibilidad, la incorporación de los conocimientos locales, sin renunciar a la innovación y a la creatividad, en una relación de mutuos beneficios. Para la evaluación de las características de este proyecto (dentro del cual el proceso es importante) se ha aplicado la metodología del proyecto europeo VerSus, proceso que permite identificar de una manera clara y metódica la importante contribución que lo vernáculo, entendido como patrimonio vivo, como lección proyectual y como arquitectura, aporta a las propuestas innovadoras y creativas de la arquitectura contemporánea.

1. INTRODUCCIÓN

El desafío de construir en el mundo rural incursionando en su realidad multidimensional y aplicando un proceso sensible a las características muy particulares del territorio, de su cultura, de sus formas de entender el mundo trascendente y la vida cotidiana, es analizado en este artículo. De manera especial se focaliza en las formas de construir aplicadas, que subsisten aún en la comunidad, (materiales, prácticas y soluciones técnicas), su concepción del espacio y su relación con el paisaje.

Todos estos elementos que puestos sobre la mesa de diseño y sobre la obra de arquitectura, han servido para materializar una propuesta que, sin renunciar a manifestarse y concretarse como expresión de cultura contemporánea, ha seguido cuidadosa y atentamente las señales ofrecidas por la arquitectura vernácula, por el encanto del paisaje rural y por la fuerza de la cultura popular, de la cual este proyecto se ha alimentado pausada y consistentemente.

2. OBJETIVO

Poner en evidencia un proceso de diseño y construcción de una obra arquitectónica enmarcada en fuertes condiciones originadas en factores del lugar, que se manifiestan de una manera dinámica en este trabajo. Remarcar en la experiencia de *diseño no acabado* como factor de estímulo y creatividad en medio del cual la edificación misma delinea sugerencias que en algunos casos fueron atendidas y en otros liberadas al mundo de las ideas no concretadas en el proyecto. En la obra se abre el espacio de la construcción como continuación del proyecto, espacio normalmente vedado al cambio y a las transformaciones en marcha, que puede contribuir a la adopción de soluciones (técnicas, espaciales, de memoria y de cultura) que la moldean y la acercan a los principios esenciales de la arquitectura vernácula, que tienen relación con la adaptación, el aprovechamiento del lugar

como recurso, la integración pertinente y progresiva, custodiados por la esencia inicial, constituida por los materiales, las tecnologías, los saberes ancestrales y el espíritu del lugar.

3. METODOLOGÍA

Un lento y distendido camino recorrido, compartiendo iniciativas, empeños y sueños de crecimiento y desarrollo social entre la comunidad de Susudel y el autor, ha sido el factor que origina y motiva la experiencia arquitectónica que se presenta en este artículo. El proceso pudo haber tenido incluso antecedentes más remotos, sin embargo se vuelve intenso y muy explícito a partir de un trabajo compartido entre los cursos de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca, en Ecuador, y una comunidad campesina que está estrechamente arraigada a sus tradiciones y cohesionada por una muy fuerte organización social que se origina en la pertenencia a una de las últimas grandes haciendas del sur del Ecuador, la hacienda de Susudel, fragmentada a fines de los años sesenta por el proceso de la reforma agraria implementada en todo el país. Esta intensa expresión de cultura, guardada por la comunidad y relacionada con las características del sitio, ha podido ser transferida de una manera inductiva, por ósmosis desde la comunidad hacia el proyectista (¿y también en sentido contrario?), alcanzándose conexiones de especial fuerza creativa que se constituyeron en motivos estimulantes del proyecto. Se trata en esencia, de tener presente los elementos de más alto valor de los saberes vernáculos de la arquitectura de Susudel, para cumplir el desafío de proponer arquitectura que, siendo contemporánea, exprese los valores, sabidurías y conocimientos locales y se integre con respeto y pertinencia al paisaje y a los elementos naturales presentes.

3.1 La universidad y la comunidad de Susudel

Susudel

La comunidad de Susudel se encuentra ubicada en el límite sur de la provincia del Azuay, a 80 kilómetros de Cuenca y goza de un agradable clima templado que oscila entre los 13 y 24 grados durante todo el año (Cardoso, 2015). Sus actividades fundamentales son la agricultura esencialmente para el autoconsumo, y la producción de ladrillos que son enviados a los mercados regionales, fundamentalmente de Cuenca y Loja.

La Parroquia de Susudel pertenece al Cantón Oña y el asentamiento humano de Susudel, tiene una historia que se remonta a la época prehispánica (ocupación cañari¹) y a la colonia.

La hacienda colonial de Susudel fue uno de los mayores latifundios del país, que mantuvo su integridad hasta los años 60 del siglo XX. En la hacienda, las prácticas de trabajo comunitario permitieron realizar no solo la producción agrícola propia de este territorio productivo, sino también obras que son presentadas como beneficios colectivos o comunales como la apertura de caminos, la construcción de puentes, canales de riego, muros de contención e incluso capillas y oratorios. La comunidad de Susudel se identifica aún muy fuertemente con el concepto de trabajo comunitario conocido en la región andina con el nombre de minga².

¹ Comunidad pre-incaica autóctona del territorio del Ecuador, emplazada en las actuales provincias de Cañar y Azuay, principalmente.

² La reforma agraria (redistribución de la tierra, particularmente de los grandes latifundios) se activa en 1964 en Ecuador. Varios grandes latifundios de origen colonial se fragmentan y los campesinos acceden a la propiedad de los suelos mediante concesiones dispersas establecidas por el estado. Sin embargo, la voluntad de vivir en comunidad expresada por los campesinos de Susudel generó una nueva concesión a su favor, y ésta era la de otorgarles pequeños lotes de terreno junto al camino de la hacienda (que poseía una capilla y una explanada para ceremonias anexa), con la única condición de que las casas sean construidas en un tiempo corto. Así se generó un asentamiento de alrededor de 50 casas de tierra, con espacios muy sencillos y con tipologías que tenían un patrón común. La posesión solo estaba garantizada por la existencia de la construcción por lo que en ese ya remoto período, se edificaron las casas con el sistema de mingas comunitarias.

La Universidad de Cuenca

La Universidad de Cuenca ha tenido una larga relación de extensión universitaria con el cantón Oña, dentro del cual se encuentra la parroquia de Susudel. Gracias a esta vinculación, se ha podido promover una serie de proyectos e iniciativas universitarias y comunitarias, en las que han participado varios grupos de estudiantes desde el año 1995.

Con la activación del proyecto de investigación *vIirCPM*³ esta relación se fortaleció y se pudo poner en marcha investigaciones específicas sobre tecnologías y materiales de construcción, y procesos mucho más grandes y complejos. Esta especial circunstancia ha permitido que el autor de este artículo se relacione estrechamente con la arquitectura popular o vernácula del sitio.

3.2 La arquitectura vernácula de Susudel

Si se considera el secular aislamiento de esta comunidad enclavada en un pequeño valle templado de la geografía andina del sur del Ecuador, es posible entender con mayor claridad cómo sus habitantes, debieron aplicar un especial ingenio y una particular iniciativa para poder acceder a la vivienda. Los materiales de construcción no podían ser sino completamente locales. Las soluciones y tipologías arquitectónicas, pudiendo haber considerado ideas matrices que venían de la mano de los colonizadores y hacendados, debieron confrontarse con la disponibilidad de los materiales de construcción, que en esencia se reducían a unas pocas: tierra para la producción de adobe, del bahareque, y también para tejas y ladrillos, fibras vegetales provenientes del penco azul, muy difuso en la zona, madera de bosques nativos de las partes montañosas superiores a los 2600 msnm y piedra de roca desprendida de los grandes acantilados que confinan el valle agrícola, y que se encuentra dispersa en los campos. Las piedras que se pueden mover, han sido desplazadas para el confinamiento de cercos periféricos a las propiedades, y otras tantas han quedado en su lugar como grandes hitos que marcan el espacio y que en algunos casos se constituyen en parte de la denominada geografía sagrada del lugar.

La tecnología más usada es el adobe. La emblemática capilla colonial (una sola magnífica nave entechada con el sistema de pares de cubierta) es construida con adobe, de la misma forma que la anexa casa de hacienda de Susudel. Las viviendas están construidas con una enorme simplicidad y hasta con modestia. Como es usual en el campo ecuatoriano, (las casas) están constituidas por espacios geométricos claros, que permiten adiciones y agregaciones, tanto en sentido horizontal cuanto en altura, lo que caracteriza a esta arquitectura como un tipo de iniciativa nunca acabada y siempre abierta a cambios y transformaciones.

Sin embargo, estos cambios y transformaciones se realizan siempre de una manera orgánica, en la que las relaciones con el bloque ya edificado, sus alturas, proporciones, formas de tejados, etc. se integran de una manera armoniosa, en respuesta a patrones de arquitectura implícitos en la cultura arquitectónica local.

Es así como, sin ser monumental, la arquitectura es pertinente, con adiciones y conexiones que relacionan los elementos no sólo en sentido estructural, sino sobre todo visualmente. Es una arquitectura que se yergue con sobria dignidad, y en conjunto con ciertos rasgos de monumentalidad, y que adicionalmente se resuelve de una manera muy atenta al paisaje y a las condiciones de iluminación, protegida de vientos y de lluvia, con espacios abiertos -pero cubiertos- que ofrecen sombra y frescura en los cálidos días soleados, frecuentes en la zona.

³ Proyecto de investigación y cooperación interuniversitaria (Universidades flamencas – Universidad de Cuenca), en actividad desde 2007, que tiene como fin desarrollar herramienta para la buena gestión del centro histórico de Cuenca, sitio inscrito en la Lista del Patrimonio de la Humanidad el 1 de diciembre de 1999.

3.3 La Casa de las Rocas: El sitio, desafíos, lugar y sentido común

El sitio

La idea de construir en el sitio escogido no era sensata para todos. Este era un lugar carente de accesos, sin servicios de agua ni de energía eléctrica, con limitado acceso al agua de uso agrícola, cercano a grandes farallones rocosos que forman una gran herradura que abraza, literalmente el verde valle de Susudel (en la comunidad los ancianos los contemplan con respeto, y en ellos se encierran varios mitos y leyendas). En el corazón mismo de esta propiedad de 2 hectáreas, se encuentran ciertos elementos que fueron determinantes para el proyecto: dos grandes rocas que se apoyan caprichosamente entre sí, y un pequeño reservorio, destinado para riego de 40 metros de longitud por 10 de ancho, que se despliega precisamente al pie de las rocas. Emplazar el proyecto entre estos elementos fue el desafío.

El sitio se beneficia además de un dominio espectacular de vista, que alcanza centenares de kilómetros hacia el sur – sureste, mientras que hacia el norte y hacia el oeste, las formaciones rocosas vecinas enmarcan el lugar.



Figura 1. Paisaje rural y los farallones rocosos del valle de Susudel, al sur de la provincia del Azuay. (2016).

Desafíos

Construir en un lugar de especial delicadeza, apareció como el desafío fundamental de este proyecto. Sin embargo, este desafío se encontró -en el avance del proceso constructivo-, con nuevos retos, grandes y pequeños, que no fueron visibles desde el inicio:

La provisión de materiales, el uso pertinente de saberes y tecnologías locales, el espacio para la inventiva individual y para las soluciones sobre la base del conocimiento artesano, la necesidad de expresar una arquitectura vinculada con el sitio, no sólo en términos de relaciones con la naturaleza sino con la cultura del lugar, la transmisión de las ideas en ambas direcciones: arquitecto-constructores y constructores–arquitecto, proceso que determinó cambios incluso importantes en la idea original, la economía financiera limitada, la

sensibilización frente al lugar, y también el confrontarse periódicamente (cada 7 días, regularmente) con la obra en desarrollo.

Lugar y sentido común

El proceso creativo en este proyecto, ha nacido con la imaginación de un objeto construido, habitable y pertinente, en un lugar de una especial belleza. El lugar fue identificado en el año 2010, y en el momento mismo de la primera experiencia sensorial, las ideas fundamentales del proyecto se fueron definiendo. La caprichosa estabilidad de dos enormes rocas junto al agua, produjeron una especial sugestión. El proyecto tuvo a partir de entonces un lento proceso de generación, constituido en un punto de convergencia en el que se temperaban las aspiraciones con los recursos, la forma con la materia, el paisaje con la cultura local y con la determinación de expresiones contemporáneas, el clima con la calidez de los recursos materiales (adobe, madera, ladrillos de producción local para pisos) que -siendo disponibles- han cedido su lugar en la arquitectura rural ecuatoriana a los materiales de origen industrial.

Una motivación muy poderosa, determinante en la forma de asumir el proyecto, fue la decisión de construir con los materiales y con los conceptos del lugar. Y fue una decisión muy importante, pues permitió asir de una manera mucho más íntegra el concepto de lo vernáculo. Con las experiencias de la arquitectura de Susudel disponibles, el proyecto se apoya en las lecciones de la arquitectura local. Lecciones que desbordaban el solo uso de materiales o la apropiada adopción de soluciones técnicas, para incursionar en el entendimiento de los procesos vernáculos, fuertemente definidos por la aplicación de una alta dosis de sentido común, para resolver problemas que son propios de un proyecto complejo: Generación de sombra, protección del viento, confort mediante aprovechamiento pasivo de energía, iluminación y captación natural de temperatura, relaciones con el agua y el paisaje, espacios externos abiertos (soportales) en los que buena parte de las actividades rurales se realizan. Esta serie de consideraciones importantes encauzaron con naturalidad las decisiones del proyecto y varios cambios fueron incorporados en el proceso, respecto a la idea original. Esto acentuó aún más el espíritu de lo vernáculo, pues es claramente notable cómo este tipo de construcciones rurales se realiza sin los documentos formales de la arquitectura (plano, alzados, cortes, detalles, etc.) solo a partir de una idea matriz, con predisposición al cambio que ajusta la obra con naturalidad en respuestas inteligentes y de gran pertinencia respecto a la realidad y al proceso.

Hay un gran espacio para definir lo que es la arquitectura vernácula. ¿Es la arquitectura tradicional? ¿Es la arquitectura rural? ¿Es una arquitectura sin arquitectos (académicos)? ¿Es la arquitectura que usa los materiales no industrializados? ¿Tiene que ver con la sabiduría popular? ¿Es per-se, una expresión de cultura? Es seguramente una realidad que refleja lo anterior...

Para una correcta evaluación de lo vernáculo, el proyecto presentado se ha apoyado en el importante enfoque del proyecto VerSus, que plantea el análisis de lo vernáculo

sobre el abordaje de la sostenibilidad con una perspectiva integral, transversal y multidisciplinar", a partir de lo cual se formulan tres niveles de lectura:

1. Los tres pilares de sostenibilidad⁴: medioambiental, socio-cultural y socio-económico.

⁴ En Versus, Correia y otros (2014, p.8) definen los pilares de la siguiente forma:

- Medioambiental: Este pilar trata de la capacidad de intervención humana para reducir e incluso evitar el impacto adverso de los edificios sobre un medio ambiente sensible a los cambios. Esta intervención humana es capaz de integrarse en la naturaleza y prestar atención a las características bioclimáticas del lugar, controlar la producción de contaminación y los desechos, preservar la salud y prevenirnos de los impactos de los riesgos naturales.
- Sociocultural: Es el sentido de pertenencia e identidad, de desarrollo personal y comunitario. Se trata de un intento de reunir todos los efectos positivos que observamos en la arquitectura vernácula en términos sociales y culturales, tales como la protección de los paisajes culturales, la transmisión de las culturas constructivas, la

2. Los objetivos y necesidades generales, o cuestiones clave relacionadas con los tres pilares de la sostenibilidad.
3. Los principios y estrategias aprendidos de la arquitectura vernácula para el diseño de una arquitectura más eco-responsable y sostenible. (Correia et al, 2014, p.8)

Para el análisis de la Casa de las Rocas, se asume el enfoque metodológico del proyecto VerSus en 15 ítems que están amparados en los principios generales. Se adopta las evaluaciones de VerSus (bueno-medio-pobre) comentadas para cada uno de ellos:

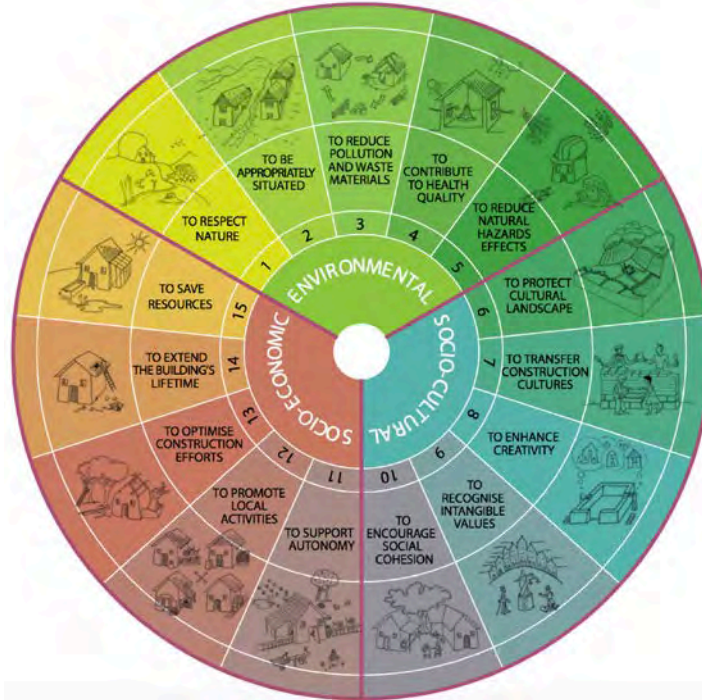


Figura 2. Los principios de sostenibilidad medioambiental, sociocultural y socioeconómica (Correia et al, 2014, p.12).

Principios medioambientales – El hábitat es resultado de su integración en el medio natural (1-5)

1.- Respetar la naturaleza. El hábitat se integra en el ecosistema sin perjudicar a los otros elementos del mismo: En la Casa de las Rocas, la naturaleza y las preexistencias antrópicas consolidadas han sido no solo asumidas sino consideradas como punto de arranque de la idea del proyecto. El ecosistema se mantiene casi intacto, con la salvedad inevitable del suelo en el que la edificación se despliega (10%) y la vía de acceso a través de la cual se accede. El entorno se mantiene (50%) con usos de producción agrícola para el consumo propio o pastos y con protección de los bosques de chaparros (40%) en los que un generoso y delicado ecosistema animal y vegetal se mantiene. Las dos grandes rocas, el reservorio - que siendo parte de un esfuerzo de los campesinos por guardar agua para los meses de estío, es un elemento que ha consolidado el paisaje del sitio- fueron los puntos de partida que pusieron las pautas del proyecto.

capacidad de suscitar la creatividad, el reconocimiento de los valores culturales (tangibles e intangibles) así como de favorecer la cohesión social.

- **Socioeconómico:** Se trata de la capacidad de reducir los esfuerzos invertidos en el proceso de construcción, de mejorar su rendimiento, del mantenimiento de los edificios y de todas las aportaciones que contribuyen a mejorar las condiciones de vida. Aquí, el concepto de esfuerzo y trabajo viene a sustituir la idea de coste, especialmente en situaciones donde no existen sistemas de capital intensivo. Las soluciones vernáculas promueven una mayor autonomía, estimulan la actividad local, optimizan los esfuerzos de creación, prolongan la vida útil de los edificios y fomentan la economía de recursos.

2.- Implantarse adecuadamente. El hábitat saca provecho de las características bioclimáticas del sitio: La orientación de las grandes ventanas están dispuestas de tal forma que tanto en las primeras horas de la mañana y el medio día, la casa tenga la mayor captación de sol (luz y calor) en su interior. La casa está muy abierta hacia el este y recibe una intensa insolación durante por lo menos 8 o 10 horas diarias, con lo que la casa genera climatización pasiva manteniendo temperaturas promedio de 20 grados centígrados, mínimas en 18 y máximas en 22, sin uso de fuentes extras de calor. El viento regularmente no es un problema. De todas maneras la forma de cuenca del sitio hace de los ambientes externos, lugares apacibles y confortables.



Figura 3. La Casa de las Rocas y su entorno

3.- Disminuir la contaminación y los desechos. El hábitat optimiza los recursos para no contaminar el lugar del que forma parte: El 95% de los insumos con los que la casa está trabajada, proviene de la región: tierra y adobe locales, piedra del sitio, madera (estructuras, puertas, ventanas, muebles, cielorrasos) de los bosques de pino cultivado (a 15 km) de distancia, los pisos de ciprés y los pisos de ladrillo artesanal del ambiente social son de producción local. De una distancia mayor (80 km) ha sido transportado el material para las instalaciones, el cemento para baños, los materiales impermeabilizantes, el vidrio, y la teja artesanal que no se produce en Susudel. La mayor cantidad de desechos son restos de madera, cerámicos y tierra que han sido reutilizados de diversas formas en la propia construcción. Se hace notar que la laguna artificial (con abundante vida acuática) frente a la casa se ha mantenido intacta durante todo el proceso.

4.- Preservar la salud. El hábitat permite que la vida se desarrolle en ambientes sanos: El lugar ofrece un ambiente incomparablemente sereno y apacible, sin fuentes de contaminación del aire, visuales o por ruido. La estrecha relación con el ambiente natural y con viviendas campesinas dispersas en la zona, enriquecen estas cualidades. La casa ofrece espacios de sombra al aire libre, tanto hacia el pequeño lago cuanto hacia la zona de acceso. Además, parte del proyecto contempla espacios para usos deportivos múltiples, entre la casa y el bosque de chaparro.

5.- Minimizar los efectos de los riesgos naturales. El hábitat ofrece un entorno de seguridad y protección a sus habitantes. El mayor riesgo natural que amenaza al sitio es el riesgo sísmico que es común en todo el territorio del Ecuador. Los sismos a su vez, podrían afectar la casa en dos maneras: mediante grandes desprendimientos de las rocas de los altos farallones o por daños en la edificación misma. La casa está ubicada en la zona final de los

visibles desprendimientos que conformaron el valle de Susudel hace miles de años. No es completamente imposible, pero sí muy improbable que nuevos desprendimientos alcancen hoy la ubicación de la casa. De otro lado, la estructura ha sido concebida con características sismo resistentes, con ejes estructurales y trabes en ambos sentidos, con muros de hasta 60 cm. de espesor. Las paredes secundarias tienen espesores menores. Adicionalmente, todos los muros están coronados por anillos estructurales de madera de sección de 20 cm x 20 cm, lo que mejora el comportamiento unitario de la edificación, en el caso de un fuerte evento sísmico. Finalmente, el adobe tiene una resistencia de 2,5 MPa (25,03 kgf/cm²) lo que supera largamente la Norma Peruana E.080 (2013) adoptada en este proyecto por ser la referencia técnica más próxima, que admite un valor de resistencia mínima de 1,0 MPa (10 kgf/cm²).

LUGAR		ÁREA (cm ²)	CARGA (kgf/seg.)	CARGA (kgf/seg.)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
CUBO 1	SININCAY 1	880	6	4196	4,768181818
CUBO 2	CUMBE	861	6	5939	6,897793264
CUBO 3	SININCAY 2	840	6	3426	4,078571429
CUBO 4	SIGSIG	780	6	7580	9,717948718
CUBO 5	SUSUDEL (sin fibras vegetales)	627	6	15695	25,03189793
CUBO 6	GIRÓN	809,25	6	7138	8,820512821

Figura 4. Registro de resistencia de adobe proveniente de diversos puntos de la región, entre ellos Susudel. Prueba realizada en los laboratorios de tierra de la Universidad de Cuenca. Valores de resistencia en kgf/cm²

El suelo es rocoso y compacto, y la casa mantiene una prudente separación del bosque, ante la eventualidad de un incendio. El bosque y la casa están mutuamente protegidos en caso de fuego, y adicionalmente, ante la posibilidad de abundantes lluvias, dos sistemas de canales y captación de agua se interponen entre la montaña y la casa, y un sencillo sistema de desborde controlado mantiene un nivel insuperable en el lago artificial.

Principios socioculturales – El hábitat contribuye a preservar y transmitir los valores heredados (6-10)

6.- Proteger el paisaje cultural. El paisaje se ha modelado y conservado a lo largo de los siglos: El paisaje de Susudel está constituido por una combinación de tierras de cultivo, bosques naturales de una gran biodiversidad animal y vegetal y de acequias administradas por la comunidad, que alimentan los reservorios y los cultivos. La construcción ha respetado en alto grado estas preexistencias, integrando al paisaje un elemento más. El uso de materiales y acabados (colores de la tierra) contribuye con esta integración. Los espacios naturales del lugar han sido rigurosamente conservados, y aquellos destinados a la agricultura doméstica han sido mantenidos a partir de las sabidurías y el manejo de la tierra locales.

7.- Transmitir las culturas constructivas. El hábitat manifiesta el saber y la experiencia práctica tradicionales. La tecnología milenaria del adobe ha sido, una vez más, en Susudel, la protagonista en la construcción de esta casa. La intencionalidad que se convirtió en motivación fundamental del proyecto, es el de enviar un mensaje de confianza sobre las formas locales de hacer arquitectura, haciendo contrapeso a lo que es una tendencia generalizada en el Ecuador, y esto es, la aplicación generalizada y cada vez más proficua de los materiales industrializados en la construcción. La casa, con modestia, pretende ser un visible mensaje a la comunidad que -por diversas razones de explicación antropológica y de mercado- tiende a abandonar sus propias destrezas y saberes tradicionales.

8.- Suscitar la creatividad. El hábitat favorece la aportación de soluciones innovadoras y expresiones creativas. Las enseñanzas de lo vernáculo deben ser asumidas no como un modelo a copiar sino como una fuente de inspiración a partir de la cual estimular la creatividad. El proyecto en su globalidad está enfocado de esta manera, pues pese a las citas tipológicas, la sensación que produce el espacio logrado es de una fuerte

contemporaneidad, alcanzando altos grados de estética y belleza en sus relaciones con los elementos naturales inmediatos y con el magnífico paisaje circundante. El detalle está enriquecido por la diversidad de soluciones contemporáneas inspiradas en lo local. Hay dos elementos especialmente importantes exhiben con propiedad este concepto: la crestería, que sostiene los objetos rituales del “enteche” o “huasipichana” (ceremonia propia de la cultura local que se realiza al momento de cubrir por completo la construcción) que cita otros elementos similares de la región con la inclusión de transparencias (burbujas) logradas con peceras de cristal. Los pisos de ladrillo, piezas únicas, producidas por los ladrilleros de Susudel sobre la base de los pisos hasta entonces irrepetibles del siglo XVIII, que no existen en otra construcción que no sea la capilla colonial de Susudel. Una serie de ensayos dieron como resultado la exitosa producción de este material, que se aplicó con modulaciones y patrones innovadores en grandes superficies interiores y exteriores.



Figura 5. Interior de la Casa de las Rocas (2016)

9.- Reconocer los valores inmateriales. El hábitat valora la identidad territorial fruto de la experiencia acumulada. Los intangibles están expresados en lo tangible. De un lado la crestería –conforme a la tradición- que es la perenne presencia simbólica de identidad con la cultura local, a la que se le asigna un áurea de sacralidad y protección. De otro lado los espacios cubiertos, pero abiertos para los encuentros con los campesinos de la región o para simplemente departir en colectivo, le confieren a esta arquitectura ambientes protectores y acogedores que no remarcan jerarquía ni abismos sociales. Es más, a los espacios sociales abiertos se desciende, lo que inyecta confianza y seguridad al visitante. Los mitos en Susudel son muy fuertes. Una suerte de animismo mágico acompaña a cada uno de los grandes elementos naturales que salpican el paisaje. Las piedras y el agua son parte de ellos y la deliberada inserción de la casa en sus intrincados espacios genera un efecto de especial significado para la comunidad local.

10.- Favorecer la cohesión social. El hábitat facilita la convivencia entre los vecinos para alimentar la inteligencia colectiva. El territorio de Susudel está conectado por senderos y vías peatonales, algunos de ellos utilizados desde hace varios siglos como parte de la estructura vial de la antigua hacienda. Su uso es cotidiano y frecuente. El otro elemento que suscita la cohesión social es el sistema de agua y su manejo. El predio está surcado por la

vertiente de agua comunitaria que es diariamente recorrida por diversos propietarios. La actividad comunitaria de gestión y mantenimiento de canales de riego es muy importante en Susudel. Por lo menos dos veces al año esta, se convoca a toda la comunidad para su limpieza. Se señaló ya el rol de los espacios externos, soportales y galerías, en el favorecimiento de la integración social. Estos son espacios amables y de acogida, que cada edificación de la zona ofrece al visitante. La casa de las Rocas no es la excepción.

Principios socio-económicos – El hábitat favorece y empodera a las comunidades y optimiza los recursos locales (11-15)

11.- Fomentar la autonomía. El hábitat refuerza la autosuficiencia de la comunidad. El hábitat de la región está basado en la autonomía alimentaria. Una privilegiada posición geográfica permite producir frutales, verduras, hortalizas y cereales a lo largo de todo el año, con un manejo ancestral de los suelos no exento de ritualidades y caracterizado por un gran conocimiento de sabidurías. El predio de la Casa de las Rocas tiene tres espacios destinados a huertos con una variedad de productos como nogales, ají, legumbres, frutales, maíz, habas y arvejas, y otros de producción estacional.

12.- Promover la actividad local. El hábitat favorece la producción, la transformación y los intercambios: Las actividades productivas importantes de la localidad son las de los ladrilleros y de los adoberos. En el proyecto se privilegió al máximo el uso de los materiales de Susudel, con provisiones diversificadas en beneficio de varios pequeños productores locales. Para los pisos, por ejemplo, se desarrollaron prototipos y moldes que una vez que funcionaron eficientemente quedaron a disposición de los ladrilleros, con lo que se logró impulsar una nueva línea de producción. En talleres de Susudel, se contrataron ladrillos de forma troncocónica para la construcción del horno a leña, que es un elemento que nunca falta en la región.

13.- Optimizar los esfuerzos de construcción. El hábitat gestiona lo mejor posible las energías utilizadas para construir. La mano de obra local fue privilegiada en este proyecto, pues se entendió desde un inicio que con esta decisión ganaba el proyecto, gracias a la sabiduría de la gente local en el manejo de los recursos propios, y ganaba el obrero local por tener acceso al trabajo. Las instalaciones y ciertas partes del proyecto que exigían competencias diversas, debieron ser ejecutadas por personas provenientes de la ciudad o poblaciones cercanas. El proyecto, tuvo un especial cuidado en plantear soluciones técnicas sencillas pero eficientes y novedosas. A manera de ejemplo se destacan los pisos de las galerías abiertas hacia el agua, todos conformados por grandes troncos de los bosques de pino local de 20 cm x 20 cm. Estas estructuras permitieron extender de una forma más audaz –y económica- las superficies hacia el agua, con lo que la relación entre agua y arquitectura quedó estrechamente articulada. Los materiales usados han sido producidos con consumos de energía discretos lo que ha significado un ahorro importante en el costo final del proyecto.

14.- Prolongar la vida útil de los edificios. El hábitat garantiza su resistencia al paso del tiempo y su uso a largo plazo. La Casa de las Rocas no es una construcción pensada para un arco de vida corto. Al contrario, si materiales como el adobe están bien dispuestos y apropiadamente usados, su vida útil puede extenderse por tiempos indefinidos, muy prolongados. El proyecto tuvo esta consideración al proteger muy eficientemente las cubiertas con láminas impermeabilizantes y luego tejas cerámicas, y los muros con galerías y aleros lo suficientemente amplios para evitar el contacto directo de las superficies y de los muros de tierra con el agua. Todos los muros tienen sobre-cimientos de piedra de 20 cm de altura (protegiendo el adobe de la humedad capilar) y todos están enlazados entre sí mediante grandes marcos de madera que favorece la cohesión estructural. Sin embargo, siempre será necesario emprender procesos de mantenimiento y limpieza de cada elemento de la casa, incluidas las cubiertas, para lo cual la casa ofrece accesos facilitados.

15.- Ahorrar recursos. El hábitat utiliza con mesura los recursos locales y evita las pérdidas y el despilfarro: El problema principal de Susudel es la disponibilidad discreta del agua, especialmente entre los meses de junio y diciembre, que son los meses de estío. Para ello,

cada propiedad tiene la previsión de mantener reservas de agua de riego que son administradas con cuidado y delicadeza a lo largo de los meses de sequía. El agua de consumo humano proviene de vertientes naturales, y no es abundante. Por ello, la administración comunitaria gestiona rigurosamente límites máximos de consumo mensual de dos sistemas disponibles en cada propiedad. El consumo de agua en la casa de las Rocas es limitado y eficiente, con sistemas de control múltiple para evitar fugas y desperdicios. No se prevén piscinas u otras instalaciones de alto consumo que en este contexto tiene importancia primordial para el consumo humano. Las aguas de lluvia son recogidas todas en los reservorios creados para este efecto y las aguas servidas son tratadas en instalaciones sépticas que no comprometen ni los reservorios ni la producción agrícola de la región.

La casa se calienta cada día, en forma pasiva y con mucha eficiencia. El clima en Susudel es templado en general, sin embargo, una chimenea está siempre disponible para obtener una dosis extra de calor, no solo físico, sino psico-sensorial al interior del ambiente.

PRINCIPIOS		BUENO	RODEO	POBRE	N/A
Principios AMBIENTALES El hábitat es el resultado de su integración en el medio natural					
1	1. RESPETAR LA NATURALEZA: El hábitat se integra en el ecosistema sin perjudicar a los otros elementos del mismo.	x			
2	2. IMPLANTARSE ADECUADAMENTE: El hábitat saca provecho de las características bioclimáticas del sitio.	x			
3	3. DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN Y LOS DESECHOS: El hábitat optimiza los recursos para no contaminar el lugar del que forma parte.	x			
4	4. PRESERVAR LA SALUD: El hábitat permite que la vida se desarrolle en ambientes sanos.	x			
5	5. MINIMIZAR LOS EFECTOS DE LOS RIESGOS NATURALES: El hábitat ofrece un entorno de seguridad y protección a sus habitantes		x		
Principios SOCIOCULTURALES El hábitat contribuye a preservar y transmitir los valores heredados					
6	6. PROTEGER EL PAISAJE CULTURAL: El paisaje se ha modelado y conservado a lo largo de los siglos.	x			
7	7. TRANSMITIR LAS CULTURAS CONSTRUCTIVAS: El hábitat manifiesta el saber y la experiencia práctica tradicionales.	x			
8	8. SUSCITAR LA CREATIVIDAD: El hábitat favorece la aportación de soluciones innovadoras y expresiones creativas.	x			
9	9. CONOCER LOS VALORES INMATERIALES: El hábitat valora la identidad territorial fruto de la experiencia acumulada.	x			
10	10. FAVORECER LA COHESIÓN SOCIAL: El hábitat facilita la convivencia entre los vecinos para alimentar la inteligencia colectiva.		x		
Principios SOCIO- ECONÓMICOS El hábitat empodera a las comunidades y optimiza los recursos locales					
11	11. FOMENTAR LA AUTONOMÍA: El hábitat refuerza la autosuficiencia de la comunidad.				x
12	12. PROMOVER LA ACTIVIDAD LOCAL: El hábitat favorece la producción, la transformación y los intercambios.		x		
13	13. OPTIMIZAR LOS ESFUERZOS DE CONSTRUCCIÓN: El hábitat gestiona lo mejor posible las energías utilizadas para construir.	x			
14	14. PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LOS EDIFICIOS: El hábitat garantiza su resistencia al paso del tiempo y su uso a largo plazo.	x			
15	15. AHORRAR RECURSOS: El hábitat utiliza con mesura los recursos locales y evita las pérdidas y el despilfarro	x			

Fuente: VERSUS, elaboración, Autor

Figura 6. Matriz de evaluación de los principios de sustentabilidad de la Casa de las Rocas

4 CONCLUSIONES

La experiencia constructiva desarrollada en el proyecto Casa de las Rocas, permite experimentar y poner en evidencia las ventajas múltiples que pueden ser alcanzadas al momento de tomar la decisión de construir en contextos exigentes y sensibles desde el punto de vista paisajístico, social y cultural.

La formulación de un proyecto de esta naturaleza es capaz de mostrar múltiples facetas amables con el ambiente, estimulantes hacia la sociedad, y favorables para el propietario o para los habitantes de la casa. En el proceso se ha podido demostrar las bondades de materiales de construcción que siendo fundamentales, por diversas razones, han perdido espacios de aplicación en la sociedad contemporánea, de una manera muy determinante en el contexto urbano y de forma preocupante en el contexto rural. La construcción no solo ha logrado concebir espacios de gran confort y belleza, sino seguros y aleccionadores, en aras a constituirse en hitos positivos, en referencias importantes para futuras construcciones. Es un proyecto en el que todos los actores ganan: Ganan los actores locales con la experiencia, gana la comunidad al integrar una edificación que se muestra sorprendentemente pertinente, gana el paisaje local, que consolida su personalidad, ganan los propietarios y usuarios con ambientes únicos, de alto grado de confort y calidad. Gana, fundamentalmente la cultura local al reencontrarse con una experiencia que ha buscado insertarse en el camino de la valoración y el respeto del patrimonio regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cardoso, F. (2015). Plan piloto de conservación preventiva aplicado a las viviendas de Susudel (2011-2012) y la Intervención en el cementerio de Susudel (2013). 15º Seminario Iberoamericano de

Arquitectura y Construcción con Tierra, p. 337-350. Cuenca, Ecuador: Projeto VlirCPM/Universidad de Cuenca/Red PROTERRA

Correia, M.; Guillard, H.; Moriset, S.; Sanchez, N.; Sevillano, E. (eds.) (2014). VerSus: Lecciones del patrimonio vernáculo para una arquitectura sostenible. CRAterre/ESG/UNICA/INIFI/UPV.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013). Norma E.080 Construcción con tierra. Proyecto de actualización – versión 1 Disponible en: http://bioconstrupedia.org/images/1/1d/Normativa_E080_construccion_con_tierra,_Per%C3%BA.pdf

AUTOR

Fausto Cardoso, doctor en arquitectura, profesor de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca. Director del Proyecto de Investigación World Heritage City Preservation Management, en colaboración con el programa interuniversitario VLIR de Bélgica. Director del equipo de formulación del expediente técnico para la declaratoria de cuenca como Patrimonio Cultural de la Humanidad, 1998-1999.



TECHOS DE TORTA DE BARRO Y SU INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL VALLE ÁRIDO DE TUCUMÁN-ARGENTINA

**Pablo Rubén Dorado¹; Gabriela Soledad Varela Freire¹;
Stella Maris Latina²; Mirta Eufemia Sosa²**

¹Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
pabloradodtca@gmail.com; vare_fre@hotmail.com

²Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) criaticfaunt@gmail.com
smlatina05@gmail.com; mirta_sosa@hotmail.com

Palabras clave: techos, tecnología, innovación, torta de barro, NOA

Resumen

En amplias zonas del Noroeste Argentino el techo con torta de barro es la resolución más usada por el poblador rural acorde a su tradición constructiva, su posibilidad económica y la disponibilidad de materiales naturales. Sin embargo, las construcciones actuales presentan patologías por la inadecuada ejecución, la falta de mantenimiento y la progresiva pérdida del saber popular. El presente trabajo se centra en: identificar y analizar las soluciones constructivas tradicionales y actuales en la resolución de la torta de barro y determinar los aciertos y desaciertos de lo construido hasta el momento. En ambos casos, se tienen en cuenta los materiales, las formas geométricas y los planteos estructurales más usados para mejorar la durabilidad de los mismos ante las inclemencias climáticas. El área de trabajo adoptada es la zona de los valles áridos de la provincia de Tucumán. La metodología de trabajo utilizada es la recopilación y análisis de la información existente; el registro de lo construido con tierra; las entrevistas a constructores y propietarios; y el análisis de los datos obtenidos. Con los resultados logrados se determinan cuáles son los materiales y las resoluciones constructivas empleadas en las innovaciones que resultan más eficientes, teniendo en cuenta su comportamiento frente al intemperismo y su aceptación por la comunidad. Se elaboran recomendaciones prácticas para la arquitectura de esta región, de fácil aplicación, y que serán divulgadas en las comunidades donde se realizó el relevamiento.

1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Tucumán, que forma parte de la región del Noroeste Argentino (NOA), se caracteriza por presentar diversos climas a medida que se asciende en altura, que van desde el subtropical con estación seca hasta el árido seco. La zona de estudio comprende el área de los valles áridos formado por las comunidades de Ampimpa, Amaicha del Valle, Los Zazos, Quilmes, El Bañado y Colalao del Valle; está ubicada entre los 1.600 a los 2.100 msnm, en la zona de clima árido seco con temperaturas media anual de 24°C en verano y 16°C en invierno y una amplitud térmica diaria de 14°C; las precipitaciones, frecuente en los meses de verano, no superan los 250 mm (Arias et al, 2011).

Las construcciones típicas de esta región, aproximadamente un 60%, son realizadas con los recursos naturales disponibles en el lugar (tierra, piedra y madera) y se caracterizan por ser parte de una tradición constructiva que data desde el periodo prehispánico y colonial. Responden apropiadamente al conocimiento popular -saber hacer- de la población y a las necesidades sociales y de confort del hombre en medio de la rigurosidad climática y geográfica del emplazamiento (Sosa, 2004).

La arquitectura de tierra, de formas puras, simple, en armonía con el entorno, es la expresión resultante de la convivencia y conjunción, por un lado, de los recursos y condicionantes naturales, y por otro del saber empírico del poblador, heredado y basado en la destreza de una tecnología ancestral que permite la autoproducción y la autoconstrucción de esta arquitectura (Sosa 2011, pág. 191).

La construcción con tierra, como tecnología constructiva, es utilizada no sólo para la resolución de cerramientos verticales, sino también horizontales. En la zona estudiada, la generalidad es el uso del techo plano horizontal con una pendiente que oscila entre 5% y 10%; denominado “techo de torta tradicional” como se describe en la cartilla técnica realizada por Latina (2003), constituido por un envigado de varas¹ de madera, sobre las que se colocan cañas huecas o ramas de jarilla² (*larrea cuneifolia*), que forman la base que recibe la torta de barro de 5 cm a 8 cm de espesor aproximadamente.

A lo largo del tiempo estas construcciones se modificaron, perfeccionaron y adaptaron de acuerdo a la difusión de materiales industrializados, la aparición de nuevos paradigmas culturales, las necesidades del hábitat y los nuevos conocimientos del poblador rural. Se generan, a su vez, otras alternativas con innovaciones tecnológicas y arquitectónicas al momento de resolver los techos de torta de barro con la finalidad de mejorar la calidad, resistencia y durabilidad de las construcciones.

2. OBJETIVO

Este trabajo tiene como objetivo: identificar y analizar las soluciones constructivas tradicionales y las actuales, en la resolución de techos de torta de barro y determinar las ventajas y desventajas de las innovaciones incorporadas por la comunidad, teniendo como fin último elaborar recomendaciones que sirvan como guía de consulta a los constructores rurales.

3. METODOLOGIA DE TRABAJO

La investigación se realiza en poblados de los valles áridos del departamento de Tafí del Valle, situado en la zona oeste de la provincia de Tucumán, donde se identifica una persistencia del uso de la tierra para la resolución de los techos y se observa una serie de innovaciones tecnológicas que modifican la construcción tradicional.

Para el cumplimiento de los objetivos se inicia con una recopilación y análisis bibliográfico sobre la temática; se precisan las áreas de estudio y las rutas a recorrer. Para obtener el registro de los techos de torta de barro en la arquitectura vernácula y la construida en los últimos 30 años, se recurre a herramientas como: fichas prediseñadas para registro técnico, fotografías, croquis, guías para entrevistas a realizarse a pobladores y constructores locales.

Las fichas y las entrevistas se focalizan en la descripción del cerramiento horizontal superior (techo) e incluyen: información general (nombre del edificio, función, año de construcción, autor, propietario, año de construcción del techo, estado de conservación, sistema constructivo y muro, esquema tipológico del edificio y planteo estructural del techo); descripción de la cubierta, de la estructura principal y secundaria, del cielorraso y del coronamiento (materiales, dimensiones, vínculos entre los elementos, luz de apoyo, procedimientos constructivos y patologías).

Se selecciona una muestra total de 30 viviendas con techos de torta de barro, las que presentan variaciones constructivas en la resolución de los mismos. Para su posterior comparación y análisis se determinan las siguientes variables de estudio: cubierta, estructura y cielorraso, en cada una de ellas se identifican materiales y elementos constructivos.

Se efectúa un total de 33 entrevistas a propietarios y constructores de la zona, donde se indaga sobre la elección de la tipología, el proceso constructivo, la disponibilidad de materiales y mano de obra, el costo final, la eficiencia del sistema, la durabilidad y los principales problemas que se observan.

¹ Denominación que los pobladores del lugar le dan al rollizo de madera.

² Arbusto resinoso de hasta 2 m de altura, que se encuentra en zonas montañosas del oeste de Sudamérica: Bolivia, Perú, Chile y Argentina.

A través del trabajo de campo y el registro efectuado, se detecta la persistencia de las resoluciones constructivas populares-tradicionales y la incorporación de materiales industrializados: cemento, cal, polietileno, papel kraft, membrana asfáltica y pintura elastomérica. Asimismo, se identifica la existencia de problemas constructivos relacionados a la falta de mantenimiento de los techos, las terminaciones superficiales, el modo de evacuación de agua de lluvia y la sobrecarga de los elementos estructurales producida por el re-tortado³.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Luego de la recopilación, comparación y análisis de los resultados obtenidos mediante las herramientas arriba mencionadas, se establece la generalidad en la resolución constructiva de los techos de torta de barro y se elabora una clasificación tipológica que se identifica de la siguiente manera:

- Tipología “A”, techos de torta de barro tradicional;
- Tipología “B”, techos en los que existe una innovación tecnológica;
- Tipología “B1”, incorporación de polietileno negro;
- Tipología “B2”, incorporación de polietileno negro, papel kraft y/o cartón;
- Tipología “B3”, incorporación de polietileno negro, papel kraft, cartón y capa de desgaste de tierra
- Tipología “B4”, incorporación de polietileno negro, papel kraft, cartón y carpeta cementicia;
- Tipología “B5”, incorporación de polietileno negro, papel kraft, cartón, carpeta cementicia, membrana asfáltica y pintura elastomérica.

4.1. Tipología “A”, techo de torta tradicional

Esta tipología está presente en aquellas viviendas de más de 50 años de antigüedad que se encuentran abandonadas o sus propietarios no cuentan con recursos económicos para incorporar mejoras. Se trata de techos planos e inclinados, con una pendiente mínima que varía entre un 5 a 10 %. La cubierta tiene un espesor de 5 cm a 8 cm aproximadamente y está resuelta con una capa de tierra mezclada con paja. La estructura principal está formada por un envigado de rollizos de madera de álamo de 15 cm a 20 cm de diámetro, separadas cada 0,60 m a 0,70 m y por lo general salvan una luz de 4,00 m; apoyan directamente sobre el muro de adobe de 45 cm. El cielorraso se ubica sobre esta estructura y sirve de soporte a la torta de barro, está realizado con ramas de arbustos de la zona, (jarilla) de un diámetro de 2,5 cm atadas entre sí con alambre de acero (figura 1).

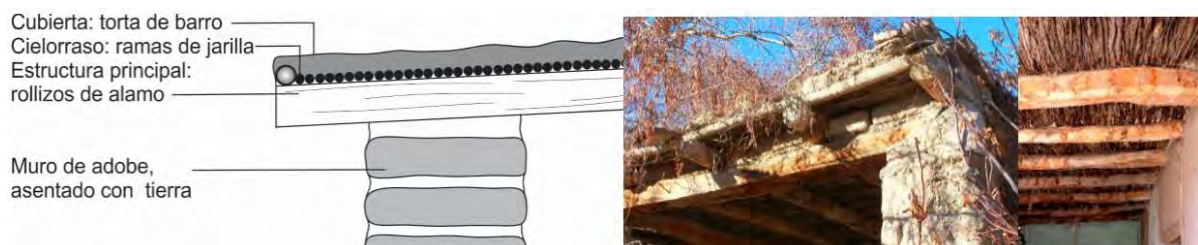


Figura 1 – Vivienda deshabitada en centro de Amaicha del Valle

³ Proceso de recomposición de la torta de barro dañada por los agentes climáticos (viento y lluvia). Se realiza entre 4 a 5 años, y consiste en retirar la capa de tierra y realizar una nueva.

4.2. Tipología “B”, techos en los que existe una innovación tecnológica

Esta tipología está presente en viviendas que tienen una antigüedad de 35 años o menos y en las que sus propietarios cuentan con recursos económicos y el conocimiento técnico que permite incorporar materiales y/o productos industrializados. Al igual que la tipología “A”, son planos e inclinados, con una pendiente mínima entre 5 y 10 %.

Debido a la variedad de casos existentes con esta tipología se la divide en 5 subtipos.

4.2.1. Tipología “B1”, techo de torta con la incorporación de polietileno de 200 μ

En éste grupo, la cubierta está resuelta con una capa superior de 5 cm de espesor de tierra mezclada con paja, debajo de ella se ubica una lámina de polietileno, con el fin de aislar hidrófugamente el interior del local y evitar que el barro se cuele entre los elementos del cielorraso. La estructura principal que apoya directamente sobre el muro de adobe, está formada por un envigado de varas o rollizos de madera de álamo, de un diámetro de 15 cm a 20 cm, una longitud de 4,00 m, y una separación de 0,60 m a 0,70 m. El cielorraso está constituido por un entramado de cañas tipo castilla o huecas, de un diámetro de aproximadamente de 2,5 cm, atadas entre sí con alambre galvanizado (figura 2).



Figura 2 - Vivienda habitada en Los Zazos

4.2.2. Tipología “B2”, techo de torta con la incorporación de papel kraft y/o cartón

La cubierta, la estructura principal y el cielorraso están resueltos de igual manera y con los mismos materiales que la tipología “B1”, con la diferencia que entre el polietileno negro de 200 μ y el cañizo se coloca una capa de cartón y/o papel kraft (figura 3).

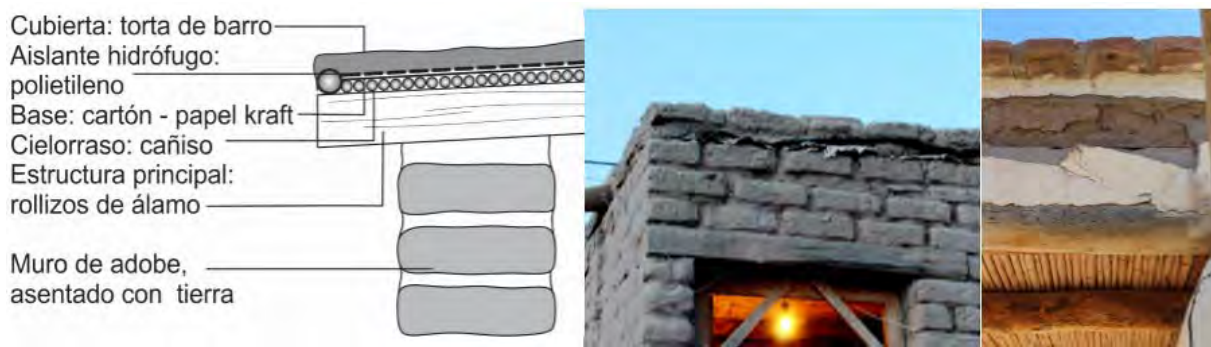


Figura 3 – Vivienda en Los Zazos

4.2.3. Tipología “B3”, techo de torta con la incorporación de una lámina de polietileno de 200 μ y una capa de desgaste de tierra.

En esta tipología la resolución de estructura principal y cielorraso son idénticas a las “B1” y “B2”, salvo que, sobre la torta de barro se coloca una lámina de polietileno de 200 μ y una capa de desgaste de tierra arcillosa de 2,5 cm. Estas dos innovaciones permiten proteger la torta de barro, y en caso de ser necesario cambiar únicamente la capa de mayor exposición a la intemperie para evitar el re-tortado (figura 4).

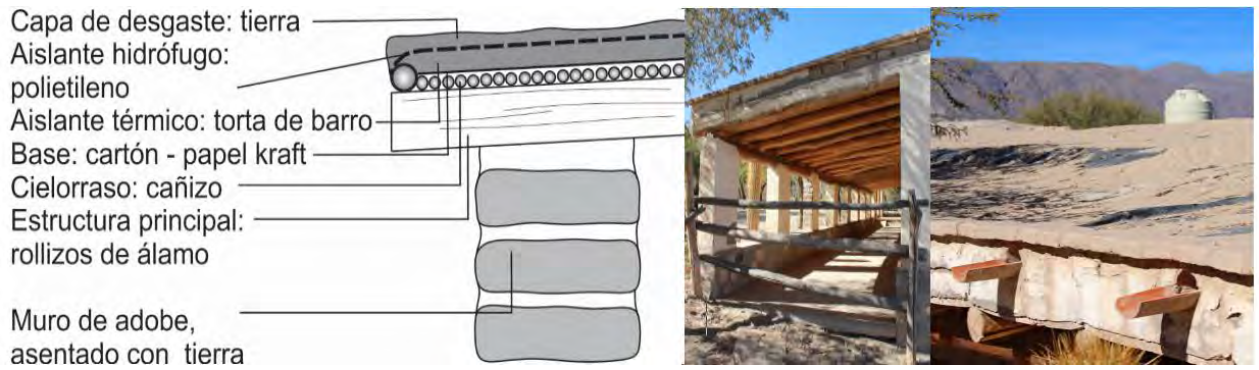


Figura 4 - Centro Cultural Amauta en Los Zazos

4.2.3. Tipología "B4", techo de torta con la incorporación de capa de desgaste cementicia

En ésta tipología la resolución de la estructura principal y el cielorraso son idénticas a las descritas anteriormente, con la diferencia de que, sobre la torta de barro de la cubierta se realiza la capa de desgaste, resuelta con mortero aéreo reforzado o mortero cementicio, de 2 cm a 3 cm de espesor. Esta innovación, realizada con materiales de mayor resistencia a los agentes climáticos, se la incorpora con el fin de lograr una capa superficial definitiva. (figura 5).

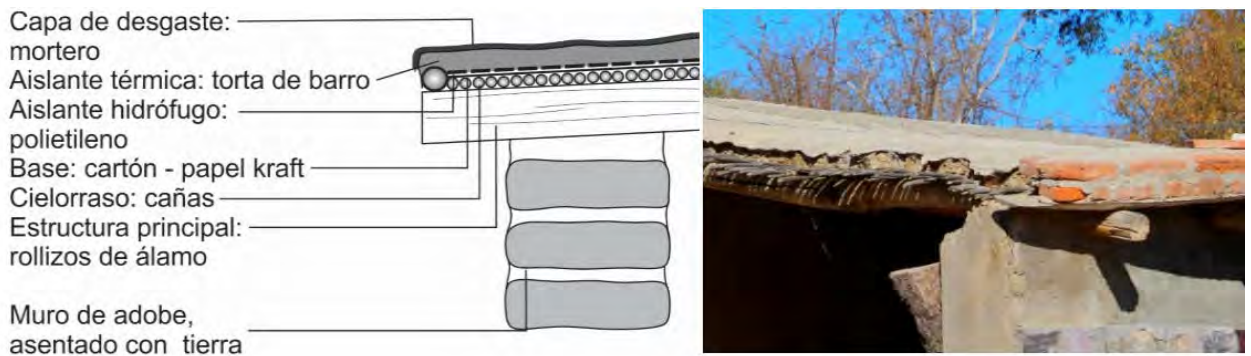


Figura 5 – Vivienda en Colalao del Valle

4.2.4. Tipología "B5", techo de torta con la incorporación de capa de desgaste y pintura elastomérica

La cubierta mantiene las características de la tipología "B4", se incorpora una terminación superficial de pintura elastomérica o membrana asfáltica; su función es la de sellar las posibles grietas o fisuras producidas en la capa de mortero cementicio o de cal, y a su vez lograr una terminación lisa que favorezca el escurrimiento del agua. En esta tipología se observa otra variante, y es que la estructura principal del techo se apoya sobre vigas de hormigón armado. El cielorraso está resuelto con machimbre de pino. (figura 6)

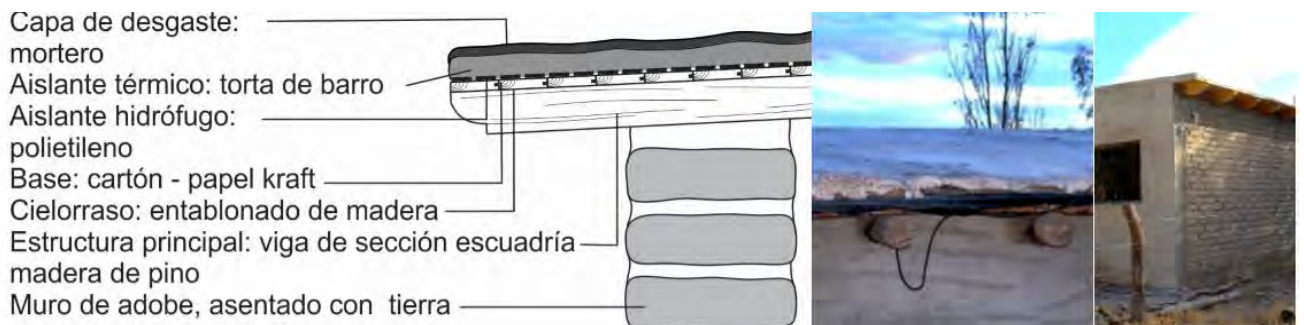


Figura 6 - Vivienda en Los Zazos y en Colalao del Valle

5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En la totalidad de los casos relevados, a la torta de barro se le incorpora como estabilizante físico la paja y se la utiliza en algunas resoluciones con la doble función de cubierta y de aislante térmico y en otras, la cubierta es una capa de desgaste superficial.

La torta de barro es la que generalmente está expuesta a las inclemencias climáticas y, por ende, es la parte de la construcción que presenta mayor grado de deterioro. Son característicos los canales formados naturalmente por el agua de lluvia que arrastra el material suelto. En algunos casos, la torta, llega a desprenderse total o parcialmente debido a la falta de adherencia entre ésta y la capa inferior, generalmente resuelta con una lámina de polietileno. Esta situación genera la necesidad del cambio de esta capa o re-tortado, que habitualmente se realizaba entre los 4 o 5 años, y que, actualmente es preciso hacerlo anualmente como consecuencia del aumento de las precipitaciones.

La tierra utilizada es la misma que se emplea para la fabricación de los adobes, es traída de las zonas cercanas al río y no es sometida a análisis previos por parte de los constructores. A su vez, se detectó que existen proveedores que se encargan de comercializar la tierra, motivo por el cual no siempre es posible establecer el sitio preciso de donde se extrajo la materia prima.

5.1. Innovaciones técnicas y sus patologías frecuentes

A la tradicional resolución de la torta de barro, se le incorpora polietileno de 200 μ , -presente en el 96% de los casos relevados- papel kraft y/o cartón sobre el cielorraso. Los pobladores entrevistados coinciden en que en todos los techos de torta deberían incluirse estos materiales porque mejoran notablemente su durabilidad; a pesar de ello, la colocación del polietileno no siempre está bien resuelta, ya que queda libre en el perímetro del edificio y al estar expuesto, se deteriora por acción del sol y el viento provocando el desprendimiento de la torta de barro.

5.1.1. Incorporación de la capa de desgaste

La capa de desgaste -capa superficial de 3 cm a 5 cm- está presente en un 16% del total de viviendas relevadas y en general se encuentran en buen estado de conservación. Se realiza con tierra, mortero cementicio, mortero aéreo reforzado, membrana asfáltica, pintura elastomérica o la combinación de estos materiales. De este modo se logra una cubierta resistente al intemperismo con menor mantenimiento, por lo que no es necesario el re-tortado frecuente.

En todos los casos estudiados, la capa de desgaste presenta patologías vinculadas a la mala resolución en sus bordes de terminación y en la unión con otros materiales, generándose desprendimientos que dejan a la vista la torta de barro.

Otro inconveniente tiene que ver con la composición del material, como es el caso de morteros que contienen cemento, ya que en el momento del fraguado se producen fisuras y microfisuras que permiten el ingreso de agua de lluvia. En ocasiones, la capa con grietas profundas se encuentra totalmente desvinculada de la torta de barro y se desprende en forma de placas. Para sellar las fisuras y grietas, los constructores locales, incorporan membrana asfáltica, pintura elastomérica o emulsión asfáltica, productos que implican una mayor inversión final porque no siempre se puede adquirir en la zona.

Constructores de Amaicha del Valle manifestaron que la capa de desgaste podría realizarse con una lechada de cemento y que antiguamente se la hacía con una mezcla de agua y ceniza. Ninguno de los casos registrados contaba con esta solución, por lo que no se puede verificar su efectividad.

5.1.2. El techo y la estructura

En la mayoría de los casos se observa el uso de varas de álamo y una incipiente incorporación de vigas de sección de escuadría de pino, que van reemplazando a las anteriores. Apoyan directamente sobre el muro de adobe, de manera que la carga se

transmite de forma puntual provocando en los muros, como se observó en la gran mayoría de las construcciones visitadas, grietas y fisuras que generan el desprendimiento y la caída de revoques en coincidencia con el apoyo. Generalmente, la viga de borde o viga collar está ausente.

En techos de galerías y quinchos, las vigas están resuelta de madera de álamo o pino y el vínculo entre estos elementos se realiza con tientos de cuero o alambre de acero.

En las viviendas construidas en los últimos años se incorpora una estructura sismo resistente de hormigón armado, sobre la que apoya la estructura principal del techo.

Aproximadamente el 10% de las viviendas relevadas presentan techo con caída libre, en ellas se observa la falta de un dispositivo que evite el escurrimiento del agua por el cielorraso y las vigas de madera.

Otro problema que se detecta es la falta de aleros en los techos, probablemente se debe a que se aprovecha al máximo el largo de las varas para cubrir los espacios interiores, por lo que realizar un alero para protección del muro y evacuación del agua de lluvia lo más lejos posible, implicaría sacrificar superficie interior.

5.1.3. El cielorraso

Habitualmente se utilizan cañas huecas atadas entre sí con alambre de acero o ramas de arbustos del lugar (actualmente en desuso); una modalidad creciente en los últimos tiempos es el uso del machimbre de madera de pino. Sea cual fuere el material elegido, al sobrepasar el techo los límites del muro exterior, el cielorraso queda expuesta a la acción del intemperismo lo que ocasiona un rápido deterioro.

Se observa, que a veces, el re-tortado se realiza sobre la torta existente en mal estado, generando el aumento de la carga del techo y provocando la flexión del cielorraso. Esta situación se agrava con el transcurso del tiempo por el agregado de nuevas capas de tierra.

5.1.4. Coronamiento de muros

Una manera común de resolver el coronamiento de los muros es mediante una apretada, a la que los pobladores le dan el nombre de cornisa; está presente en el 95 % de las viviendas estudiadas. Generalmente bordea el perímetro del techo, haciendo necesaria en el sector de desagüe la colocación de gárgolas “bota agua”, para evacuar el agua de lluvia; están colocadas entre las hiladas de la cornisa en el nivel inferior de la pendiente del techo, con una separación entre 0,70 m a 1,00 m y sobresalen del muro de 25 cm a 50 cm. Se resuelve con tejas cerámicas coloniales, con botellas plásticas o con caños de PVC o zinc,

En este punto es donde se producen importantes patologías debido a que las gárgolas no poseen la suficiente pendiente ni el largo adecuado para evitar el escurrimiento del agua de lluvia por la superficie del muro, produciendo escorrentías y desprendimientos de revoques.

La cornisa se realiza con dos o tres hiladas a la vista de mampostería de adobes o de ladrillo cerámico macizo asentado con barro o mortero cementicio; sólo en el 20% de las construcciones, la cornisa está revocada. El 80% de los casos presenta patologías relacionadas por la falta de adherencia entre el mampuesto y la mezcla de asiento y la unión de la apretada sobre la cubierta, lo que produce fisuras y escorrentías en este sector.

6. CONCLUSIONES

Se puede determinar que, en la zona estudiada, aún se mantiene vigente el uso de la tierra para la resolución de los techos. Teniendo en cuenta la observación e información recabada en entrevistas a pobladores y constructores más el registro de casos, se concluye que la población elige esta resolución constructiva para la realización de los techos por las características térmicas que presenta la tierra, por la disponibilidad de los materiales naturales (tierra, madera, caña, paja), por la tradición constructiva y el costo final. Conjuntamente, se identifica la tendencia de incorporar otras soluciones constructivas, en la que se incluyen materiales industrializados como la chapa de acero galvanizado y/o de

aluminio, los perfiles de acero, las tejas cerámicas, la lana de vidrio y la membrana de polietileno expandido, entre otros.

Si bien se observa la persistencia del uso de la tierra como material de construcción, es evidente que la tipología tradicional de techo de torta de barro se ha visto modificada debido a la necesidad de obtener techos durables y resistentes a la acción erosiva de los fuertes vientos y de las lluvias que aumentaron en los últimos años. Es reiterativo el comentario de los entrevistados de que la principal desventaja de la torta de barro tradicional es el desgaste producido por estos fenómenos; lo que lleva a la necesidad del re-tortado y las reparaciones anuales no se llevan a la práctica porque el procedimiento implica un trabajo manual pesado que demanda mano de obra joven (que migra a la ciudad) y el conocimiento de la técnica constructiva.

A su vez, las innovaciones constructivas manifiestas por el uso de productos industrializados, según afirman y coinciden pobladores y constructores, no llegan a dar respuestas satisfactorias.

De acuerdo al estudio realizado en el 96% de los casos se evidencia este último tipo de resolución, y solo en aquellas viviendas deshabitadas de más de 50 años de antigüedad o de propietarios de bajos recursos, aún se observa el techo de torta tradicional.

Luego de analizar los registros y resultados obtenidos, se pueden emitir las siguientes recomendaciones:

- 1- Debido al aumento de lluvias registradas en el departamento de Tafi del Valle en los últimos años, se recomienda realizar techos con una pendiente entre 10 y 20%; al aumentar la inclinación se favorece el escurrimiento del agua y se reducen las posibilidades de filtraciones.
- 2- Para lograr una torta de barro resistente y durable, es necesario determinar las características físicas-mecánicas de la tierra, mediante pruebas de campo y ensayos de laboratorio para definir el tipo y las características de la estabilización a realizar, física y/o química.
- 3- En cuanto a la resolución constructiva la torta de barro, preferentemente debe ser colocada directamente sobre el cartón o papel kraft. En caso de cubiertas de grandes superficies, y al aumentar la pendiente, es necesario formar paños de superficie más reducida, con listones de madera longitudinales y transversales para evitar posibles deslizamientos de la mezcla.
- 4- La estructura del techo, deberá tener una separación entre los elementos de 0,60 m a 0,80 m; luz máxima de 4,00 m y apoyar sobre una viga de borde o viga collar. Esto permitirá una mejor distribución de las cargas de la cubierta al muro.
- 5- Se debe asegurar una buena ventilación en locales interiores para evitar el deterioro de los cielorrasos y muros en su parte superior, producido por la proliferación de insectos y manchas de humedad y hongos. Por lo que se recomienda que el material que se coloca por encima de las cañas o el entablonado no sea impermeable, como por ejemplo: tela plástica media sombra, bolsas de papel kraft o cartón.
- 6- La lamina de polietileno, colocada sobre la torta, debe estar vinculada al muro y cubierta en todo su perímetro por la capa de desgaste, a fin de evitar que quede suelta en algún punto y por la acción del viento provoque desprendimiento a ésta. Para asegurar su función de aislante hidrófugo es necesario asegurar que las láminas de polietileno estén superpuestas como mínimo 10 cm entre si y ubicadas por debajo de la capa de desgaste.
- 7- La capa de desgaste, sea que esté resuelta con tierra o tierra estabilizada con cemento, es conveniente que reciba un mantenimiento anual. Si se utiliza mortero cementicio, aéreo reforzado o a la cal, resulta beneficioso hacerlo directamente sobre la torta de barro para favorecer la adherencia entre ambas capas y lograr que ésta cubra

totalmente a la inferior. Para mejorar la durabilidad, reducir el mantenimiento y sellar las posibles fisuras que aparecen en el material después de ser ejecutado, se recomienda aplicar según la composición y características superficiales, una lechada cementicia, barbotina, membrana o emulsión asfáltica o pintura elastomérica.

- 8- En caso de cubiertas con caída libre, deberá contar con un alero de un largo suficiente para evitar el contacto del agua de lluvia con el muro o colocar una canaleta. En las cubiertas con cornisa, las gárgolas deben tener una mayor pendiente y longitud y asegurar que queden correctamente vinculadas a la apretada. En los dos casos, para favorecer el escurrimiento del agua, se pueden realizar variaciones de la pendiente, a modo de canales, que dirijan el agua hasta los elementos del desagüe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, L.; Latina, S. M.; Alderete, C. E.; Mellace, R. F. (2011). Análisis del confort térmico en viviendas de Tafí del Valle, Tucumán, Argentina. Memorias 3° Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra (SAACT), p.111-122.

Latina, S. M. (2003) Cuadernillo temático N° 3, Cerramiento Horizontal Superior en Construcciones de Tierra. Materia Electiva Arquitectura y Construcción con Tierra Cruda, Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda.

Sosa, M. E. (2004). Las construcciones con tierra en el Valle Calchaquí Tucumán. ¿Una prospectiva constructiva? Memorias 3° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT), p.185-191

Sosa, M. E. (2011). Los pueblos del Tucumán y su cultura constructiva en tierra. Historia, tradición y modernidad. Memorias 3° Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra (SAACT), p.190-201

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las personas entrevistadas que con gran amabilidad abrieron las puertas de sus casas y contaron sus “secretos constructivos”.

AUTORES

Pablo Rubén Dorado, Arquitecto egresado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán. Ex alumno del Seminario de Pre Iniciación en la Investigación y Extensión en el CRIATiC. Actualmente realiza tareas en la Dirección de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de Yerba Buena, Tucumán.

Gabriela Soledad Varela Freire, estudiante de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán; Alumna del Seminario de Pre Iniciación en la Investigación y Extensión en el CRIATiC. Actualmente realiza tareas en el Ministerio de Desarrollo Social, Tucumán.

Stella Maris Latina, Arquitecta, Maestrando en auditoría energética, FAU – UNT, Profesora adjunta cátedra Construcciones I, materia electiva Arquitectura de Tierra Cruda y Práctica Profesional Asistida (Modalidad práctica de extensión) de la FAU – UNT, Co-conducción del CRIATiC-FAU-UNT; directora de proyectos de investigación CIUNT- integrante proyectos de ANPCyT, miembro PROTERRA.

Mirta Eufemia Sosa, Arquitecta, Máster DPEA-CRATerre- Francia, Doctorando FAU-UNT, Profesora adjunta cátedra Construcciones I, materia Arquitectura de Tierra Cruda y Práctica Profesional Asistida (Modalidad de extensión) de la FAU-UNT, directora de Proyectos de Investigación CIUNT – Integrante de proyectos de ANPCyT, Co-conducción del CRIATiC-FAU-UNT. Miembro PROTERRA, ISCEAH-ICOMOS y de APTI.



SISTEMAS DE GESTIÓN Y PRODUCCIÓN EN LA ARQUITECTURA DE TIERRA

Irene Cecilia Ferreyra

Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) - Facultad de Arquitectura y Urbanismo –
Universidad Nacional de Tucumán – Argentina icferreyra@hotmail.com

Palabras Claves: Sistemas de gestión, tecnologías para el desarrollo, arquitectura de tierra

Resumen

La industria de la construcción presenta particularidades que la distinguen de otras industrias por lo que sus posibilidades de adaptación al nuevo paradigma productivo dependen en gran medida del estudio particularizado de modelos de gestión en tres niveles de impacto: territorial, bienes de capital y mercado de trabajo. El Instituto de Estudios del Hambre (IEH) considera a las tecnologías sociales como el conjunto de productos, técnicas y procedimientos, desarrollados a nivel comunitario, para resolver problemas de vulnerabilidad o exclusión social. Aparece así, como hecho clave, la necesidad de incorporar en la arquitectura de tierra la fusión entre conocimiento científico y técnica tradicional con el objeto de introducir las modificaciones necesarias en las distintas instancias de producción mejorando los niveles de productividad. La búsqueda de respuestas se orienta así a nuevas formas organizativas de la producción, producción flexible, sistema de redes y terciarización. La incorporación de sistemas informacionales de control, la búsqueda de tecnologías apropiadas y la capacitación de mano de obra; se convierten en pilares fundamentales del proceso de reestructuración productiva. El presente trabajo se desarrolla en el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNT y tiene por objeto estudiar los sistemas de gestión de la arquitectura de tierra en los siguientes niveles de análisis: a) Producción de materia prima, b) Producción de componentes, c) Comercialización en mercado formal, d) Incorporación a obra. Así como, brindar una herramienta metodológica para mejorar los niveles de productividad y competitividad, incorporando materiales y componentes constructivos de tierra en el mercado formal de materiales

1. INTRODUCCIÓN: PRODUCCIÓN DEL HÁBITAT Y TECNOLOGÍA

Hablar de producción de hábitat implica abordar, entre otros aspectos, procesos productivos que responden a la lógica de los distintos actores intervinientes y que dan por resultado un conjunto de bienes tangibles e intangibles, signados por una forma colectiva de apropiación de recursos (Panaia, 2006).

El acceso a una vivienda, su materialización y sus vínculos con la vida urbana, dependen en gran medida de un conjunto de valores y expectativas, de la infraestructura y equipamiento colectivo, de su accesibilidad física y económica, de las reglas de mercado y de los recursos culturales y tecnológicos, entre otros.

Una característica significativa en la Argentina es que los sectores populares acceden a una vivienda por medio de la autoconstrucción, en un proceso que se extiende en el tiempo, dependiendo de un mercado de materiales sobrevaluado por la falta de componentes constructivos y sin la posibilidad de contar con tecnologías intermedias que permitan alcanzar un grado de calidad de producto y confort adecuado.

El desarrollo de tecnologías intermedias permite aumentar la productividad a corto plazo, en obras con sistemas tradicionales, iniciando así un proceso de renovación y actualización progresiva del parque tecnológico. En este sentido, un factor importante, lo constituye el avance en el diseño y normalización de componentes y sistemas constructivos que permitan reducir operaciones para el montaje en obra.

La tierra como materia prima para la fabricación de componentes y elementos constructivos, permite dar respuesta al nuevo paradigma productivo, incorporando el aporte del diseño, la adaptación de tecnología existente en el mercado y un patrón de producción flexible generando un modelo tecno-productivo tanto adecuado como eficaz.

2. LA TIERRA: CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

El Instituto de Estudios del Hambre (IEH) considera a las Tecnologías Sociales como el conjunto de productos, técnicas, procedimientos o procesos metodológicos, desarrollados a nivel comunitario, para resolver problemas de vulnerabilidad o exclusión social.¹

Es decir, se diferencian de las tecnologías apropiadas fundamentalmente por su capacidad de generar empleo genuino y bienes de cambio en el mercado formal, actuando como motor de desarrollo productivo a escalas intermedias. Aparece así, como hecho clave, la fusión entre conocimiento científico y la técnica tradicional con el objeto de introducir las modificaciones necesarias en las distintas instancias de producción mejorando los niveles de productividad e inserción en el mercado.

La arquitectura de tierra cuenta con significativos ejemplos en la región del Nor Oeste Argentino (NOA), generalmente referidos a edificios patrimoniales, vivienda rural y edificios públicos en zonas áridas y semiáridas. Sin embargo a partir de la década del 80, en parte favorecido por el creciente interés en la geoarquitectura, se inicia un nuevo camino caracterizado por la incorporación de rigor técnico-constructivo permitiendo alcanzar avances en el conocimiento del material y su aplicación en viviendas de interés social.

La tecnología de construcción con tierra presenta respecto de otras, una situación atípica para la industria de la construcción en cuanto permite la gestión del proceso de producción de componentes constructivos *in situ* y, por lo tanto, su regulación, modificación y control.

La fuente de obtención de la materia prima es, naturalmente variable al igual que sus propiedades físicas y mecánicas; consecuentemente, su adecuada utilización para la elaboración de productos, depende de un control sistemático. Lo que en apariencia resulta una limitación para aumentar la productividad en términos cuantitativos, constituye por otro lado una efectiva herramienta para el control de la calidad de producción, aportando una variable de ajuste en la planificación organizativa y financiera de la obra y la localización de capitales en la etapa de fabricación de componentes.

La tierra puede ser utilizada como materia prima para la elaboración de diversos componentes básicos (un ejemplo de ello es la variedad de mampuestos existentes), o bien para la elaboración de elementos constructivos (muros monolíticos de tapial). Existe por lo tanto la posibilidad de planificar en la etapa proyectual, la continuidad de posteriores operaciones en obra, basada en la selección de tecnología apropiada a los recursos humanos y materiales disponibles.

Corrientemente la tierra extraída en áreas urbanas (excavaciones para fundaciones de edificios de envergadura) se destina para relleno de terrenos bajos o bien, transportada a vaciaderos con el correspondiente compromiso ambiental y un importante consumo de combustible, variable en función de las distancias recorridas. En definitiva se trata de un capital que emigra de las ciudades, que no se reproduce y que actúa generalmente en detrimento de áreas de expansión urbana. Son pocos los municipios y ciudades en Argentina que cuentan con regulación al respecto.

¹ El Instituto de Estudios del Hambre (IEH) es una organización plural e independiente, sin ánimo de lucro, fundada en España en 2001. El Instituto reúne la experiencia profesional analítica y práctica de investigadores, docentes y técnicos de países en desarrollo y europeos, con una extensa actividad en organismos internacionales de desarrollo (FAO, PNUD, IICA-OEA, Comisión Europea) y emergencia (OCHA, ECHO), en la Cooperación Española, en ONG (Euronaid, Action Aid), centros académicos y empresas agroalimentarias.

La reproducción de este capital, a través de la elaboración de componentes constructivos dentro del área urbana, aparece en primera instancia como una alternativa al menos interesante.

El desarrollo de tecnologías intermedias permite aumentar la productividad a corto plazo, en obras con sistemas tradicionales, iniciando así un proceso de renovación y actualización progresiva del parque tecnológico. En este sentido, un factor importante, lo constituye el avance en el diseño y normalización de componentes y sistemas constructivos que permitan reducir operaciones para el montaje en obra.

La tierra como materia prima para la fabricación de componentes y elementos constructivos, permite dar respuesta al nuevo paradigma productivo, incorporando el aporte del diseño, la adaptación de tecnología existente en el mercado y un patrón de producción flexible generando un modelo tecno-productivo tanto adecuado como eficaz.

3. LA REESTRUCTURACIÓN PRODUCTIVA: NIVELES DE ANÁLISIS

La industria de la construcción presenta particularidades que la distinguen de otras industrias, por lo que sus posibilidades de adaptación al nuevo paradigma productivo dependen en gran medida del estudio particularizado de modelos de gestión en tres niveles de impacto:

- Territorial
- Bienes de capital
- Mercado de trabajo.

Los problemas de organización del trabajo en la industria de la construcción, tienen un carácter específico, debido a la variabilidad de procesos de producción y a las diferentes especialidades que participan en el mismo producto (Panaia, 1989)

Son tres los ejes donde se puede evaluar el acercamiento a la reestructuración productiva de la industria de la construcción:

- Nuevas formas organizativas de la producción, producción flexible, sistema de redes y terciarización.
- La incorporación de sistemas informacionales de control, la búsqueda de tecnologías apropiadas
- La capacitación de mano de obra.

El análisis de estos tres pilares en la arquitectura de tierra, nos permitirá abordar el tema y lograr una aproximación micro-económica a la problemática planteada.

4. FORMAS ORGANIZATIVAS DE LA PRODUCCIÓN

4.1. Producción de materia prima tierra

El análisis de la extracción de la tierra, como materia prima para la elaboración de componentes y elementos constructivos, permite profundizar en una de las fases del proceso de producción a fin de proporcionar herramientas conceptuales para mejorar los niveles de productividad.

En las localidades rurales, o en proceso de urbanización la extracción de la tierra como materia prima, se basa en conocimientos empíricos, transmitidos de manera oral. Su extracción es manual y se hace esporádicamente en forma conjunta con vecinos cuando surge la necesidad.

Se percibe como un recurso inagotable y rara vez existe legislación que regule explotación.

Generalmente los procesos de ocupación de suelo urbano no cuentan con regulación estatal alguna y avanzan sobre los puntos de extracción, perdiendo un recurso y reemplazando la

tecnología de tierra por alternativas con mayor grado de industrialización cuya producción se localiza en otros centros.

Uno de los puntos débiles de los centros en consolidación urbana, es la falta de mapas ambientales que den cuenta de los procesos de renovación de las capas superiores y sirvan de herramienta flexible para regular la extracción de la materia prima de forma sustentable.

En definitiva, es posible sostener que existe una extracción de materia prima de la siguiente manera:

- Sin programa de explotación del recurso ni mapas ambientales
- Sin herramientas de control de calidad: La fuente de obtención de la materia prima es variable al igual que sus propiedades físicas y mecánicas; consecuentemente, su adecuada utilización para la elaboración de productos, depende de un control sistemático
- Sin participación de organizaciones intermedias
- Sin normativa local

4.2. Producción de componentes de tierra con valor agregado

Se denomina Valor Agregado o Valor Añadido cuando a un producto se le agregan características extras a las que tiene con el fin de darle mayor valor comercial y lograr cierta diferenciación para el que lo aplica. Se considera producción primaria a todas aquellas acciones que hacen uso o extraen recursos naturales para la obtención de materias primas.

El primer paso en el agregado de valor es obtener materia prima seleccionada y clasificada, con estrictos controles desde el manejo de los insumos, pasando por el control de pérdidas, cuidado ambiental y capacitación permanente de las personas que participan de este proceso primario. La materia prima puede sufrir distintos grados de industrialización lo que se denomina “Cadenas de Valor”². A los efectos del análisis, se puede establecer las siguientes comparaciones expuestas en el cuadro 1.

Cuadro 1 – Comparación de materiales

	SISTEMA TRADICIONAL DE EXTRACCIÓN DE ARIDOS • Localización de canteras reguladas y bajo normas de impacto ambiental • Clasificación según granulometría • Selección del materia prima bajo normas • Comercialización standart
	SISTEMA TRADICIONAL DE EXTRACCIÓN DE TIERRA • Localización de canteras sin control ni regulación • Entrega de materia prima sin clasificación granulométrica o identificación • Selección de materia prima sin normativa ni protocolos de comercialización por volumen.
	MORTEROS TRADICIONALES PREELABORADOS • Elaboración de pre – mezclas con valor agregado • Incorporación de tecnologías que permiten modificación de sus propiedades • Plantas productoras y comercialización en mercado formal • Productos empaquetados con sistema específico de acopio e incorporación a obra • Especificaciones técnicas del proveedor

² INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina

	MORTEROS DE TIERRA • Elaboración in situ, sin valor agregado • Tecnología tradicional con tiempos extendidos de preparación • inexistentes en el mercado formal por falta de desarrollo de tecnologías intermedias • Acopio de materia prima en obra sin controles de contaminación

La producción de componentes constructivos de tierra presenta, frecuentemente, las siguientes características:

- Producción *in situ*. Sin controles técnicos y con materia prima variable en sus propiedades
- Producción sujeta a condiciones estacionales: fundamentalmente lluvias y heladas
- Sistema de secado y acopio al aire libre.
- Producción sin protocolos operacionales de:
 - Incorporación de materia prima al espacio de producción
 - Control de calidad de materia prima
 - Flujo, continuidad y costos de traslado
 - Análisis de laboratorio
 - Mecánica de registro de resultados
 - Estabilización de tierras
 - Estudio de insumos y costos de materiales
 - Control y mantenimiento de herramientas y maquinarias para la producción de componentes
 - Toma de muestras testigos
 - Acopio, traslado e incorporación del componente en obra
 - Programas informáticos de recopilación de información y construcción de datos:
 - Normativa de soporte, específica

4.3. Análisis comparativo de elementos constructivos: Debilidades y fortalezas. Tecnologías para el desarrollo.

Tecnología social (TS) es una forma de diseñar, desarrollar y gestionar tecnología orientada a resolver problemas sociales y ambientales, generando dinámicas sociales y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable”.

Para mejorar los niveles de productividad, resulta necesario abordar y analizar en detalle las fases del proceso de producción. Considerar sus fortalezas y debilidades, así como los mecanismos de control necesarios a lo largo del proceso.

4.3.1. Muro de mampostería de bloques de suelo-cemento (producción in situ de componentes).

La primera fase corresponde a la resolución teórica funcional, formal, estructural y tecnológica del edificio, así como la concepción del modelo de producción y sus herramientas de concreción y control.

Salvo raras excepciones, la producción de bloques de suelo cemento se realizan a pie de obra, convirtiéndose la misma en centro productivo que presentan las siguientes características:

- a) Producción *in situ*. Sin controles técnicos y con materia prima variable en sus propiedades
- b) Sujeta a condiciones estacionales: fundamentalmente lluvias y heladas
- c) Sistema de secado y acopio al aire libre.
- d) Producción sin protocolos operacionales de:
 - Incorporación de materia prima al espacio de producción
 - Control de calidad de materia prima
 - Flujo, continuidad y costos de traslado
 - Análisis de laboratorio
 - Mecánica de registro de resultados
 - Estabilización de tierras
 - Estudio de insumos y costos de materiales
 - Control y mantenimiento de herramientas y maquinarias para la producción de componentes
 - Toma de muestras testigos
 - Acopio, traslado e incorporación del componente en obra
 - Programas informáticos de recopilación de información y construcción de datos:
 - Normativa de soporte, específica

Para la concreción de muros de bloques de suelo-cemento, con producción *in situ* de componentes, se puede distinguir tres fases diferentes en el proceso de producción:

- Fase 1: Proceso de concepción

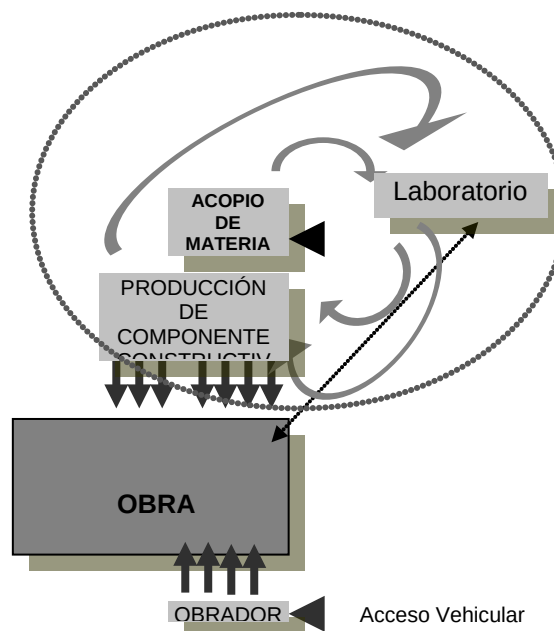


Figura 1. Modelo teórico de producción *in situ*

Esta instancia depende fundamentalmente de la disponibilidad de recursos humanos, experiencia profesional y capacidad de articulación entre áreas de conocimientos diferentes.

En el planteo de tecnologías sociales resulta indispensable abandonar el paradigma de proyectista unipersonal convirtiéndolo en una etapa de discusión y transferencia de conocimiento intradisciplinario. Esta nueva forma de abordaje permite obtener resultados ricos en experiencias y saberes adquiridos, pero presenta al mismo tiempo algunos problemas de tipo operativo:

- Requiere un plan de trabajo estricto y un modelo de coordinación flexible de las distintas áreas intervinientes. Se obtienen resultados efectivos cuando el equipo de trabajo está consolidado y sus miembros tienen experiencia previa en trabajos grupales de idéntica o menor escala.
- Los tiempos y objetivos del equipo no siempre son coincidentes con los requerimientos de las instituciones que financian el proyecto. Esto representa generalmente el primer conflicto en el proceso de gestión.

Es en esta fase donde la resolución formal, funcional, estructural y tecnológica, permiten en mayor o menor medida, la repetición tecnológica y la producción seriada de elementos *in situ*. El modelo de producción deberá contemplar por lo tanto la demanda del espacio destinado al control de calidad de los materiales y producto elaborado, su acopio y traslado en obra

En el pasaje hacia la concepción de la arquitectura de tierra, como motor de desarrollo técnico productivo, surgen necesidades de tipo operacionales que permitan un monitoreo sistemático y aumento de productividad. Algunas de las herramientas efectivas a tal fin, son:

a) Debates teóricos y guías metodológicas

b) Protocolos operacionales de:

- Incorporación de materia prima al espacio de producción
- Control de calidad de materia prima
- Flujo, incorporación a obra, continuidad y costos de traslado
- Análisis de laboratorio
- Mecánica de registro de resultados
- Estabilización de tierras
- Estudio de insumos y costos de materiales
- Control y mantenimiento de herramientas y maquinarias para la producción de componentes
- Toma de muestras testigos
- Acopio, traslado e incorporación del componente en obra

c) Programas informáticos de recopilación de información y construcción de datos:

d) Normativa de soporte, específica

- Fase 2: Producción de componentes

Esta fase, de carácter operacional, en el caso de los muros de mampostería de bloque suelo –cemento (BSC), se diferencia del sistema monolítico por contar con una instancia previa a la ejecución del elemento constructivo: la producción del componente. Esta etapa define en gran medida las propiedades físico-mecánicas del elemento constructivo final

En el caso de una producción *in situ* se hace indispensable el control de dos puntos clave: la incorporación de la materia prima *just in time* y la articulación obra-laboratorio para el control de calidad y cumplimiento de normas técnicas. Dado que las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la tierra empleada varían con cada partida recibida, resulta indispensable la realización de pruebas de campo y ensayos de laboratorio de manera sistemática,

tendientes a establecer en cada caso, las dosificaciones más convenientes para su estabilización.

La producción de componentes en obra, implica un esquema transversal de planificación y la discontinuidad en la fabricación de componentes puede paralizar la obra o bajar los rendimientos finales de la misma. El uso de sistemas mixtos (bloqueras de accionamiento manual y semi-automáticas), permiten una producción continua aun durante el periodo de mantenimiento o reparación de la maquinaria.

Un aspecto importante a destacar en esta etapa, es la previa organización y capacitación de la mano de obra. Contemplar la articulación con un centro abierto de formación permanente, puede aportar una respuesta flexible y eficiente para el régimen temporal de los trabajadores de la construcción.

Cuadro 2 – Comparación de la producción de componentes

PRODUCCIÓN DE BSC CON BOLQUERAS DE ACCIONAMIENTO MANUAL	PRODUCCIÓN DE BSC CON BLOQUERAS SEMI-AUTOMÁTICAS
Producción a escala artesanal, entre 600 y 800 unidades por máquina, por jornada de trabajo de 8 horas. Estos valores pueden variar en función de modificaciones de diseño de la maquina bloquera.	Producción a escala de pequeña industria, entre 3000 y 5000 bloques (valor que varia según el grado de complejidad de la maquinaria y la cantidad de operaciones automatizadas)
Generadora de mayor empleo de mano de obra poco calificada	Generadora de empleo de mano de obra calificada. Requiere servicios técnicos tercerizados.
Por su movilidad permite variar el espacio físico de producción	Por sus dimensiones y peso, requiere de un centro de producción fijo, con capacidad de acopio, carga y descarga de materiales.
Sin consumo de energías no renovables	Alto consumo energético
Producción variable. Requiere mayor cantidad de instancias de control y regulación de la calidad de bloques	Producción continua y precisa. Aumenta los niveles de productividad no solo desde lo cuantitativo, sino que mejora la relación tiempo/ costo de producción/ propiedades del componente constructivo.
 Foto: CRIATiC – FAU – UNT	 Foto: www.ecomaquinarias.com.br
Tecnologías para el desarrollo: Incorporación de conocimiento científico para aumentar los niveles de productividad Mejorar niveles de productividad → Competitividad → Incorporación al mercado formal de materiales	

- Fase 3: Producción del elemento constructivo

Como todo sistema de mampostería, el alzado de muro depende de una serie de operaciones reiteradas que en todos los casos deben garantizar las especificaciones técnicas concebidas en la fase 1 (etapa proyectual).

Para su análisis, resulta conveniente, diferenciar dos grandes grupos:

- Sistema de mampostería tradicional con mortero de intrajuntas
- Sistema de mampuestos sin mortero de intrajuntas.

La reducción de operaciones de aplomado, nivelado, llenado de juntas, etc, permite la reducción de tiempos de ejecución y consecuentemente al aumento de los niveles de productividad.

Un ejemplo de ello lo constituyen los muros de bloques articulados de suelo cemento desarrollados en el CRIAtiC que por su diseño de “encastre” permite su incorporación en seco garantizando la estabilidad y uniformidad del muro

El sistema tradicional de mampostería, por su característica heterogénea requiere tiempos de ejecución vinculados no solo a la capacitación de los operarios, sino también a los tiempos de fragüe del mortero, por lo que la simplificación en las operaciones de alzado del elemento constructivo aporta no solo la reducción de tiempos de ejecución, sino también a la mejor distribución de operaciones calificadas dentro de la obra (Alderete et al, 2006).

4.3.2. Muro monolítico de suelo cemento: tapial

El sistema monolítico de tapial estabilizado se diferencia de los sistemas tradicionales de mampostería por no requerir componentes básicos para su alzado. La técnica consiste en la incorporación de mezcla de tierra y cemento en moldes (tapialeras), la que mediante la compactación por apisonado manual o mecánico de sucesivas capas (tongadas), da cuerpo al elemento constructivo muro (Latina et al, 2006).



Figura 2 – Muro monolítico - tapial

- Fase 1: Proceso de concepción

En esta etapa el diseño del elemento constructivo requiere de especial cuidado en sus aspectos técnicos – estructurales, ya que:

- Al carecer de juntas (presentes en el sistema de mampostería) resulta necesario el estudio y diseño de las uniones verticales y horizontales de los módulos que dan los moldes del tapial, para garantizar la continuidad y uniformidad del elemento constructivo. (Latina et al, 2006)
- El grado de desarrollo y diseño de las tapialeras permiten la simplificación de las operaciones de montaje de las mismas y consecuentemente la reducción de los tiempos de ejecución del elemento constructivo.

- Requiere de herramientas de compactación, pudiendo ser estas manuales o neumáticas. El diseño de los cabezales y la determinación de fuerza de compactación regulan en gran medida la relación final calidad del elemento constructivo/tiempo de ejecución.
- Fase 2: Producción del elemento constructivo

Cuadro 3 - Síntesis

Muro de mampostería de bloques de suelo-cemento	Muro monolítico de suelo cemento: Tapial
Incorpora la instancia de fabricación de componentes	Prescinde de la instancia de fabricación de componente. Con la incorporación de tecnología y el diseño en herramientas de ejecución, es posible reducir los tiempos finales de producción del elemento constructivo
Requiere de espacio físico determinado para acopio de materia prima y producción de componentes	Requiere espacio físico solo para acopio de materia prima.
Permite regular y controlar las características del producto en todas las instancias de producción. Mejora los niveles de productividad a través de la relación "tiempo/calidad"	Reduce las instancias de control de calidad del producto. Requiere de control exhaustivo durante la ejecución del elemento constructivo.
El uso de bloques articulados simplifica el proceso constructivo reduciendo tiempos de ejecución. Introduce la variable de producción en paralelo componente/elemento, lo que acompañado de modificaciones tecnológicas en las herramientas de producción del componente, da flexibilidad al modelo productivo.	Plantea una sola variable de producción: la del elemento constructivo, por lo que las mejoras en los niveles de productividad dependen de las variables tecnológicas introducidas en esta instancia.
	
Foto: CRIATIC – FAU – UNT	Foto: CRIATIC – FAU – UNT

Para su análisis resulta importante considerar algunos aspectos críticos:

- El diseño y las características de la tapialera influyen de manera directa en los tiempos de ejecución del elemento constructivo y las características finales del mismo. Los niveles de productividad disminuyen con la altura del muro, ya que se dificultan las operaciones de movilidad, montaje y fijación del molde. Según el grado de complejidad, peso, sistema de rigidización, etc, requiere del uso de sistemas de elevación mecánicos, complemento de andamios y un mayor número de operarios.
- El uso de sistemas de apisonado neumático, no sólo reducen los tiempos de ejecución, sino que permiten regular con mayor precisión aspectos cualitativos del muro, mejorando la relación calidad/tiempo.

- Requiere una operación posterior a la ejecución del muro: el curado. La masa de suelo cemento requiere un control de la pérdida de agua por evaporación a fin de evitar patologías o la modificación de las propiedades físicas y mecánicas previstas en la fase 1.

4.4- La comercialización en el mercado formal

La incorporación de un producto al mercado formal, es tal vez uno de los desafíos más complejos que puede asumir, ya que se trata de satisfacer requerimientos cuantitativos técnicos, mecanismos de producción rentables, sistema de traslado y distribución eficiente, así como aspectos cualitativos que cubren las necesidades y expectativas de los consumidores, debiendo incorporarse planes estratégicos de negocio y marketing.

El pasaje a “producto comercial de tierra” implica abandonar el viejo paradigma de producción artesanal de la arquitectura de tierra, con visión vernácula y conservadora. Con ello surge la inmediata necesidad de contar con centros profesionales especializados que realicen tareas permanentes, entre ellas:

- Estudios comparativos de rendimiento con sistemas tradicionales
- Estudios de sistemas de producción, acopio, traslado e incorporación a obra
- Estudios comparativos de impacto ambiental y consumo energético
- Adecuación tecnológica
- Difusión y marketing
- Planes estratégicos de negocios

5 CONSIDERACIONES FINALES

La utilización de la tierra para la materialización de la arquitectura constituye una alternativa que reduce los impactos ambientales, permite el aprovechamiento de recursos locales y la localización de capitales a nivel micro-económicos.

Su desarrollo tecnológico permite considerarla como una alternativa de tecnología social, en vista que incentiva el desarrollo permanente de herramientas de producción, permite la especialización de la mano de obra, genera empleo genuino con distinto grado de capacitación y formación, actúa como motor productivo a escalas intermedias en el mercado formal y permite concebir a la obra arquitectónica, en todas las instancias, como objeto con valor de uso y de cambio adecuados al mercado.

La incorporación del estudio científico, conjuntamente con la praxis de obra, permite evaluar la totalidad del proceso y avanzar sobre nuevos modelos de producción y de gestión, de alternativas tecnológicas y de formación y capacitación de la mano de obra.

La incorporación de un laboratorio equipado, como parte activa en el desarrollo de la obra, aporta una efectiva herramienta para el control de calidad de productos y procedimientos, así como la planificación y regulación de los trabajos conexos.

La planificación de un proceso de capacitación teórica, acompañado paralelamente de la experiencia práctica en obra, permite establecer estrategias de formación específica de recursos humanos para alcanzar los parámetros de productividad deseados.

La evaluación de los procesos productivos, con la consecuente identificación de puntos críticos, representa un importante aporte para el desarrollo de nuevos modelos de producción, gestión y desarrollo tecnológico. El desarrollo y la incorporación de protocolos operacionales permitirían un monitoreo sistemático y aumento de productividad, estableciendo parámetros de producción independientes de factores locales y condiciones aisladas.

La producción con valor agregado de materiales y componentes de tierra constituyen:

- Una alternativa de tecnología social, en vista que incentiva el desarrollo permanente de herramientas de producción, permite la especialización de la mano de obra, genera empleo genuino con distinto grado de capacitación y formación
- Actúa como motor productivo a escalas intermedias en el mercado formal y permite concebir a la obra arquitectónica, en todas las instancias, como objeto con valor de uso y de cambio adecuados al mercado.
- La incorporación del estudio científico, conjuntamente con la praxis de obra, permite evaluar la totalidad del proceso y avanzar sobre nuevos modelos de producción y de gestión, de alternativas tecnológicas y de formación y capacitación de la mano de Obra

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Alderete, C.; Arias, L.; Mellace, R.; Latina, S.; Ferreyra, I.; Sosa, M. (2006). Mampostería con tierra estabilizada comprimida. V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (SIACOT) / Iº Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra. (SAACT). Mendoza, Argentina:INCIHUSA/CRICYT.

Latina, S. M.; Mellace, R. F.; Alderete, C. E.; Arias, L. E.; Ferreyra, I. C.; Sosa, M. E. (2006). Muros monolíticos de tierra estabilizada en la construcción del CRIATiC. V Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (SIACOT) / Iº Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra. (SAACT). Mendoza, Argentina:INCIHUSA/CRICYT

Panaia, M. (1998). Gestión del proyecto, gestión del proceso productivo y gestión de empresas en el sector de la construcción. *Revista Estudios del Trabajo*, Nº 15, ASET

Panaia, M (2006). Reestructuración productiva y organización del trabajo en ramas tradicionales: el caso de la construcción. *Revista Estudios del trabajo*, Nº4. Buenos Aires, Argentina.

AUTORA

Irene Cecilia Ferreyra, maestrando "Hábitat y vivienda" (FADU, UNMP), arquitecta (FAU, UNT 2002), docente e investigador de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Miembro Fundador del CRIATiC.



ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA EN BOLIVIA

Raúl A. Sandoval Tejada¹; Claudia G. Sandoval Calderón²

¹ Casa de Tierra Bolivia, LP, Bolivia, casadetierrabolivia@gmail.com

² Adobe Arquitectos; LP, Bolivia, arquitectosadobe@gmail.com

Palabras clave: adobe, sostenibilidad, estabilidad térmica, aceptación socio cultural

Resumen

Históricamente la cultura boliviana está ligada al uso de tierra como material de construcción, subsiste y tiene vigencia utilizando técnicas apropiadas al clima y forma de vida de cada lugar; en cuya expresión también se incorpora en cubiertas. La arquitectura contemporánea de tierra en Bolivia surge en los años noventa, mediante el Proyecto Piloto Experimental Lak'a Uta (Casa de Tierra en aymara) ejecutado en el Altiplano boliviano, como respuesta a la deficiente calidad de vivienda y ausencia de materiales de construcción. El objetivo fue lograr la aceptación socio-cultural de éste material, a través del desarrollo de conceptos y obras relacionadas a la arquitectura de tierra, revalorizando las formas históricas de construir y fortaleciendo alternativas locales para mejorar las condiciones de vida de los usuarios; de esta manera se consolida un concepto adecuado, ecológico y sostenible, mediante la discusión y reflexión a escala global de la transformación del hábitat construido. Su ejecución posibilita levantar una construcción usando casi exclusivamente materiales de tierra mediante técnicas sencillas y sin requerir grandes inversiones de dinero; así mismo, logra estabilidad térmica al interior, efectos naturales de aislamiento y baja transmisión de sonidos; es resistente al fuego y al viento. Su balance térmico cumple con rangos del confort ambiental, mejora las condiciones de vida y son sostenibles con relación al medio ambiente. Actualmente la tierra es valorada al ser saludable comparativamente con materiales convencionales, que requieren gran energía para su producción y transporte. Se registraron más de 15.000 m² de construcción contemporánea de tierra en distintas zonas geográficas de Bolivia; asimismo, están en proceso de elaboración especificaciones técnicas pertinentes, que contribuirán al financiamiento para su construcción y mejoramiento de calidad de vida de las familias que las habitan. La intervención y cooperación de las comunidades contribuirán a la consolidación de la tierra como material de construcción.

1 INTRODUCCIÓN

Diversos estudios muestran que casi un tercio de la humanidad vive actualmente en construcciones de tierra; Bolivia con su variado territorio, es escenario de un desarrollo histórico en sus viviendas y otras edificaciones como expresión vernácula, las mismas que tienen raíces ancestrales y adquirieron una fuerte tradición durante el desarrollo de las culturas prehispánicas junto a otros materiales naturales, como la piedra y madera.

La arquitectura de tierra contemporánea boliviana surge a finales del siglo XX a través del Proyecto Piloto Experimental Lak'a Uta y otras tendencias de desarrollo, siendo los principales involucrados autoconstructores, técnicos, profesionales, organizaciones no gubernamentales y otros; como resultado de este proceso, existen importantes avances en el campo de la vivienda, equipamiento e infraestructura.

Este desarrollo hizo emerger en Bolivia un material cuyo uso fue abandonado a lo largo del siglo pasado, aportando soluciones e iniciativas para generar una arquitectura sostenible; por lo tanto, la visión actual de la arquitectura de tierra contemporánea en Bolivia rescata la tierra como un material de construcción reconocido y validado por la historia, constituyéndose en un potencial presente y futuro del hábitat sostenible.

1.1 Problemática

En Bolivia, la principal dificultad del uso de la tierra como material de construcción está relacionada al descrédito sociocultural generado por la agresividad comercial de otros materiales en el mercado de la construcción, ocasionando un progresivo abandono de su estudio científico. Socioculturalmente, es común que se asocie lo contemporáneo y de calidad a productos de innovación tecnológica que cumplen las normas establecidas, ignorando la dimensión arquitectónica y de hábitat construido que tiene la arquitectura de tierra.

De acuerdo a la investigación realizada en el altiplano boliviano por el Proyecto AHSA (Asentamientos Humanos Sostenibles en el Altiplano), esta situación responde principalmente al desconocimiento de las propiedades de la tierra y de conceptos adecuados respecto a sostenibilidad y ecología, generando un proceso de deterioro cultural y tecnológico, donde su uso como material de construcción se vio restringido por la insuficiencia de conocimientos técnicos y normas. A pesar de todo, la tierra como material de construcción subsiste y se incorpora a la arquitectura contemporánea en Bolivia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Principal

Lograr la aceptación socio cultural del uso de la tierra como material de construcción contemporáneo, revalorizando las formas históricas de construir en Bolivia y promoviendo el desarrollo de conceptos sostenibles.

2.2 Objetivos específicos

- a) Fortalecer alternativas locales destinadas a mejorar las condiciones de vida de los usuarios para consolidar un concepto adecuado, ecológico y sostenible, mediante la discusión y reflexión de la transformación generada en el hábitat construido.
- b) Brindar una visión actual sobre la arquitectura y construcción con tierra en Bolivia, a través de la difusión integral y resultados arquitectónicos contemporáneos.
- c) Impulsar el desarrollo de especificaciones técnicas, estrategias y alternativas referidas a los procesos de diseño y construcción, por medio de la optimización de recursos naturales y energéticos de modo tal que su impacto ambiental sea mínimo.

3 USO DE LA TIERRA EN LA CONSTRUCCIÓN

La construcción con tierra es pertinente en la arquitectura contemporánea; en este contexto, es necesario tomar en cuenta que aproximadamente el 37,4 % de habitantes en Bolivia habitan en viviendas de tierra, de las que por lo general la autoconstrucción es el sistema más extendido y disperso en áreas rurales de Bolivia donde supera el 50% y a partir de las cuales, también surgen nuevas técnicas a base de tierra (Instituto Nacional de Estadística, 2015).

3.1 Propiedades de la tierra como material de construcción

La tierra utilizada como material de construcción es cada vez más competente por sus características ecológicas y sostenibles, comparativamente a los materiales industrializados, como el hormigón armado, ladrillo cerámico, componentes prefabricados y otros; ya que los procesos de producción de éstos últimos requieren gran energía para su producción. Por el contrario, las técnicas de construcción con tierra no generan un impacto ambiental considerable, al no incluir sustancias tóxicas en su producción y no requerir transporte.

La construcción con tierra en el siglo XXI en Bolivia se debe enfocar bajo criterios de sostenibilidad, al ofrecer una oportunidad de reducir el impacto ambiental. Dentro de sus

características más importantes se enumeran algunas de sus cualidades que potencian su valor:

- a) La fuente de abastecimiento del material es ilimitada
- b) Utiliza materiales locales, de bajo costo y ecológicos; obteniendo una obra energéticamente eficiente, tomando en cuenta las condiciones adversas del altiplano y zonas rurales del país.
- c) El procedimiento de ejecución es sencillo, no requiriendo cocción que genera alto consumo energético
- d) En el caso de uso de bloques estabilizados con cemento, la dosificación (5-10%) es baja para suponer riesgos en el entorno, que permite la regeneración de la masa vegetal
- e) Es reciclable y posible de reintegrar totalmente a la naturaleza
- f) No conlleva asociados problemas como la deforestación o la minería extractiva
- g) Es resistente al fuego y al viento
- h) Mantienen una temperatura constante durante día y noche; en el que su balance térmico está dentro los márgenes del confort ambiental, tanto en temperatura ambiente (17°C a 25°C), humedad relativa (30% a 70%) y movimiento del aire (0,10 m/seg a 0,25 m/seg) (Paz, 1999)
- i) Es adecuada en climas áridos con extremas variaciones de temperatura entre día y noche
- j) Es un material por naturaleza transpirable, que permiten muros de tierra con regulación natural de la humedad al interior de la construcción, evitando condensaciones

El uso de la tierra como material de construcción tiene la principal ventaja de ser sostenible, disponible en todo el mundo, generando un gran volumen de empleo; asimismo, provee aislamiento y equilibrio en la humedad del ambiente. Por lo mencionado, mejora las condiciones de vida de las familias que las habitan.

3.2 Sistemas constructivos

Actualmente, existen técnicas constructivas referidas a materiales y componentes, donde la tierra cruda tuvo innovaciones en el material y su tecnología, que modificaron sus propiedades y posibilidades que mejoran los aspectos de durabilidad, resistencia, terminaciones y modos productivos. De esta manera, posibilita una imagen final presentando una identificación local, expresada en muros de adobe, bloques de suelo-cemento vistos, cubiertas de tierra y/o paja.

De las diversas posibilidades de construcción contemporánea con tierra en Bolivia, se identifican tres procedimientos como los más representativos: el adobe, la tierra apisonada (tapial) y los bloques estabilizados de suelo cemento; a partir de los cuales se espera la generación de nuevas técnicas constructivas.

a) Adobe

Es el elemento principal de la construcción, elaborado con una masa de barro mezclada con paja y secada al sol, contiene un alto contenido de arena en su dosificación; esta destinado a la ejecución de muros portantes y cubiertas autosustentadas, unidos con mortero de barro de la misma mezcla utilizada en su elaboración. Sus dimensiones guardan relación con las medidas de los elementos constructivos a los que están destinados (muros, tabiques, arcos, bóvedas, cúpulas, etc.). Tradicionalmente en Bolivia, las dimensiones establecidas por práctica constructiva son adobes para muros: 40 cm × 20 cm × 10 cm y adobitos para cubiertas 25 cm × 15 cm × 6 cm.

Sin embargo, las medidas del material se acomodan a dimensiones locales; asimismo, se trabajan con alternativas, que responden a criterios de coordinación modular.

Haciendo énfasis en la arquitectura contemporánea boliviana, se elaboraron adobes con un molde especial desarrollado en el FEB¹; con dimensiones de 30 cm x 14 cm x 8 cm, caracterizadas por sus aristas interiores curvadas para obtener un buen efecto acústico al interior del espacio mejorando la distribución del sonido.

b) Tapial

Muros de tierra extraída del mismo sitio de la construcción, con cierta cantidad de cantos rodados y no contiene paja; es elaborado con poca humedad y es comprimido mediante un apisonador en el interior de un encofrado, generalmente de 150 cm x 90 cm de largo y 60 cm de alto. El contenido de arena recomendada debe ser entre 60% a 80 %.

El proceso de ejecución comprende: montaje del encofrado, relleno del material, compactación y desencofrado.

c) Bloques estabilizados de suelo-cemento

Cumplen las mismas funciones que los adobes en muros y cubiertas; para su elaboración se utilizan prensas manuales empleando presiones de compactación entre 2 MPa a 10 MPa.

Son producidos comúnmente con la máquina Cinva-Ram, en la que se aplica presión a la tierra mezclada con un bajo porcentaje de cemento y levemente húmeda, situación que modifica sus propiedades, produciendo reacciones que ligan y aglutinan los granos rellenando los intersticios y disminuyendo la porosidad; produciendo piezas de 29 cm x 14 cm x 9 cm, que se las une con mortero del mismo material.

4 CONSTRUCCIÓN CONTEMPORANEA

En Bolivia, a partir de la década de 1990, existen variados ejemplos que desarrollan la arquitectura con materiales de tierra, entre los que el concepto Lak'a Uta se constituye en el pionero y como la acción e iniciativa más importante; también es significativa la decisión privada profesional, como respuesta a genuinas preocupaciones por una arquitectura sostenible y a las reconocidas ventajas de la construcción con tierra, que brindan mejores condiciones de vida.

La construcción con tierra ha resurgido en Bolivia, donde su actual tecnología se basa en el intercambio de información y conocimiento entre los maestros constructores tradicionales y los métodos de construcción contemporáneos, en la que los arquitectos han contribuido incorporando técnicas en la mejora y optimización de los sistemas constructivos preexistentes y la durabilidad de las construcciones. Es importante destacar que inversores empiezan a convencerse de los beneficios de la arquitectura en tierra en términos de ahorro energético, reducción de costos y daño ambiental de manera significativa, sustituyendo materiales industriales por otros naturales.

Los proyectos contemporáneos han modernizado las técnicas tradicionales de construcción con tierra para adaptarlas a las necesidades del diseño y construcción; siendo reconocidas por su calidad. En Bolivia, aún no se contempla la industrialización de los materiales de tierra que mejoran las características del material; sin embargo, se garantizan calidades óptimas para su empleo con visiones contemporáneas.

La construcción con tierra en Bolivia, en el siglo XXI se apoya en los criterios de sostenibilidad, ofreciendo una gran oportunidad de reducir el impacto ambiental de las edificaciones, donde el altiplano boliviano se constituye en el área geográfica concreta y su uso está claramente en expansión.

Como resultado en Bolivia, la arquitectura de tierra contemporánea tiene registrados aproximadamente 15 mil metros cuadrados de construcción en tierra; de las cuales se presentan las siguientes como las más representativas:

¹ Instituto de Investigación de Construcciones Experimentales de la Universidad de Kassel, Alemania.

4.1 Concepto Lak'a Uta

Ejecutado con la cooperación de Danida, entre 1990 y 2005, a través del Servicio Danés Internacional de Asentamientos Humanos-DIB conjuntamente a la contraparte boliviana Servicio de Asentamientos Humanos en Bolivia-SAHB; este concepto se constituye como el precursor en revalorizar la tierra como material de construcción mediante diferentes tipologías y técnicas sencillas de construir que hacen posible levantar un hecho arquitectónico utilizando exclusivamente materiales de tierra, combinando el uso la tierra cruda con materiales naturales locales e incorporando también bloques estabilizados de suelo cemento (Servicio danés, 2001). El concepto es considerado pionero del desarrollo sostenible y fue nominado y registrado como un proyecto oficial de la Exposición Mundial Hannover 2000, cuyo tema fue el desarrollo sostenible, juntamente a otros 486 proyectos del mundo.

4.2 Construcciones sismo resistentes de tierra

Como una respuesta al terremoto de 6,8 grados en la escala de Richter sucedido en Aiquile – Cochabamba, Bolivia en Mayo de 1998, DIB Bolivia y SAHB, a través del Proyecto AHSA, se ejecutó un proyecto en Aiquile con el objetivo de asegurar a los habitantes la protección de morir o ser heridos en un sismo, mediante la adecuación de su forma tradicional de construir y la idea básica del arquitecto australiano Syed Sibstain (1982), quién en 1980 ejecutó un proyecto en Afganistán, financiado por la organización danesa Dan Church Aid; sobre ese concepto, se encontraron en Bolivia, similares sistemas constructivos, por ejemplo en Laguna Carmen en el departamento de Cochabamba .

El principio del diseño, fue construir paredes curvas, que aseguren que en caso de sismo, los muros se desplomen hacia afuera; éstos son ejecutados en hiladas inversas a 45° con el fin de absorber las presiones laterales. Complementariamente se ejecuta un sistema estructural metálico que sustenta la cubierta, la que es recubierta con caña hueca bajo la inspiración de las construcciones tradicionales de los valles bolivianos.



Figura 1. Viviendas sismoresistentes, Aiquile, Bolivia (Crédito: Proyecto AHSA, 1998)

4.3 Equipamientos, servicios

Se presenta un impacto importante de infraestructura, en especial de hoteles y equipamientos, localizados en áreas protegidas y turísticas; asimismo, de viviendas urbanas y rurales, infraestructura educativa, oficinas, salas de uso comunitario y centros culturales entre otros; en los cuales participan instituciones comunitarias, ONGs, municipios rurales e inversores privados.

a) La Universidad Indígena de la Chiquitanía

Se encuentra ubicada en el departamento de Santa Cruz, ejecutado entre los años 2001 y 2003, formando parte del programa Educación para el Desarrollo-Bolivia, coordinado desde las asignaturas “Vivienda y Cooperación” y “Tecnologías de bajo costo para la Cooperación” de la Escola Técnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB); el programa impulsó la mejora de las técnicas de construcción locales (Brestaten, Hormias, 2012).

La transferencia de tecnología se logró con la participación directa de la población local en su ejecución. Este proyecto supone una actualización de las técnicas de la arquitectura tradicional del oriente boliviano basado en los materiales locales: el adobe y la madera; rescatando las bondades de la construcción con tierra, constituyéndose en un referente de la identidad regional.

Una vez finalizada su construcción se realizaron mediciones comparativas del confort térmico y lumínico dentro de las aulas de la Universidad y de una escuela convencional para evaluar las mejoras alcanzadas; los resultados muestran que el uso del adobe reduce el salto térmico en comparación con un aula de un edificio convencional de ladrillo en la misma orientación óptima norte-sur; el seguimiento constató el comportamiento general de ambas tecnologías.

b) La Cúpula de Adobe

Es un trabajo intercultural del Goethe Institut Inter Naciones y las tradiciones de construcción andinas. De este modo nació el proyecto de la "Cúpula de Adobe", la construcción más grande de adobe de este tipo en América Latina y en ésta se desarrollan actividades culturales, dando espacio a jóvenes artistas bolivianos.

El objetivo primordial del proyecto fue entrelazar la tradición milenaria boliviana en la construcción con adobe mediante la aplicación de una nueva técnica (Minke, 1994; 2005a; 2005b) que es amplia y variada en relación a la tradición en la construcción con adobe.

El proyecto consiste en una cúpula de adobe de 8,80 metros de diámetro, 5,65 metros de altura; el concepto de construcción consiste en la optimización de la estática de la cúpula mediante una forma obtenida con una guía rotatoria desarrollada en el Instituto de Investigación de Construcciones Experimentales de Alemania. Esta optimización permite lograr luces mayores que las alcanzadas con técnicas tradicionales.

El proyecto AHSA apoyó activamente el proyecto como representante de la tradición andina de la construcción en adobe al brindar mano de obra calificada, obteniéndose así un estándar de mayor calidad técnica.

Este proyecto es un buen ejemplo del uso de la tierra en la construcción de edificaciones públicas y demuestra que la tierra utilizada apropiadamente es un material duradero, económico y con grandes posibilidades contemporáneas.



Figura 2. Cúpula de adobe, La Paz, Bolivia (Crédito: Goethe Institut, 2005)

c) Hoteles y reservas turísticas

En Bolivia existen diversidad de infraestructura turística utilizando materiales de tierra, entre los más representativos se mencionan los siguientes:

- Ecolodge del Lago – Copacabana, La Paz

Cabañas ecológicas turísticas construidas en adobe, en medio de un amplio predio de vegetación típica emplazado en la playa del lago Titicaca, Copacabana, departamento La Paz.

- Hotel Allkamari

Allkamari boutique Eco-Resort & Spa constituye un proyecto turístico ubicado en las cercanías de la ciudad de La Paz, como parte de Bolivia mística. Toda la infraestructura está ejecutada en adobe, con revestimiento de paja en la cubierta, logrando armonía en su emplazamiento cobijado por cerros.



Figura 3. Hotel Allkamari, Palca-La Paz, Bolivia (Crédito:La Razón Edición impresa,2012)

- Club hípico Mallasa – 1997, La Paz

Ejecutada con la técnica Lak'a Uta, que utiliza bóvedas catenarias de adobitos sobre muros de tapial y cubiertas revestidas con paja; complementada con putucus en cúpulas íntegramente de adobe. Es importante destacar que en 5 meses se construyó 1.200 m², incluyendo la elaboración de adobes y adobitos.



Figura 4. Club hípico Mallasa, Huayhuasi, Bolivia (Crédito:Gustavo Medeiros Anaya,1997)

- Taller de Pintura, Enrique Arnal – 1999, La Paz

Obra que propone, siguiendo el concepto de Gustavo Medeiros (2001), en el que afirma conciliar la sensibilidad del cliente con el interés de construir con el concepto Lak'a Uta en

lugares residenciales de alto nivel económico, asimismo, logra la total mimetización de la forma en el paisaje; elevada calidad de elaboración y cálida espacialidad, son los valores agregados.



Figura 5. Taller Arnal, La Paz, Bolivia (Crédito:Gustavo Medeiros Anaya,1999)

4.4 Viviendas

Existen una variedad de viviendas contemporáneas de tierra ejecutadas mediante emprendimientos privados, siendo la pionera la vivienda El Pedregal construida el año 1998 en la ciudad de La Paz, la misma fue presentada en el libro “Manual de Construcción en Tierra”.

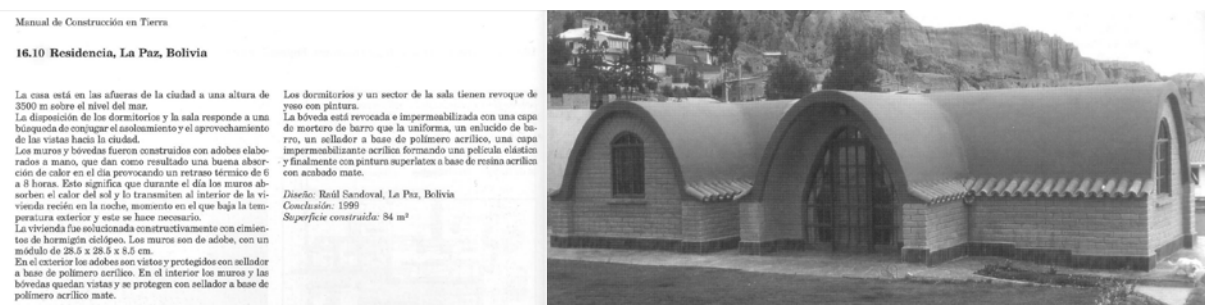


Figura 6. Residencia El Pedregal, La Paz, Bolivia (Crédito:Alexander Fisher,1999)

Cabe destacar las numerosas viviendas y diferentes tipos de infraestructuras construidas en el área rural, en especial en el altiplano boliviano, situado a más de 4.000 metros sobre el nivel del mar.

4.5 Publicaciones

Dentro de diversas publicaciones por diferentes medios referidas a la arquitectura contemporánea de tierra en Bolivia, la figura 7 presenta la publicada por el periódico de circulación nacional “Pagina Siete” el 30 de marzo de 2014.



Figura 7. Divulgación de la arquitectura de tierra por imprenta (Arquitectura y Construcción, 2014)

5 CONCLUSIONES

Actualmente en Bolivia, aún no se manifiesta un decidido desarrollo y vinculación en el campo de la vivienda y el hábitat, expresado principalmente en la inexistencia de planes y programas oficiales que propongan la tierra, en sus diversas técnicas, como material de construcción. Se espera un cambio importante en los sistemas de conocimiento y en las modalidades de la arquitectura de tierra, que acercan sus propiedades y tecnología al hábitat y la vivienda contemporánea.

El futuro de la arquitectura con tierra en Bolivia requiere el establecimiento de reglamentación técnica y normas de calidad; no sólo de materiales, sino también del proceso de ejecución, que permitirán financiamiento para su construcción, difusión en los currículos de docencia universitaria y en la práctica constructiva habitual; contribuyendo de esta manera al mejoramiento de la calidad de vida de las familias que las habitan.

La educación y capacitación de profesionales, técnicos y albañiles en el diseño y construcción con tierra, permitirá superar el proceso de deterioro tecnológico que aún sufre este material en Bolivia; donde la participación e intervención de las comunidades, permitirá acelerar su proceso de revalorización y consolidación de la tierra como material de construcción.

Los ejemplos citados, ampliamente reconocidos y premiados, manifiestan la viabilidad técnica, estética y económica de la tierra como material contemporáneo de construcción (Servicio danés, 2005).

La tierra como material de construcción está claramente en expansión entre los países desarrollados; este hecho constituye un incentivo en Bolivia para lograr la recuperación de su identidad constructiva; por ello, es necesario divulgar ampliamente los conocimientos sobre técnicas sostenibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bestraten, S; Hormias, E. (2012). Equipamientos sostenibles en la cooperación al desarrollo: la Universidad de la Chiquitanía en Bolivia. Congreso Internacional de Estudios del Desarrollo. Actas... <<http://congresoreedes.unican.es/actas/PDFs/72.pdf>>. Acceso en 20/06/2016.

Instituto Nacional de Estadísticas (2015). Censo de población y vivienda 2012. Características de la vivienda. Disponible en <http://www.ine.gob.bo/pdf/CENSO_VIVIENDA.pdf>. Acceso en 07/09/2016.

Medeiros, G. (2001) Revista dimensiones N°1, Arquitectura y ciudad: recopilación de publicaciones, conferencias, proyectos y obras, Sucre, Bolivia: Universidad Andina Simón Bolívar; Revista dimensiones n°1 – Colegio de Arquitectos de Cochabamba.

Minke, G. (1994) Lehnbau – handbuch, Der Baustoff Lehm und seine Anwendung. Okobuch verlag, Staufen bei Freiburg, Alemania.

Minke, G. (2005a) Manual de construcción en tierra. Alemania: Friedemann Mahlke, Kassel: Editorial Fin de Siglo.

Minke, G. (2005b). Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. Forschungslabor fur Experimentelles Bauen. Alemania: Universidad de Kassel.

Paz, E. (1999). Control térmico de viviendas del proyecto piloto experimental Lak'a Uta. Proyecto AHSA. Lahuachaca, provincia Aroma, La Paz, Bolivia.

Servicio danés de asentamientos humanos (2001). Documento del Proyecto AHSA. La Paz, Bolivia.

Servicio danés de asentamientos humanos (2005). Evaluación de impacto, 12 años en el altiplano ¿Cuáles son los beneficios? Dinamarca: Klosterport 4 C, 4. Sal,

Sibtain, S. (1982). To build a village-earthquake-resistant rural architecture – a technical handbook. Australia: Macarthur Press (Books) Pty Ltd, Parramatta, N.S.W.

AUTORES

Raúl Adolfo Sandoval Tejada, arquitecto; miembro de la Red Iberoamericana de Arquitectura y Construcción con Tierra-PROTERRA, director de Casa de Tierra Bolivia, director del Proyecto de Asentamientos Humanos en Bolivia (DANIDA), representante en Bolivia del Servicio Danés Internacional de Asentamientos Humanos (DIB), contraparte técnica boliviana del Proyecto Piloto Experimental Lak'a Uta (CEPRODES-DIB), director de la Red de Asentamientos Humanos en Bolivia (RAHS).

Claudia Gabriela Sandoval Calderón, arquitecto; investigador de arquitectura en tierra de la Red de Asentamientos Humanos en Bolivia (RAHS), coordinador de investigación Adobe Arquitectos Bolivia.



EL USO DEL TAPIAL EN LA CORDILLERA ORIENTAL SALTEÑA, COMUNIDAD DE NAZARENO

Natalia Soledad Veliz

Centro Universitario Tilcara, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, natyveliz_10@hotmail.com

Palabras clave: Puna Salteña, tapial, arquitectura doméstica, arquitectura pública

Resumen

En el norte de Argentina, existen diversas tecnologías basadas en el uso de la tierra. En este artículo se desarrollara la técnica del tapial, en la producción de arquitectura pública y doméstica, y como práctica heredada de generación en generación, a partir de un estudio realizado en Nazareno (provincia de Salta, Argentina) Se van a considerar cuáles son sus características, sus ventajas y limitaciones, y también indagar en los factores ambientales, sociales y materiales que hacen propicio su desarrollo y uso en esta región. Este trabajo se desarrolla desde el año 2012, con una mirada local, tratando de indagar en los relatos de los pobladores-construtores, a los que se toma como fuente principal de datos, para no perder de vista los puntos particulares que tiene esta técnica en este lugar. Y posteriormente la sistematización a través del relevamiento del estado actual de los edificios, entrevistas semiestructuradas y búsqueda fotográfica. Con este aporte se quiere generar una mirada positiva sobre esta práctica, en la actualidad poco empleada, y promover sus ventajas ambientales y estructurales, además de que hay que rescatar que es una técnica que le confiere identidad a esta comunidad por el uso que históricamente le ha dado y que como respuesta constructiva eficaz ha tenido.

1 INTRODUCCIÓN

En las culturas constructivas en el norte argentino, abundan los ejemplos de obras realizadas con tierra en sus diferentes técnicas y usos. Existe muchos trabajos con diferentes enfoques, en este marco, Rotondaro (2012) indaga sobre las características constructivas autóctonas y alternativas en el NOA¹; Sosa (2014) aporta con diversos estudios sobre las tecnologías como expresión del patrimonio, mientras que Tomasi y Rivet (2011) abordan esta temática en la Puna Jujeña con una perspectiva social y cultural.

En este artículo se expone el caso de la Comunidad de Nazareno, ubicado en los valles medios entre la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas, al noreste de la Provincia de Salta, un municipio que cuenta con 21 localidades, y la población se reconocen como comunidad colla. Estas localidades tienen una actividad agro-pastoril, lo que hace que exista una comunicación y movimiento continuo entre las mismas.

Se observa cómo este lugar ha dado respuesta de forma apropiada al uso de diferentes técnicas como ser: adobe, pirca y tapial, tanto para su uso en la construcción de edificios públicos, como domésticos.

El objetivo de este trabajo es hacer un análisis de la técnica del tapial, y cómo el lugar geográfico es un factor importante para el desarrollo de la misma, para observar, cómo se emplea esta técnica en edificios públicos y el desarrollo de las casas. Para esto en primer lugar se va a describir el contexto donde se asientan las comunidades, considerando sus aspectos ambientales, sociales y productivos. Luego se analizará específicamente la técnica del tapial observando cómo se obtienen los materiales para su elaboración, cómo es el proceso constructivo, qué significado tiene para las comunidades y qué rol juega la

¹ El noroeste argentino (NOA) región histórico-geográfica de la República Argentina, estando integrada por las provincias de: Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, y Santiago del Estero.

ubicación de los poblados. Finalmente, se considerarán dos ejemplos, uno de arquitectura pública como la Iglesia de Nazareno, y otro de carácter doméstico.

Si bien existen trabajos publicados sobre la arquitectura de tierra en el área puneña, no son habituales las referencias al uso del tapial. Esta técnica tiene una notable presencia en este Municipio, o al menos la ha tenido históricamente. Las características de dónde y cómo se asentaron estos poblados, es de suma importancia, puesto a que el uso de esta técnica responde mucho a estos factores.

2 APROXIMACION AL ÁREA DE NAZARENO

El Municipio de Nazareno está conformado por el pueblo cabecera del mismo nombre homónimo y 21 localidades, nucleadas por la Organización de Comunidades Aborígenes de Nazareno (OCAN). Está ubicado en lo que Reboratti (2009 [1999]) denomina Alta Cuenta del Río Bermejo (ACRB), esta es una denominación hidrográfica, puesto que abarca la región que cubren los afluentes del Río Bermejo dentro del área comprendido en el territorio Argentino. Abarca los departamentos salteños de Santa Victoria Oeste e Iruya y una porción del oeste de Orán.

Es un ambiente montañoso subtropical, ubicado entre el altiplano de la Puna y la llanura chaqueña, lo que le confiere la particularidad de conformarse un lugar, donde se puede encontrar varios pisos ecológicos. La región está dominada por cordones montañosos orientados de Norte a Sur, que va descendiendo en altura conforme avanza hacia el este. Estos cordones montañosos de importancia, son la Cordillera Oriental y las Sierras Subandinas, en medio de estos cordones se forman pendientes abruptas y valles profundos.

En estos valles corren ríos que desarrollan terrazas aluviales, donde se presentan mejores condiciones de relieve y suelo, creando un micro clima, donde se van asentar los poblados denominados “Pueblos del bajo o del valle” entre ellos Nazareno, San Marcos, Campo de la Cruz, Río Blanco, Campo Grande, El Molino, Los Alamos Cuesta Azul, El Milagro, Laguna y Poscaya; y los demás se encuentran asentados en plena montaña superando los 4.000 msnm, llamados “Pueblos de altura o de montaña”, es el caso de Tuc Tuc, San Francisco, Mono Abra, San Marcos de Trigo Huaico, Campo la Paz, Santa Cruz del Aguilar, Campo Grande de Bacoya, Bacoya, Campo Tuc Tuc, San Francisco, San Isidro de Bacoya, Pabellón, Mono Abra, Paltorco y San José del Aguilar (Figura 1).

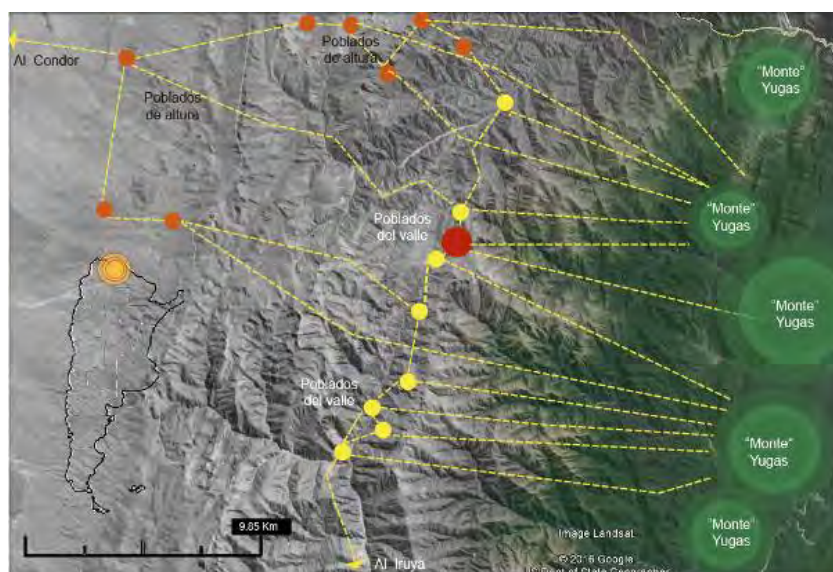


Figura 1. Mapa de poblaciones y movimiento en el territorio (adaptado de Google Earth)

En términos ambientales, no existen datos climáticos estadísticos dentro del área de estudio, por lo cual estos son estimativos. El régimen climático corresponde a semiárido de alta montaña, con una temperatura media anual de unos 14°C. Las amplitudes térmicas diarias pueden llegar hasta los 20°C (Bianchi; Yañez, 1981). Los períodos de ocurrencia de

heladas se registran en la zona de abril hasta octubre. Existe una importante variación micro climática en relación con la topografía, concentrando una mayor humedad en quebradas y fondo de valle. La Comisión Regional del Río Bermejo (COREBE) estima una precipitación para Nazareno de 700 mm anuales, en contraposición con los 300 mm a 400 mm anuales que se registra a nivel regional. Las corrientes húmedas que se introducen por el sudeste a través de la Quebrada de Iruya quedan encerradas entre las serranías de Fundición que alcanza los 5.000 msnm, hacia el oeste y las serranías del Cerro Blanco, Abra San José, Cruz Abra, Laguna Abra, hacia el este (4.400 msnm). La quebrada de Nazareno y las cumbres montañosas en general están sometidas constantemente a vientos moderados y fuertes, especialmente en horas de la tarde y durante los meses de julio y agosto.

Por estas características, el Municipio de Nazareno tiene sus poblaciones divididas según el tipo de producción: “localidades de montaña”, con un clima riguroso y frío donde se produce tubérculos, como papa andina (más de 30 variedades), oca, yacones, etc. y los “poblados del bajo” o de zonas cercanas a los ríos que presentan un clima más cálido donde se produce hortalizas, frutas, maíz, legumbres, entre otros. Como en los tiempos pasados, aún se sigue practicando el intercambio de productos o *trueque*. Los pueblos coinciden en el bajo, trayendo consigo sus productos e intercambian por aquellos que necesitan y/o no pueden producir. Estos mismo pueblos van hacen un traslado a las zonas del Parque Nacional de Baritu, denominados por los pobladores como “el monte”.

Estas características, climáticas, hidrográficas, altitudinales, vegetativas y de estructuras geológicas crean diversos pisos ecológicos, que van a marcar mucha de las actividades que desarrollan estas comunidades y que posibilitan el desarrollo de la técnica del tapial en la región.

3 LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN LA REGIÓN

Tal como se observa, la vida de una buena parte de los nazarereños transcurre en una multiplicidad de espacios, vinculados a través de los desplazamientos estacionales que las familias realizan con los rebaños, por intercambios de productos y otras actividades que tiene como comunidad, como las fiestas patronales.

Con una geografía repleta de pendientes pronunciadas, los caseríos se asientan allí mismo, en la ladera de las montañas, los espacios de cultivo, dependiendo de la disponibilidad de terreno, muchas veces se incorporan a la casa y son los que conforman la trama de estos poblados. Hay que aclarar que muchos de los residentes de los poblados menores, además de tener una casa en el pueblo, poseen los *puestos*², las pequeñas construcciones temporarias ubicadas en las partes altas de la montaña, en relación con el pastoreo de las haciendas de ganado ovino (ovejas o chivos) y vacuno. Estas haciendas residen en el *monte*, en el Parque Nacional Baritú, y determinados momentos del año son trasladadas a estos *puestos* en búsqueda de pasturas para los animales.

La conformación de las casas tanto de los poblados principales como de los caseríos es similar. Tiene una organización dispersa alrededor de un patio central, espacio que es usado para distintas actividades: trabajo, recreación, lugar de descanso y de encuentro. De trabajo porque es allí donde se colocaba el telar para la producción de distintos tejidos, donde se ubican las *cestas*³ que luego se usarán para guardar los granos de maíz de la cosecha o para el secado del *mote*⁴. Es un espacio en donde los niños juegan, donde se arma el *jollito*⁵. Además, algunas casas cuentan con asientos fijos realizados con piedra y barro,

² *Puestos*: Refugio que tienen los pastores, cuando se trasladan a pastar el ganado.

³ Las *cestas* son cilindro con una altura de 1,70 m, realizado con un entramado de chilca atado con tiento de cuero de vaca, empleado como recipiente para depositar las mazorcas de maíz para su posterior secado al sol.

⁴ Se conoce como *mote* al maíz desgranado y cocido, sea tierno o maduro, con cáscara o pelado, que se emplea como alimento en la región andina.

⁵ El *jollito* es un pozo que se cava en el patio con una profundidad de 0,40 m forrado con cuero o con una manta, donde se pone al niño parado con el objetivo de fortalecer los músculos para que emprenda a caminar.

bien prolijos para recibir a las visitas o para descansar. Es el sitio donde tienen lugar los festejos de la familia y la comunidad, como el carnaval. Todo esto dentro del patio. Se puede inferir que el patio es el elemento articulador de la casa, para entrar o salir de ella hay que pasar por este patio.

El uso de la tierra abarca la totalidad del proceso de construcción de una casa, los potreros, las delimitaciones y los edificios públicos, desde los cimientos hasta las cubiertas, incluyendo tanto el trabajo con muros de piedra asentada en barro, el uso del adobe y el tapial y los techos terminados con torteados o en paja embebida en barro y ahora en la actualidad con ladrillos y bloques de cemento.

En este trabajo se desarrollara la técnica del tapial y su aplicación en construcciones domésticas y edificios públicos.

4 EL TAPIAL EN LA CORDILLERA ORIENTAL

El tapial es una técnica que ha sido usada históricamente en el mundo entero y Argentina no es la excepción; se caracteriza principalmente como elemento estructural moldeado in situ con elevada resistencia a la compresión y baja resistencia a la tracción. Tal como plantearon Bestraten, Hormías y Altemir (2011, p. 6): “La técnica del tapial se define como tierra amasada y apisonada en un encofrado para formar muros monolíticos”.

La tapia es un sistema utilizado para la ejecución de fundaciones y paredes. En este sistema, el suelo es debidamente preparado y compactado. Muchas veces, se añade alguna especie de aglomerante en la preparación de la tierra para mejorar aún más los parámetros de su estructura. El proceso de producción del muro, en pocas palabras, consiste en pulverizar el suelo, secar, tamizar, añadir aglomerante, según sea necesario, añadir agua hasta el contenido óptimo de humedad, colocarlo dentro de un molde, conocido con el nombre de tapial, y, finalmente, compactar hasta obtener la densidad máxima, mediante el uso de pisones manuales o mecánicos (Hoffmann, Minto, Heise, 2011, p. 47)

Los muros contruidos con esta técnica tiene un espesor importante, por lo general están por arriba de los 40 cm como mínimo, esta es una razón por la cual su empleo no es tan demandado, ya que requiere de mucha superficie en planta. Lo que no quiere decir que no se hayan realizado todo tipo de construcciones, en el noroeste argentino, tanto construcciones domésticas, iglesias, museos conventos, casonas y equipamiento doméstico (Rotondaro, 2004).

El procedimiento por lo general para la construcción del tapial consiste en ubicar la tapialera, y va llenando de tierra húmeda, en tongadas de 10 cm aproximadamente y se va presionando con golpes de pisones de madera, mecánicos o eléctricos; con estos últimos se logra, según afirman Font y Hidalgo (2011, p.29), “menor esfuerzo, un aumento notable de los rendimientos, al tiempo que un mayor grado de compactación, con las consecuentes mejoras de las prestaciones mecánicas y de respuesta a la erosión hídrica”. Al notar un cambio de ruido seco y que el pisón no deja marca, se continúa con la sección siguiente. Así se va trabajando en todo el perímetro hasta completarlo. Luego se agrega otra capa de tierra y se continúa con el apisonado, siempre siguiendo el mismo sentido a lo largo del encofrado.

El muro se construye repitiendo la modulación en horizontal y en vertical, las hiladas de las tapias varían entre los 50 cm a 70 cm de altura, el material que rellena el interior de los tapias es una masa de tierra cruda mezclada habitualmente con grava o arena. “En este caso el elemento que aglutina y aporta resistencia al muro es la arcilla, aunque en ocasiones pueden añadirse pequeñas cantidades de cal para estabilizar la masa” (Mileto, 2011, p.83). Para protegerlos mejor de la intemperie se dice que estas construcciones y todas las construcciones de tierra deben tener unas buenas botas de lluvia y un buen sombrero.

La tapia particularmente en el área de estudio, está vinculada gran parte a la movilidad territorial que estas comunidades tienen. Se puede decir que la trashumancia posibilita el desarrollo y aplicación de esta técnica en los diferentes pisos ecológicos,

Se iban a hacer madera ya sin lluvia, se iban varios días, se iban a elegir cual monte, y volvían como en una semana, 15 días, se dejaban estacionar y después en septiembre antes de las lluvias sacaban las maderas en los animales.⁶

Ejemplo de ello es la obtención de la madera que se necesita para armar el encofrado del tapial, denominado tapialera, que se transporta desde las Yungas, área que las comunidades denominan el monte. De este sector extraían los palos, no solo para el armado de este encofrado, sino también maderas para diferentes usos: moldes para adobes, para armar la estructura de la cubierta, para la fabricación de carpinterías, algunos muebles, utensilios y para leña, usada como combustible para cocinar. Cabe mencionar que del lugar donde se extraía madera, también se encuentra la producción ganadera de los pobladores, posibilitando un movimiento permanente a este sector.

Este traslado se hace a pie, cubriendo distancias de 40 km a 60 km, dependiendo del poblado y del sector del monte donde se quiere ir. El transporte era y lo es aún a lomo de algún animal de carga, caballo, mula o burro, o al hombro. Los pobladores cuentan que se trasladaban al monte a cortar los tirantes, para las cubiertas, a armar las carpinterías a medida y cantidad que se necesitara; y luego se saca a un espacio más despejado para que se seque la madera al sol por un par de semanas o meses, ya que por lo general esto se hacía durante el invierno, y antes de las lluvias se las transportaba al poblado respectivamente.

Se ve claramente la dificultad para poder realizar esta técnica, por la falta de materiales en ese sector, trabajo realizado por Sosa (2014, p 195-196) afirma

El sistema de muros monolítico -tapial- tuvo escaso uso en la construcción de edificios, se lo utilizó en la construcción de cercas perimetrales y corrales. La ausencia o escasa presencia de árboles dificultó e imposibilitó seguramente la fabricación de los moldes para encofrados

En este ejemplo particular, las características de movilidad que tiene la población dio solución a esta situación.

Esta técnica heredada, trajo consigo algunas particularidades y modos:

hay que cavar la tierra para que humedezca, no tiene que ser barro, se desarmen los cascotes, eso también se hace con paja, pueden ir piedras, piedras grandes, piedras chiquitas. Y se pone en la tapialera, una tapialera de cuarenta por un metro y medio por dos metros, depende. Se arma el cimiento y después se arma el tapial. Se va mucha tierra en el tapial y se demora más. Hay que pisar bien, así no se desarma⁷

La tapialera consta de dos tablas paralelas 0,60 m x 1,80 m aproximadamente y una tapa lateral de 0,40 m x 0,60 m. Como se narró en un principio, estas maderas fueron traídas desde *el monte*, y las maderas más usadas son el quebracho, el algarrobo, entre otros. Estas tablas se sostienen con una *coyonda*⁸ conformando un cajón, donde se vierte tierra humedecida con paja o sin ella. La tierra se vuelca en tongadas de 10 o 15 cm. y se compacta con un pisón de madera; muchas veces entre hilada e hilada se coloca piedras de 10 cm, 15 cm, hasta 20 cm, mejorando la resistencia del muro, lo que le confiere una estética singular. Se va compactando hasta llenar el molde; luego se desarma y vuelve a montarse para seguir con el muro. Cada hilada alcanza los 35 cm a 40 cm de altura, avanzando de manera rápida con la construcción del muro. Las juntas se traban a medida que se levanta la pared, obteniéndose un elemento de cierre y estructural de manera compacta y duradera.

⁶ Milagro Cruz: pobladora de Nazareno. Entrevista 1/12/2015

⁷ Benito Chauque. Poblador de Nazareno en 10/11/2015

⁸ Coyonda o coyunda: Especie de cuerda, realizada con cuero de vaca. Se usará en este artículo el término de coyonda, que es el empleado en la zona.

Los aventanamientos se realizan de dos formas: por un lado puede dejarse el hueco a medida que se eleva la tapia. Para ello se pone una tapa con la medida que se quiere y se rellena el resto del molde. La segunda es levantar toda la pared y luego cavar donde va la carpintería.

Una de las características principales es la forma trapezoidal que tienen estos muros monolitos, como se verá el ejemplo de la iglesia.

4.1 Arquitectura pública: Iglesia de Nazareno

Posiblemente, los casos más significativos, en cuanto a la técnica del tapial, sean las de las iglesias de los poblados, siendo la más importante el de la Iglesia de Nazareno, localizado en el pueblo cabecera del municipio.

En la mayoría de estos pueblos, la iglesia forma parte central de la comunidad, a nivel institucional y de significación e identificación de los pobladores. No hay una fecha cierta, ni escritos de cuando fue construida la de Nazareno, solo se cuenta con una placa amurada en la fachada que data del año 1850.

Esta Iglesia forma parte de un conjunto mayor, que se encuentra inserto en la trama del pueblo de Nazareno, posee varios sectores, reunidos alrededor de un patio, que cumple la función de atrio de la iglesia.

La parte más antigua es la nave central, construida en tapial, que posee una sacristía que se encuentra en la parte lateral-posterior de la misma. Adosado a ésta hay una cocina y un patio, que durante las fiestas patronales cumple la función de fogón, y delante de estos se ubica un salón múltiple. Este sector y las torres de la iglesia que se encuentra en ambos laterales en la parte frontal de la nave se encuentran contruidos con adobes, que se añadieron de manera posterior a la creación de la nave, aunque no se tiene datos.

Cerrando el patio del lado oeste se encuentra el sector del albergue, área de servicio y salones, esta construcción es reciente, año 2000, fue realizado con ladrillos y bloques de cerámicos con estructura de hormigón armado, al igual que el sector de garaje, museo y biblioteca que se encuentra en la parte posterior de todo el conjunto y que tiene acceso directo a otra calle. Todo este conjunto se cierra por una pared de piedras, que delimita el patio.

La nave única mide 26,40 m x 4,38 m y las dos torres laterales de 3,10 m x 2,90 m y con una altura de 8 m aproximadamente. Es particular en esta iglesia su doble retablo, el primero cala los nichos, directamente en el muro posterior y luego el segundo se levantó por delante de este, aunque se desconoce los motivos y la fecha de ejecución. Todas las paredes, como se observa en la figura 2, son de gran espesor, con la particularidad que las medidas varían: en su base de 1 m a 1,10 m, y a medida que asciende se reduce hasta los 0,75 o 0,70 m, lo que le confiere una forma trapezoidal a los muros laterales y frontales. No hay mucha información con respecto a quiénes y cómo levantaron esta iglesia, pero se puede deducir que esta manera de construcción, es para aminorar cargas y conseguir una altura considerable del muro.

Este edificio en su estado original no presentaba grandes aberturas, por un lado, porque la técnica no permite hacer grandes luces, por el peso que debe soportar la carpintería y por otro, como ya describimos, la dificultad de conseguir madera era un tema a resolver años atrás; pero durante el año 2000, con la visita de una peregrinación de imágenes de Salta tuvieron que agrandar la puerta de entrada, a la que se hizo un dintel curvo de hormigón, rompiendo este detalle. En general la nave no presenta grandes patologías, no ocurre esto con las torres que están más expuestas a la intemperie y se observa grandes desgastes, agrietamientos y manchas de humedad.

Un dato a rescatar es que para la construcción de este edificio participaron todas las familias de la comunidad, cada una con una actividad específica: traslado de maderas *del monte*, acopio y traslado de piedras del río, jornales de trabajo para levantar la pared, comida para los jornaleros, traslado de campanas, cortada de adobes para las torres, entre otras

actividades. Esta forma de trabajo rige para todas las iglesias de las localidades vecinas, siempre trabajo en conjunto, y que en la actualidad sigue siendo de la misma forma, hay una colaboración conjunta para los trabajos de manutención, reparación y/o construcción, que requieren estos edificios.



Figura 2: Planimetría del conjunto de la Iglesia de Nazareno (elaboración Dorado y Veliz)

Se debe aclarar que este formato de construcción, con muros trapezoidales, también se empleó en la construcción de casas, aunque hasta el momento solo se tiene registrado solo un ejemplo localizada en la Banda, sector de Nazareno. Los cercos para animales o para sembradíos aunque también son realizados con esta técnica, y en la actualidad son escasos, son de muros de tapias pero rectos. Como podemos ver esta técnica fue y es producido con un alto grado de sabiduría intuitiva de los constructores.

4.2 Arquitectura domestica: CASA P

El ejemplo a analizar, como vemos en la figura 3, se encuentra en el poblado de Poscaya, que pertenece al municipio de Nazareno, ubicado a 12 km del mismo, y se encuentra inserto dentro de la trama del pueblo, en un terreno con una pendiente bastante pronunciada. Este conjunto, con una configuración de patio central, cuenta con 4 habitaciones, de las cuales 3 son construidas con tapial, más el cerco que delimita el terreno y el patio propiamente dicho. Esta residencia cuenta con 50 años aproximadamente, el muro de tapial, tiene hiladas de 1,20 m por 40 cm de altura, es un muro recto, y para evitar el desgaste se apoya en toda su base en un cimiento corrido de piedra, con junta de barro con una altura de 40 cm aproximadamente. No presenta capa aisladora y a pesar de eso no se observan patologías de humedad, solo un desgaste de los muros en la parte externa por el contacto del agua. Las aberturas, escasas, en este caso, se colocaron mientras se levantaba el muro, se

usaron maderas como dinteles, las que se apoyan 50 cm de cada lado, tampoco se ve grietas o fisuras.

La cubierta de este conjunto en un principio fue de *walla*⁹, y que posteriormente se cambió por techo de chapa.

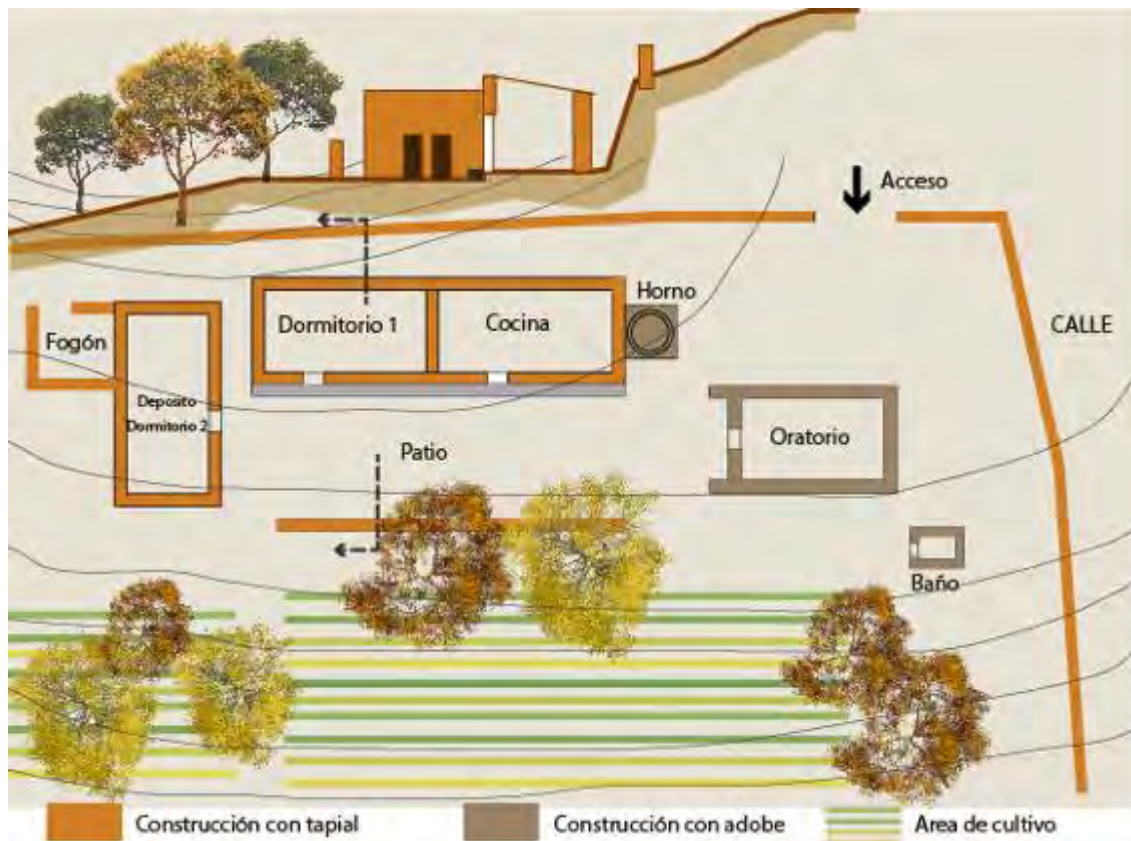


Figura 3. Planimetría de casa P. Ubicación localidad de Poscaya.

4.3 Las delimitaciones

Otro uso del tapial, no menos importante, es el empleo como elemento de cierre, para delimitar sectores de siembra, denominados potreros, corrales para animales o para el cierre de patios.

Esta técnica, se elige para delimitar por varios motivos, uno porque el tiempo que dura la ejecución, hasta tener un muro levantado es mucho menor que cuando se emplea la técnica de adobe. Otro factor, es que muchas veces las casa o donde se está cercando, no cuenta con una fuente de agua cercana y para la obtención de la misma, hay que trasladarla caminando distancias considerables. Y la característica y consistencia de la tierra para el armado del tapial tampoco requieren de gran cantidad de agua, factor decisivo a la hora de levantar un cerco en las laderas de la montaña, en donde el agua es un recurso escaso y valorado.

Además como propone Mileto (2011, p.83)

La construcción de la tapia de tierra presenta un modelo sencillo y ecológico que no exige la utilización de materiales elaborados, ya que la tierra utilizada para construir la tapia procede del mismo lugar donde se realiza la construcción. Sin embargo, un muro de tierra resulta especialmente expuesto, bien a la acción erosiva del agua que afecta a los paramentos bien a la procedente del terreno.

⁹ Walla: Última capa de la cubierta de barro. Se denomina así por que consiste en una capa de paja walla embebida en una mezcla de barro casi líquida. El término wallado tiene varias formas de escritura: *guayado* o *gualla* y *wallado* como se empleará en este artículo, apelando a la forma de escritura de la zona.

Para que el tapial resista a las inclemencias del tiempo, debido a que este muro se encuentra totalmente a la intemperie; existen varias maneras de resguardo: se usan piedras entre hilada eh hilada, o una hilada de piedra y tierra como terminación, para que el agua no erosione de manera rápida la primera capa que tiene este; otra manera de proteger el muro es poner como terminación plantas enteras de paja cortada, apretada con piedras, lajas o adobes. Y algunos métodos de seguridad es incrustar plantas de espinas, para que los animales o personas no crucen estos muros.



Figura 4. Vivienda de adobe y el uso de la técnica del tapial en las delimitaciones.

Por lo general antes de realizar el tapial propiamente dicho, se hace un cimiento corrido de piedra, de 50 cm de altura aproximadamente, este cimiento tiene juntas también de tierra. Y por lo tanto es una manera de protección en la base del mismo. Aumentando los años de durabilidad del cerco. En la figura 4, se puede observar un caso típico de una casa, en donde usa la técnica del tapial para cercar el potrero de siembra y para realizar el corran de los animales que posee.

5 CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo surge de una investigación en curso, que aún tiene muchos interrogantes, y planteos por hacer, pero durante estos acercamientos se observa que la movilidad en el territorio de las comunidades y la característica de tener distintos pisos ecológicos, relativamente cercanos, les da la posibilidad de articular y conseguir los materiales, como la madera, para la ejecución de esta técnica.

El uso de esta práctica se empleó y se sigue empleando en menor medida en las construcciones domésticas, no ocurre esto para obras de gran escala como edificios públicos.

Se puede concluir que las condiciones ambientales, posibilitan que los muros resueltos con tapial, tengan una durabilidad en el tiempo muy favorable. A pesar de esto, sigue siendo una técnica poco usada, y particularmente creer en la necesidad de seguir indagando sobre el tema para ponerlo en valor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bestraten, S.; Hormías, E.; Altemir, A. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. *Informes de la Construcción*, Vol. 63, 523, 5-20

- Bianchi, R; Yañez, C (1981). Las precipitaciones del Noroeste Argentino. Salta: INTA
- Font, F.; Hidalgo, P. (2011). La tapia en España. Técnicas actuales y ejemplos. *Informes de la Construcción*, Vol. 63, 523, 21-34.
- Hoffmann, M. V.; Minto, F. C. N.; Heise, A. F. (2011). Tapia. En: Neves, C.; Faria, O. B. (Org.) *Técnicas de construcción con tierra*. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponible en www.redproterra.org.
- Mileto, C. (2011). Criterios y técnicas de intervención en tapia. La restauración de la torre Bofilla de Bétera (Valencia). *Informes de la Construcción*, Vol. 63, 523, 81-96.
- Reboratti, C (2009 [1999]). El Alto Bermejo: realidades y conflictos. Buenos Aires: La colmena.
- Rotondaro, R. (2004). Arquitectura y construcción con tierra en la Argentina. Tradiciones, alternativas y direcciones futuras. 1er Seminario – Taller “Construcción con Tierra” Buenos Aires: FADU-UBA.
- Rotondaro, R. (2012). Influencia de la innovación tecnológica en las tradiciones constructivas y proyectuales: el caso de la Arquitectura de tierra contemporánea del NOA.
- Tomasi, J.; Rivet, C. (2011). Puna y arquitectura. Las formas locales de la construcción. Buenos Aires: CEDODAL.
- Sosa, M., S. (2014). La tecnología de tierra como expresión del patrimonio cultural de la región del Noa. Tradición y modernidad. 1º Jornadas Regionales de Arquitectura y Construcción con Tierra “habitat sostenible y pertenencia cultural” La Rioja 2014. p. 195-196

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a todas las personas que colaboraron con su tiempo para las entrevistas, a las personas que acompañaron y ayudaron en los relevamientos. Y a los que con paciencia ayudaron a dar forma a este artículo.

AUTORES

Natalia Veliz, arquitecta, miembro del Centro Universitario Tilcara, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires; ex seminarista del CRIATiC, Centro Regional de Investigación de Arquitectura de Tierra Cruda, Universidad Nacional de Tucumán; investiga sobre la arquitectura y la construcción con tierra en las comunidades del Municipio de Nazareno en la provincia de Salta desde el año 2012; ha realizado presentaciones a congresos y publicado artículos sobre la temática.



**INVESTIGACIÓN,
CAPACITACIÓN,
EDUCACIÓN Y
TRANSFERENCIA
DE TECNOLOGÍA**



HÁBITAT MBYÁ GUARANÍ. USO DE TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES Y METODOLOGÍAS PARTICIPATIVAS

Pablo Abiuso¹; Maria Andrea Benitez²; Andres Rogers³

¹Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (FHyCS) Universidad Nacional de Misiones (UNaM)/Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad Nacional del Nordeste (UNNe), Argentina, pabloabiuso@yahoo.com

² Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Instituto de Investigación en Desarrollo y Vivienda (IIDVI), UNNe, Chaco, Argentina, abmaria@hotmail.com

³ Práctica Sustentable,(PS) Córdoba, Argentina, arq.andres.rogers@gmail.com

Palabras clave: Hábitat y vivienda guaraní, investigación acción participativa, tecnologías sustentables, prácticas y conocimientos tradicionales.

Resumen

Las comunidades guaraníes históricamente han desarrollado su modo de ser en estrecha interacción con la denominada selva atlántica y en su relación con la misma han utilizado diversos recursos para la construcción de su hábitat. Actualmente la mayoría de las comunidades guaraníes asentadas en la provincia de Misiones, Argentina enfrentan un contexto en el cual la selva originaria de la cual obtenían la mayoría de sus recursos ha sido en gran medida arrasada. Se observa así un importante grado de precariedad en relación a las viviendas, en cuya construcción utilizan diferentes tipos de recursos que están a su alcance, así como también reciben asistencia de diferentes instituciones, las cuales en muchos casos contribuyen a generar una dependencia de las comunidades frente a los actores externos. El presente Proyecto reúne un equipo interdisciplinario e interinstitucional que en conjunto con la Comunidad Mbyá de Chafariz se propone desarrollar talleres de técnicas sustentables de construcción para el mejoramiento del hábitat de la comunidad, teniendo como principio la revalorización los conocimientos y prácticas tradicionales de los guaraníes, con el objetivo de fortalecer las capacidades de la comunidad y vivenciar un proceso de mejoramiento del hábitat en el cual los mismos son parte fundamental del proceso. Participan en este proyecto piloto docentes e investigadores de la FHyCS de la UNaM, de la Facultad de Ingeniería de la UNaM, de la FAU de la UNNe, profesionales y equipo de la organización PS y otros profesionales independientes. Fue seleccionado en la convocatoria 2015 de Proyectos de Innovación y Vinculación Tecnológica de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación de la Nación (MEN), y actualmente se encuentra en proceso de ejecución.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las comunidades y asentamientos Guaraníes (alrededor de 110 a la fecha) de la provincia de Misiones presentan importantes situaciones de precariedad en materia habitacional, sanitaria, alimenticia, etc. En ese contexto, la construcción de viviendas es uno de los procesos que se encuentran actualmente en una etapa de transformación dentro de las comunidades guaraníes. Así son pocas las comunidades que se encuentran localizadas en entornos selváticos bastante conservados y que cuentan con los recursos, saberes y prácticas que mantienen la construcción de viviendas tradicionales guaraníes. En la mayoría, se da una situación en la cual se utilizan los distintos tipos de recursos a los cuales tienen acceso los integrantes, entre ellos se utilizan árboles, palmeras, lianas, tacuaras y tierra del lugar; así como también madera aserrada, chapa de cartón, plásticos, chapa de zinc, clavos, etc.; y en algunos casos se observa la asistencia de instituciones del estado, religiosas y privadas que implementan la construcción de viviendas de emergencia, de madera y o de mampostería al interior de las comunidades.

Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones la asistencia a las comunidades se realiza sin tener en cuenta las particularidades de las mismas (sociales, culturales, ambientales, etc.) y sin mecanismos apropiados que garanticen la participación de los integrantes de las

comunidades en esos procesos, por lo tanto en muchos casos no han contribuido a apoyar y afianzar procesos de autogestión sino que por el contrario han promovido una mayor dependencia de las comunidades en relación a los actores externos. Se plantea de esta manera la hipótesis de que el resultado de estos procesos ha contribuido a propiciar la dependencia de las comunidades para resolver determinadas cuestiones a las cuales en principio tienen condiciones propias de resolver. Esto a contribuido a la situación actual con familias guaraníes habitando en viviendas en un estado de precariedad importante, y que se encuentran a la espera de la asistencia, con dificultades para poder impulsar procesos internos de mejoramiento de la situación habitacional.



Figura 1. Foto de una vivienda de la Comunidad Guaraní de Chafariz, octubre 2014 (Créditos: F. Cairoli)

Las políticas públicas dirigidas a la población indígena, y en este caso guaraní, se han caracterizado por desconocer las prácticas sociales tradicionales de este pueblo, promoviendo diferentes tipos de actividades que han contribuido a la desorganización interna y a la mayor dependencia de actores externos para hacer frente a las necesidades internas de las comunidades. Las intervenciones externas han generado en muchas ocasiones “nuevas formas del liderazgo cuya legitimidad no provenía del propio medio social, sino de la agencia indigenista. Como resultado, en todos los casos se introdujeron por esa vía conflictos y crisis de representación y consenso que continúan hasta hoy.” (Gorosito, 2006, p.20).

En materia de asistencia habitacional, distintas instituciones (estatales y no estatales)¹ han y continúan implementando proyectos en los cuales los integrantes de las comunidades tienen poca y o nula participación resultando en intervenciones externas al interior de las comunidades que no se integran a las lógicas internas de las comunidades. Estas intervenciones se sustentan en una visión en la cual los pueblos indígenas son objeto de las políticas y no sujetos con los cuales construir de forma dialógica las políticas y proyectos para el mejoramiento de su situación. Por lo tanto, estas intervenciones en muchos casos no han contribuido a mejorar la situación habitacional, así como también han ocasionado en algunos casos problemas y /o promovido conflictos al interior de las comunidades.

En ese sentido, Pelli (1997, p.3) plantea que en los modelos convencionales y predominantes de la política habitacional enfocados hacia la carencia de servicios, se:

...reafirman los patrones de interrelación entre sectores marcadamente asimétricos predominantes en nuestra sociedad, según los cuales los sectores con mayor o con total disponibilidad de recursos y de poder de gestión se reservan las definiciones básicas de los problemas y de las soluciones así como la decisión sobre las estrategias para producirlas y la determinación de quienes son sus

¹ Entre ellas se puede mencionar al Instituto Provincial de Desarrollo Habitacional (I.PRO.D.HA.), la Unidad Ejecutora Provincial (U.E.P.), municipios locales, la Secretaría de Vivienda y Hábitat de la Nación, el Obispado de Posadas, y más recientemente iglesias de origen evangélico y ONGs.

destinatarios, y en qué condiciones. A los sectores carentes de recursos y de poder de gestión les es asignado el rol pasivo y subordinado de “beneficiarios”, receptores de beneficios con la forma de paquetes cerrados de bienes y servicios, pero les siguen siendo negados los roles de decisores, controladores, organizadores y opinadores.

El proyecto Hábitat y vivienda Mbyá Guaraní, desarrollo de un trabajo cooperativo con metodología participativa y uso de tecnologías sustentables de construcción con la Comunidad Mbyá Guaraní de Chafariz, Misiones, inscripto dentro de la Secretaría de Investigación y Postgrado (SInvP) de la FHyCS, UNaM, se propone abordar la problemática del hábitat dentro las comunidades Mbyá Guaraní de la provincia de Misiones a través de la puesta en práctica de una experiencia piloto en la cual se realizará un taller de capacitación en técnicas sustentables de construcción, con el doble objetivo de mejorar las condiciones habitacionales; y promover la autogestión y revalorización de las capacidades internas de la comunidad para enfrentar las necesidades de la misma.

El Arquitecto Pelli, con amplia experiencia en materia de hábitat popular y producción social del hábitat, plantea la posibilidad y la necesidad de promover a través de la política habitacional “patrones de interrelación que tiendan a corregir las carencias de poder de gestión y de integración social” (1997, p. 4), y en ese sentido, indica el rol que le cabe a la universidad en relación al trabajo conceptual, a la acumulación crítica de experiencia y a la formación de recursos humanos, los cuales pueden proporcionar una base sólida a la política habitacional para que supere “su meta habitual de acumular y entregar obras, y actúe sobre los tejidos íntimos de la pobreza habitacional y sobre las distorsiones profundas de la sociedad” (1997, p. 6).

Teniendo en cuenta estas ideas, este proyecto lleva adelante una propuesta interdisciplinaria en la que se integran para un trabajo en conjunto investigadores de la SInvP y el Programa de Posgrado en Antropología Social de la FHyCS, de la UNaM; de la Facultad de Ingeniería de la UNaM; de la FAU de la UNNe; de la organización PS y profesionales independientes. Se integran así los conocimientos antropológicos sobre la sociedad guaraní, los conocimientos técnicos de los profesionales de la arquitectura e ingeniería, los conocimientos en materia de producción social del hábitat, los conocimientos y prácticas de construcción sustentable en conjunto a los conocimientos y prácticas de los integrantes de la Comunidad Mbyá Guaraní de Chafariz.

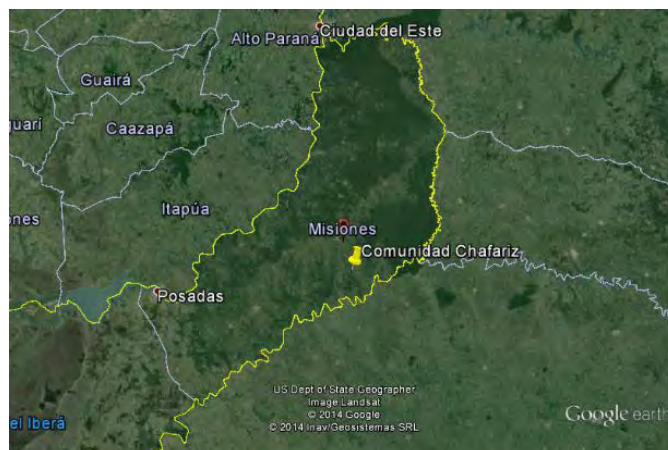


Figura 2. Localización geográfica de la Comunidad Guaraní de Chafariz (Google Earth)

La comunidad esta localizada dentro del municipio de San Vicente, a la vera del arroyo Chafariz, el cual desemboca en el Río Uruguay. Actualmente está constituida por unas 20 familias y un total aproximado de 110 personas. Poseen título de propiedad de una parcela de 104 ha y si bien existe un lote lindero con selva bastante conservada, esta emplazada en una zona de producción rural, caracterizada por pequeños productores que se dedican principalmente al cultivo del tabaco.

El proyecto fue seleccionado en la Convocatoria 2015 de Proyectos de Vinculación e Innovación Tecnológica de la SPU del MEN y actualmente se encuentra en etapa de ejecución, desarrollando una serie de actividades y talleres entre el equipo técnico y los integrantes de la Comunidad de Chafariz.

OBJETIVO GENERAL

Promover el mejoramiento de las condiciones habitacionales de la población Mbyá Guaraní implementando capacitaciones en técnicas de construcción sustentable a través del uso de metodologías participativas, impulsando procesos de autogestión y de revalorización de las capacidades internas de las comunidades para enfrentar las necesidades de las mismas.

Si bien el proyecto tiene como objetivo general que guía su desarrollo al planteado arriba, confluyen a la vez otros igualmente importantes. En ese sentido, se plantea como otro objetivo poner en práctica un proceso institucional que transforma la tradicional relación que se desarrolla entre los actores externos y la comunidad indígena, para que durante el desarrollo del mismo se tenga en cuenta en primer medida las lógicas sociales, culturales, económicas y cosmológicas de la comunidad que sustentan sus acciones cotidianas.

En el mismo sentido, el desarrollo del proyecto apunta a llevar a la práctica una metodología de trabajo interdisciplinaria e interinstitucional en la cual diferentes espacios universitarios, junto a profesionales de una organización no gubernamental, profesionales independientes e integrantes de una comunidad impulsan de manera conjunta y coordinada un proceso de mejoramiento del hábitat.

ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Uno de los desafíos del proyecto es que se propone utilizar una metodología de Investigación Acción Participativa, ya que se considera a esta propuesta metodológica como la más adecuada al trabajo con comunidades originarias, al promover la horizontalidad de las relaciones, la participación de los sujetos, el encuentro de saberes, y la organización colectiva.

A través del desarrollo de las distintas actividades se va generando un doble aprendizaje tanto del equipo técnico como de los integrantes de la comunidad. En ese sentido, se puede decir que es una estrategia que intenta recuperar aspectos intrínsecos del modelo de educación de las comunidades, en el cual la acción y la imitación de la acción generan el espacio de aprendizaje de prácticas y conocimientos (en algunos casos ancestrales) que van de la mano.



Figura 3. Reunión de trabajo y discusión entre integrantes del equipo y de la comunidad de Chafariz, junio 2016 (Créditos: R. Allica)

Se promueve una relación horizontal entre el equipo de investigación y los miembros de la comunidad, como sujetos pares que trabajan en conjunto; provocando un proceso de aprendizaje conjunto en el cual se produce conocimiento enfocado a la acción, y a través de la acción conjunta se produce conocimiento. Se utilizarán distintas técnicas y estrategias para desarrollar espacios de intercambios.

La finalidad u objetivo del método planteado es la transformación de una situación u estado de las cosas a partir del trabajo colectivo, ¿cómo se realiza este objetivo? Promoviendo la movilización e implicación del colectivo, fomentando la expresión de la creatividad social de los actores implicados en el proceso. Se desarrolla así una estrategia flexible abierta a las propuestas de la comunidad y su dinámica, planificando y desarrollando actividades promoviendo la participación, la valoración de los conocimientos propios de la comunidad y las capacidades de los mismos.

Dentro de esta estrategia de investigación, se plantea a la metodología de Taller como una de sus principales herramientas que posibilitan el desarrollo de distintas acciones con varios actores y en diferentes momentos. En ese sentido, se concibe al taller como una propuesta sociopedagógica que permite “cumplir con los siguientes objetivos: incentivar la autogestión, la participación activa y la organización de los sujetos involucrados, procurando que los mismos puedan identificar sus problemas, y diseñar e implementar las soluciones de la compleja problemática del hábitat popular” (Garzón et al, 2005, p.121).

El espacio de taller, para Garzón et al (2005, p.124), se transforma así en un escenario de capacitación orientado a:

- 1) Incrementar la dinámica de una organización adecuada, que permita a sus integrantes ser protagonistas de su desarrollo, para resolver las necesidades del sector y conducir a un proceso de reconocimiento de los valores e identidad propios, los cuales son sustento de tal desarrollo; 2) Configurar espacios sociales dialógicos que integren conocimientos y saberes culturales de los órdenes científico - tecnológico y cotidiano.

Estos autores plantean que este tipo de metodologías permiten aprender haciendo, y por lo tanto el espacio del taller se constituye en un “*prácticum reflexivo*”.

Se han utilizado también las herramientas del método etnográfico, ya que la observación participante, las entrevistas en profundidad y otros han sido tradicionalmente los métodos más adecuados desarrollados para la investigación con comunidades indígenas. El antropólogo Miguel Bartolomé (2003, p.203) en uno de sus textos en el que reflexiona sobre la importancia de la etnografía plantea en ese sentido, que:

...la sociedad en su conjunto y especialmente la clase política, están obligadas a tener mayor información respecto a estas sociedades alternas a la propia, las que no pueden seguir siendo imaginadas sino que deben ser conocidas para poder ser entendidas. No puede haber un diálogo igualitario construido como monólogo, en el cual uno de los interlocutores pretende imaginar al otro de acuerdo a su propia lógica o fantasía.

Además, ésta estrategia metodológica se relaciona estrechamente con la forma de trabajo del equipo de la organización Práctica Sustentable, los cuales organizan talleres prácticos, conferencias y exposiciones con el fin de facilitar el acceso a prácticas creadoras que involucren factores ambientales, económicos, socio-culturales y políticos. Funcionan como un nexo entre profesionales e investigadores de diversas temáticas relacionadas con la bioconstrucción, energías renovables y permacultura, y el público en general interesado en acceder a estos saberes dentro y fuera de instituciones académicas. Los talleres que dictan son cortos, intensivos y productivos, pasando de las instancias teóricas, donde los profesionales explican las técnicas, a las prácticas, donde estos guían a los participantes en el proceso de construcción, concretando la acción colectiva de aprendizaje en un producto finalizado eficiente y de gran utilidad, como lo es una vivienda. Durante todo el proceso se alientan y promueven la replicación de las prácticas sustentables aprehendidas durante los talleres por parte de los participantes, tanto capacitadores como capacitados.

La metodología de trabajo del equipo de P.S. se relaciona de una forma armónica con la metodología de trabajo tradicional de las comunidades guaraníes, en donde se prioriza la práctica y la colaboración, así como también con el tipo de tecnología tradicional y el uso de materiales naturales para la construcción de las viviendas.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El proyecto se encuentra en plena etapa de implementación, por lo tanto en este momento los resultados se refieren a las diferentes actividades que se están desarrollando, y se estima la realización del taller de capacitación en técnicas de construcción sustentable para septiembre - octubre del 2016.

Si bien las actividades formales de este proyecto se iniciaron en febrero del 2016 luego de haber sido notificados de su selección en la convocatoria de la SPU, el diálogo entre el coordinador y algunos integrantes del proyecto con los miembros de la Comunidad Chafariz para impulsar un proyecto de estas características se inició en la segunda mitad del año 2014 y durante la primera mitad del 2015 se elaboró el proyecto que se encuentra actualmente en ejecución.

En abril del 2016 se realizó la primera actividad de campo de este año, en la cual parte del equipo visitó la comunidad y tuvo una serie de reuniones con los integrantes de la comunidad para definir la estrategia de avance del proyecto, un plan de actividades general y para preparar la visita del equipo completo que por cuestiones meteorológicas se realizó a principios del mes de junio del 2016. En este último encuentro se desarrollaron varias actividades con el objetivo de definir en conjunto el espacio a construir, el uso destinado al mismo, los materiales y las técnicas a utilizar, así como también su ubicación y la planificación de las siguientes etapas: acopio de materiales, construcción de estructura, taller de capacitación, evaluación.

Se realizó una exposición sobre técnicas sustentables de construcción con imágenes de obras del equipo de PS y de su proceso de elaboración y construcción, en la cual pudieron observar techos verdes y con piedras, paredes con técnicas de quincha seca, húmeda, adobes, cimientos y estructuras, revoques, etc.

Se recorrió el espacio de la comunidad guiados por integrantes de la comunidad para verificar posibles recursos a utilizar en la construcción como ser tacuarales, yacimiento de arcilla y tierra, pastos para introducir en la mezcla para la quincha, piedras para los cimientos, etc.



Figura 4. Prueba de revoques de tres tipos sobre Opy, junio 2016.

Se realizó también un ejercicio de revoque sobre la pared posterior del *Opy*² con tres tipos de mezcla: a) tierra sola, b) tierra con arena, y c) arcilla con arena, en el que se verificó rápidamente las diferencias entre un revoque de tierra sola que se raja rápidamente y que es el que suelen realizar en sus construcciones tradicionales, y la firmeza de los revoques con agregados de arena. Participaron de esta actividad niños de la comunidad que estaban muy entusiasmados, generando un espacio de encuentro y aprendizaje mutuo. También se llevó adelante la proyección de los documentales “Uma casa, uma vida” y “Traços de terra” que muestran la experiencia de un proyecto llevado adelante por el equipo de TIBA³ y dos comunidades indígenas xavantes en Mato Grosso do Sul, Brasil, y una posterior discusión sobre algunos aspectos relevantes planteados en ambos documentales relacionadas con cuestiones similares al proyecto con la Comunidad de Chafariz.

Los integrantes de la comunidad plantearon que en reuniones familiares previas definieron que querían realizar la construcción de un espacio colectivo de reunión, en el cual puedan llevar adelante diversas actividades resguardados de las condiciones climáticas y la necesidad de un espacio cerrado para guardar documentación importante de la comunidad y de las familias. Luego de trabajar en varias reuniones el diseño, el tamaño, las técnicas y materiales a utilizar se recorrió el lugar donde se va a llevar adelante esta construcción y se realizó un planteo sobre el terreno de las dimensiones del mismo y de su orientación.



Figura 5. Planteo sobre el terreno del espacio comunitario a construir, junio 2016.

Se realizó un análisis técnico de las construcciones tradicionales guaraníes, el cual puede sintetizarse en un sistema con los siguientes elementos: a) estructura independiente de madera dura del monte; b) troncos menores verticales dispuestos a lo largo del muro bajo la estructura independiente y atados a la misma; c) tacuara dispuesta de forma horizontal como soporte del relleno de tierra atados a los troncos menores; d) relleno de tierra entre tacuaras; e) techo de tacuaras aplastadas y trenzadas con maderas de soporte; y f) piso de tierra (Keller, 2008).

Los habitantes de la comunidad plantearon dudas con respecto a sus propias técnicas de construcción ya que, si bien reconocen aspectos positivos de las mismas como por ejemplo la temperatura fresca en épocas de intenso calor, manifestaron la poca durabilidad de las mismas. Por ejemplo, el techo de tacuara aplastada dura entre 5 y 8 años y los revoques de tierra al rajarse rápidamente no aíslan a los troncos y tacuaras de la pared los cuales comienzan a deteriorarse.

La técnica propuesta y consensuada para la construcción del espacio comunitario de reunión incorpora las lógicas estructurales originales, reemplaza materiales ya escasos en la

² Templo y vivienda del *Opygua* (líder espiritual de la comunidad).

³ TIBA (Tecnología Intuitiva y Bio Arquitectura) es un espacio fundado en 1987 en Bom Jardim, RJ., Brasil por el Arq. Johan Van Lengen, autor del libro “El arquitecto descalzo”, dedicado a promover proyectos con este tipo de arquitectura y filosofía.

zona, agrega algunos elementos de fácil acceso y propone un sistema de cubierta distinto. Se resume en los siguientes elementos: a) estructura independiente de madera de eucalipto con el debido tratamiento para aumentar su durabilidad; b) entablillado de costaneros o tacuara a modo de contenedor del barro de relleno del muro; c) relleno del entablillado de tierra arcillosa y paja del área circundante a la obra; d) revoque de tierra arcillosa y arena; e) cimientado y sobrecimiento de piedra de la zona; f) cubierta verde.

En un primer momento se evaluó realizar una cubierta similar a la tradicional pero con algunos agregados como ser tratamiento de la tacuara, cielorraso y aislación hidrófuga; ya que la cubierta de tacuara provee a las viviendas un ambiente templado, sobre todo en la época de calor intenso. Lamentablemente en el área donde se encuentra la comunidad de Chafariz ya no se encuentran tacuaras a gran escala (el techo de una casa requiere 5 mil tacuaras con la técnica tradicional). La decisión de adoptar la técnica del techo verde tiene que ver con mantener la lógica térmica del techo, realizarla con materiales disponibles en la zona y por el interés que despertó en los integrantes de la comunidad este tipo de techos luego de la exposición sobre técnicas sustentables de construcción. Los materiales a utilizar son cartón como primera capa sobre el entablillado del techo, polietileno de 500 micrones, cartón sobre el polietileno, sustrato y vegetación.

Se realizó un plano de la estructura de la construcción para chequear la cantidad de materiales a utilizar y se pasó a una etapa en que la comunidad tiene que recolectar algunos materiales a su alcance (tierra, paja seca, piedras, tacuaras, arcilla) y se están realizando averiguaciones en la zona con posibles proveedores que puedan realizar el traslado a la comunidad de los materiales que van a ser comprados (postes, tablas, machimbre, arena, cemento, polietileno, etc.).

CONSIDERACIONES FINALES

El presente proyecto se plantea como una experiencia piloto en la que participan instituciones universitarias, una organización no gubernamental y profesionales independientes para la implementación de una nueva metodología de trabajo con comunidades guaraníes en relación al mejoramiento del hábitat. Implica un desafío importante a la hora de articular un equipo interdisciplinario con diferentes experiencias que aportan distintos conocimientos y prácticas al objetivo común del proyecto.

El origen de esta propuesta tiene que ver por un lado con un análisis de los proyectos y experiencias de construcción de viviendas en comunidades guaraníes en la provincia de Misiones de parte de distintas instituciones del estado en la actualidad, y por otro lado, del conocimiento y de la investigación sobre la sociedad y cultura guaraní y del trato con integrantes de las comunidades.

La construcción de viviendas y *opy* dentro de las comunidades guaraníes está ligada a prácticas de trabajo colectivo que fortalecen los lazos familiares, comunitarios y su relación con los dioses, así como también a un aprendizaje a través del cual los jóvenes desarrollan ciertas capacidades consideradas fundamentales para la conformación de una familia. Estos procesos propios se han ido alterando en las últimas décadas a partir de las dificultades que enfrentan las comunidades en los diferentes contextos y fundamentalmente como consecuencia de las intervenciones externas al interior de las comunidades.

La puesta en práctica de este proyecto lleva adelante una estrategia que busca interpelar e insertarse en esas lógicas propias de las comunidades guaraníes, con el objetivo de reconocerlas, impulsarlas y fortalecerlas. La capacitación en técnicas sustentables de construcción apunta en ese sentido a fomentar la autonomía intrínseca que tienen las comunidades para resolver las distintas situaciones a las que se enfrentan en el contexto actual.

La propuesta técnica planteada para esta capacitación propone un mayor uso de materiales al alcance de la comunidad, una técnica similar a la técnica de construcción tradicional con el aporte de condiciones que consideran necesarias hoy en día como ser una mayor

aislación del agua, durabilidad y fortaleza de las casas. Además mantiene y mejora las condiciones de aislación y regulación térmica de las viviendas tradicionales y *opy*; adaptándose de una forma armónica al contexto social y ambiental, y a los ciclos tradicionales de ocupación del espacio de las sociedades guaraníes.

Este proyecto al enmarcarse en la propuesta que se denomina *producción social del hábitat* hace foco en la centralidad que tiene en el hábitat y la vivienda la dimensión social, cultural y humana destacando las “múltiples interrelaciones que los potencian como factores de desarrollo y organización social, ordenamiento territorial, preservación ambiental y de fortalecimiento de la economía social y solidaria.” (Ortiz, 2011, p.14). Uno de los planteos destacados de ese enfoque, que se retoma en esta experiencia es el énfasis en el proceso y no en el objeto final a construir (en nuestro caso un centro comunitario), el cual suele ser la cuestión principal de los proyectos del estado de construcción de viviendas y mejoramiento del hábitat priorizando costos, cantidades, tipologías, etc. descuidando todo otro tipo de relaciones y aspectos fundamentales del trabajo con poblaciones originarias.

Ortiz plantea que “el hábitat, se piensa desde esta perspectiva, como producto social y cultural que implica la participación activa, informada y organizada de los habitantes en su gestión y desarrollo” (2011, p.15). Esta propuesta se hace más evidente y necesaria, cuando se relaciona con el concepto guaraní de *tekohá*, el cual se lo traduce popularmente como aldea. El concepto de *tekohá* es en ese sentido una noción territorial, pero como toda idea o concepto de las poblaciones originarias, remite a un complejo red de significaciones sociales, culturales, religiosas e históricas. Una traducción más acertada es la que lo define como el lugar donde vivimos bajo nuestra costumbre, el espacio donde se realiza el modo de ser guaraní (*tekó*). Su tamaño puede variar en superficie, pero estructura y función se mantienen igual: tienen liderazgo religioso propio y político y fuerte cohesión social. “El *tekohá* es una institución divina (*tekohá ñe’e pyru jeguangypy*) creada por *Ñande Ru*” (Melià, Grünberg, Grünberg, 1976, p.218). Estructuralmente está organizado en tres espacios y sus relaciones, el espacio de las casas y los patios; el espacio de rozado donde se realiza el cultivo de los principales alimentos generalmente dentro del monte pero próximo al espacio de las casas; y el espacio de monte o selva más amplio con el cual se tiene diferentes relaciones. La producción social del hábitat así como el *tekohá* implican la participación activa de las personas involucradas en la construcción y vivencia de su propio hábitat.



Figura 6. Niños de la comunidad Chafariz participando y jugando en la prueba de revoques.
Fotografía R. Allica, Junio 2016.

Se ha tenido en cuenta a la hora de elaborar la propuesta metodológica el proceso educativo a través del cual se da la socialización en las comunidades indígenas y en especial la guaraní. En ese sentido, los procesos y medios de transmisión de la educación indígena se realizan a través del valor del ejemplo y del valor de la acción los cuales se

manifiestan en muchas ocasiones a través del juego. Meliá (2008, p.21) dice que “el juego es posiblemente uno de los elementos más importantes de la educación indígena; se sabe que el niño aprende jugando. La originalidad está aquí en que el indígena, que ya desde pequeño juega a trabajar, después va a trabajar jugando”.

Esta propuesta utiliza esta dinámica cultural propia de los guaraníes y apuesta a consolidarla y fomentarla a través de ejercicios interactivos, diálogos interculturales, dinámicas de taller y de juego para elaborar de forma participativa el diseño de la construcción, la planificación de su realización y la construcción misma. Un punto importante que desarrolla el antropólogo Brand se refiere a las lógicas contrarias que por lo general fundamentan las acciones del Estado y de las poblaciones indígenas, las cuales al enfrentarse en situaciones concretas producen por lo general desencuentros derivados de estas lógicas diferentes. Brand plantea que hay “uma incompatibilidade radical entre a lógica administrativa do Estado e as lógicas étnicas tradicionais. A primeira, de caráter autoritário e centralizador e a segunda, assentada nas relações de parentesco e de prestígio, normalmente descentralizada e não hierarquizada” (Brand, 1999, p.4).

Teniendo en cuenta esta situación, Brand (1999, p.5) propone que las nuevas bases para una política indigenista responsable deben pasar por la superación de diversas dicotomías, tales como las que existen por ejemplo entre investigadores y agentes indigenistas, misioneros y funcionarios públicos,

onde os primeiros fazem suas pesquisas em campo e depois retornam para a academia, enquanto que os outros seguem definindo e implementando ações e projetos, apoiados apenas num conhecimento empírico, así como también entre la afirmação de que os índios, historicamente, nada sabem, sendo seu saber considerado imprestável e àquela que entende que eles devem saber, sozinhos, encontrar soluções para a parafernália de problemas resultantes fundamentalmente das graves perdas territoriais e que representam situações novas e inéditas.

La estrategia del proyecto se nutre así de las experiencias de antropólogos que han investigado y trabajado con poblaciones indígenas y guaraníes en diversos proyectos, de distintos proyectos en materia de hábitat y vivienda popular, de los talleres de capacitación, proyectos y obras con técnicas sustentables de construcción y de la amplia experiencia y conocimiento de la sociedad guaraní, la cual resulta una fuente de aprendizaje para los integrantes del equipo técnico del proyecto.

Como última actividad de cierre del proyecto se plantea una instancia final de evaluación conjunta entre el equipo técnico y los integrantes de la comunidad a los efectos de sintetizar y valorar los aprendizajes, logros, dificultades y problemas detectados durante el transcurso del proyecto, y pensar estrategias para poder darle continuidad a esta propuesta. En ese sentido se plantea como un primer paso que con su consolidación y difusión pueden aportar una estrategia alternativa a las que se llevan adelante actualmente desde otras instituciones del estado en las que no se garantiza la participación de las comunidades guaraníes en los proyectos de mejoramiento de su propio hábitat.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bartolomé, M. (2003) En defensa de la etnografía. El papel contemporáneo de la investigación intercultural. *Revista de Antropología Social*, 12, 199-222. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Brand, A. (1999). Mudanças e continuismos na política indigenista pós-1988. Seminário sobre novas bases para a política indigenista. Rio de Janeiro.

Garzón, B.; Auad, A.; Abella, M.; Brañes, N. (2005). La transformación del hábitat popular desde talleres integrados de investigación acción participativa. *Revista INVI*, Vol 20, nº 55,121-138. Chile: Instituto de la Vivienda, Universidad de Chile

Gorosito, A. 2006. Liderazgos guaraníes. Breve revisión histórica y nuevas notas sobre la cuestión. *Avá Revista de Antropología*, nº 9, 11-27. Posada, Misiones, Argentina: Universidad Nacional de Misiones

Keller H. (2008). Las plantas usadas en la construcción y el acondicionamiento de las viviendas y templos guaraníes en Misiones, Argentina. *Bonplandia*, 17,65-81. Corrientes, Argentina: Instituto de Botánica del Nordeste

Melià, B. (2008). Educación indígena y alfabetización. Asunción: Centro de Estudio Paraguayos Antonio Guasch

Melià, B.; Grünberg, G.; Grünberg, F. (1976). Los Paî-Tavyterã: Etnografía guaraní del Paraguay contemporáneo. *Suplemento Antropológico*, 9. Asunción: Centro de Estudio Antropológico de la Universidad Católica

Ortiz, E. (2011). Producción social de vivienda y hábitat: bases conceptuales para una política pública. In: Arévalo, M. et al. El camino posible. Producción social del hábitat en América Latina. Uruguay: Trilce. p.13-40.

Pelli, V. (1997). La integración social como objetivo de las políticas habitacionales. In: Seminario Internacional Política Habitacional en Argentina, reestructuración global y desarrollo sustentable" Buenos Aires, 7, 8 y 9 de junio de 1995.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los integrantes de la Comunidad de Chafariz por abrirnos las puertas y darnos la oportunidad de realizar este trabajo en conjunto, en especial a Vicente Natalio Mendez, Cacique y auxiliar docente indígena, a Germán Mendez, Opyguá de la comunidad; a los demás miembros del proyecto y colaboradores, en especial a Ana María Gorosito Kramer, Rodrigo Dutra, Darío Ferreira, Lucía Cella, Pedro Peralta, Martín Mathot, Jaime Maestre, Rita Allica, Federico Cairolí, Emiliano Vitale, José Avalos, y Matías Barrientos.

AUTORES

Pablo Javier Abiuso Cabral, licenciado en antropología social, maestrando en gestión y desarrollo de la vivienda social, UNNe; maestrando en antropología social, UNaM; investigador y coordinador del Proyecto Hábitat y Vivienda Guaraní, UNaM.

María Andrea Benitez, magister en epistemología y metodología de la investigación científica, arquitecta, candidata doctoral en antropología social, docente e investigadora de la Facultad de Ciencias Económicas y de la FAU, UNNe, directora del IIDVI, FAU, UNNe.

Andres Rogers, arquitecto, socio fundador de IR Arquitectos, cofundador y coordinador de Práctica Sustentable y Plug-in Social.



DESAFÍOS DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y CONSTRUCCIÓN EN ADOBE EN AMÉRICA LATINA

Gabriela García¹; Jorge Amaya²; Santiago Ordóñez³

Proyecto VliirCPM Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Cuenca, Ecuador

¹kpuligv@hotmail.com; ²jaar90@gmail.com; ³ordonezsantiago@yahoo.com

Palabras clave: adobe, desafíos, América Latina

Resumen

El adobe es considerado uno de los sistemas más antiguos y de mayor difusión en el mundo, el mismo que tras el fracaso de los paradigmas de progreso de inicios del siglo XX, vinculados a la tecnificación y estandarización de la construcción, ha sido motivo de importantes estudios que revelan su potencial para construir alternativas habitacionales innovadoras y garantizar la conservación del patrimonio mundial edificado en tierra. Reconociendo el vínculo que se establece en la conservación del patrimonio intangible –know how- con la conservación e innovación de la arquitectura en tierra, el presente artículo pretende acercarse a la realidad que enfrenta la producción de adobe en América Latina, sus fortalezas y limitaciones, e identificar estrategias que podrían reforzar la vigencia de esta práctica constructiva. Tras la revisión de fuentes secundarias se utilizó la técnica aplicada de la entrevista semi estructurada a expertos reconocidos a nivel internacional de la red PROTERRA. Esta información fue complementada con entrevistas semiestructuradas a productores y constructores del contexto local: Cuenca y Susudel, así como la aplicación del enfoque de cadenas productivas para el entendimiento y articulación de estrategias de creación de cadenas de valor alrededor del adobe como elemento constructivo. La investigación revela parte de los desafíos multidimensionales (económico, ambiental, social y cultural) que enfrentan los procesos de producción y construcción en adobe, además de los principales factores que han incidido en el desplazamiento progresivo de esta práctica. Finalmente se identifican algunas de las estrategias comunes para promover y potenciar esta práctica constructiva.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, América Latina se ha convertido en un espacio multifacético en el que la tradición y la modernidad se encuentran en juego constante, generando tensiones y dando soluciones creativas en torno a la ocupación humana de los diversos nichos ecológicos que la constituyen. En este contexto, las formas, materialidades y técnicas constructivas son múltiples como los espacios que ocupan. Es de interés de este artículo el estudio de uno de los tipos de materialidad asociado con la construcción (la tierra), y dentro de esta, fundamentalmente una de las prácticas constructivas (el adobe), cuyo origen se encuentra enraizado sin duda en el mundo tradicional y en prácticas que hoy pueden estar perdiendo vigencia en su contexto original asociado con la ruralidad. Sin embargo, desde otras lógicas y desde otros intereses, el mundo urbano está optando por esta materialidad; en la que, son los sectores de élites económicas e intelectuales los que están dando un nuevo giro a las posibilidades de abordar estas prácticas de antigua tradición y nuevas formas, evidenciando una contradicción altamente compleja, consistente en que, al tiempo que estas elites se identifican con esta materialidad cubierta de “ancestralidad”, los sectores populares escapan de esta materialidad por considerarla irreversiblemente marcada por el subdesarrollo y la pobreza. Es precisamente entre estos dos escenarios antagónicos y a la vez que complementarios, donde se desarrollan los aportes técnicos que ven en las diversas formas de emplear la tierra como material constructivo una posibilidad única de conciliar la tradición evidenciada en los elementos constructivos populares, con los aportes técnicos y científicos posibilitados por la modernidad con la finalidad de proponer usos equilibrados y sostenibles.

En este sentido, el adobe en el mundo contemporáneo no posee una realidad única, y esta varía de acuerdo a las particularidades fundamentalmente socioculturales de cada uno de los países de la región; de esta forma, Correia¹ es muy clara cuando plantea que “...los resultados en cada país son diferentes porque los contextos y las dinámicas también lo son...” Con estos antecedentes, este artículo busca realizar un análisis de discurso centrado en los desafíos que enfrenta este tipo de construcción en la actualidad. Para mayor comprensión, las opiniones de especialistas² en la arquitectura en tierra de diferentes países de Latino América se han estructurado considerando las tres dimensiones fundamentales del desarrollo sostenible: sociocultural, económico y ambiental.

Relevancia del estudio del adobe

La tierra como material de construcción ha sido largamente utilizada y, dentro de ella, el adobe es considerado uno de los sistemas más antiguos con registros que datan de 8000 a.C. (Houben, Guillaud, 1994 apud Achib et al, 2013; Correia, 2015; ASTM, 2010). También se trata de una de las técnicas de mayor difusión con ejemplos en casi todos los climas cálido–secos y templados del mundo (Achig et al, 2013), observándose inclusive, ejemplos ancestrales que han desafiado el tiempo, localizados en zonas de alta sismicidad como el Cinturón de Fuego del Pacífico, y la Placa de Nazca (Agüero et al, 2015). En la actualidad, se observa que 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra –no solo adobe- y de ésta población, aproximadamente el 50% se concentra en países considerados en vías de desarrollo, con predominancia en áreas rurales (Blondet, Villa, Brzev, 2003; Houben, Guillaud 1994; Fratini et al, 2011 apud Achib et al, 2013).

De la mano con la preocupación mundial por la sostenibilidad de los recursos del planeta, cambio climático, afectaciones a la salud, y bienestar social, el estudio de la arquitectura en tierra se intensificó a partir de la década de los sesentas. A ello se sumó la preocupación por parte de la UNESCO por la conservación del patrimonio mundial edificado en tierra, cuya presencia mayoritaria se concentra (33%) en la región definida como Asia-pacífico, seguida de América Latina (26%) (UNESCO, 2012).

Los resultados de estos estudios han develado el potencial de este tipo de arquitectura como herramienta de cohesión social, alternativa habitacional para estratos socio económicos limitados y alternativa de construcción ambientalmente amigable. En efecto, según Lopez (2011), la construcción en tierra es considerada como referencia para el diseño de estructuras y asentamientos innovadores y sostenibles. Cada vez más proyectos contemporáneos de alta calidad técnica y estética, emergen alrededor del mundo ofreciendo un tipo de construcción alternativa a la industrialización. Ejemplos como la Capilla de la Reconciliación en Alemania, de Martin Rauhs, edificaciones de Rick Joy, en EE.UU., Jourda y Perraudin al construir las casas de Isle d'Abeau en Francia, Mauricio Rocha en México, Francis Kéré con escuelas primarias en África, han demostrado la versatilidad de la arquitectura en tierra.

En el contexto ecuatoriano, la construcción con tierra ha tenido también una larga trayectoria, siendo utilizada desde épocas pre incásicas (Pesantes, Gonzalez, 2011) e incásica, con continuidad e innovaciones durante la colonia (Jamieson, 2003) y el periodo republicano (Achig et al, 2013). En la actualidad, los datos recogidos a través del VII Censo de Población y VI de Vivienda (INEC, 2010), ponen de manifiesto una presencia importante de arquitectura en tierra en el Ecuador, especialmente en la región interandina, llegándose a estimar para los casos de Loja, Carchi, Imbabura, Bolívar y Azuay que, una de cada cuatro viviendas es de tierra.

¹ Correia, Mariana. 2015. Seminario de conservación y arquitectura en tierra. Disertación en Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca. Ecuador. Presentación no publicada.

² Especialistas reunidos en el año 2015 en el 15º SIACOT realizado en Cuenca – Ecuador. Los expertos cuyas opiniones han sido analizadas en este ensayo son: A. Maldonado (Chile), L. Garzón (Colombia), I. González / F. Orellana (Ecuador), D. Nuñez (El Salvador), I. Hasting / L. Guerrero (México), D. Guillen (Nicaragua), M. Correia (Portugal).

Por otro lado, la producción y construcción en adobe ha sido calificada por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural –INPC-, como un patrimonio cultural inmaterial, cuyos conocimientos son transmitidos de generación en generación en varias zonas del país, y en algunos casos ha sido reconocido como una actividad económica vigente, desarrollada muchas veces por familias enteras y sobre la cual subyace otro elemento sociocultural como es la minga³ (INPC, 2009). Este patrimonio cultural inmaterial, ha dado origen a un conjunto de bienes tangibles patrimoniales, donde de acuerdo al primer inventario nacional realizado por el Ministerio Coordinador de Patrimonio del Ecuador (INPC, 2009), casi un tercio de los bienes inmuebles del país, son de adobe.

Según Cevallos (1992) es alrededor de la década de los ochenta, cuando las instituciones públicas, privadas y el estado ecuatoriano impulsan el estudio y la construcción de la arquitectura en tierra. Universidades tales como la Universidad Politécnica Nacional y la Universidad Católica emprendieron estudios de análisis de daños y refuerzos en las edificaciones afectadas por los sismos, así como también análisis económicos demostrando el bajo costo de este tipo de construcción. En la actualidad y desde el ámbito privado, existen innovadoras iniciativas de diseño contemporáneo, algunas de las cuales han sido reconocidas inclusive internacionalmente, como la casa Cueva (Quito, 1994), la casa de la Loma (Cuenca, 2012), entre otras. Es necesario indicar, también que el discurso promovido por el Plan Nacional de Buen Vivir 2013-2017 y el Ministerio de Desarrollo Urbano y de Vivienda del Ecuador –MIDUVI- explicitan la pertinencia que podría tener el sistema constructivo en tierra como medio que garantice el acceso a una vivienda adecuada, segura, digna y sustentable capaz de optimizar el uso de recursos naturales locales, sin embargo la carencia de una política pública que este en consonancia con este marco estratégico nacional, ha incidido directamente en su casi nula aplicabilidad.

Limitaciones y ventajas del uso del adobe

De la revisión de literatura respecto al tema ha sido posible identificar algunas limitaciones y ventajas atribuidas a la construcción en adobe, las mismas que se derivan de múltiples dimensiones (económicas, socio-culturales y ambientales) y sus interacciones. Desde la dimensión económica, autores como Guerrero (2011) y Gómez (2010) coinciden en que la arquitectura en tierra, ha resultado poco atractiva en el contexto comercial. Esta situación sin lugar a dudas, se encuentra relacionada con una limitación derivada desde la dimensión socio-cultural. Se reconoce que los avances tecnológicos y los paradigmas de progreso instituidos a inicios del siglo XX, desplazaron el interés por estas prácticas constructivas, asociándolas con pobreza y retraso, incidiendo progresivamente en el desuso de la arquitectura en tierra (Blondet, Villa, Brzev, 2003; Shittu, 2008; Neves, Faria, 2011; Pacheco, Jalali, 2012).

Adicionalmente se encuentran aspectos técnicos que plantean ciertas limitantes tales como la alta vulnerabilidad a fenómenos naturales como la lluvia por su porosidad (Neves, Faria, 2011), baja resistencia sísmica (Blondet, Villa, Brzev, 2003; Zami, Lee, 2008), presencia de triatomos y otras plagas dentro de las paredes de tierra (Little, Morton, 2011), limitantes respecto al aprovechamiento de espacio debido al ancho de las paredes. (Carangui, 2010), (Pacheco, Jalali, 2012) y dificultad de la construcción por su peso (Siavichay, 2012). Se suma a ello el hecho de que pocos países cuentan con una normalización o regulación de este sistema constructivo (Pacheco, Jalali, 2012).

Sin embargo es necesario mencionar que la mayor parte de estas limitaciones han sido superadas a través de una serie de investigaciones y prácticas empíricas. Por ejemplo, desde el punto de vista económico, el estudio desarrollado por Haesebrouk y Michiels (2011) demostró que el uso de un bloque de adobe in-situ puede llegar a ser hasta tres veces más barato que el ladrillo, y en cuanto a su accesibilidad –tierra- y a la facilidad de

³ Forma tradicional de trabajo colectivo basado en la reciprocidad, elemento central de la organización social de las comunidades andinas tradicionales. La institución de la minga, cumple una función social y de estatus importante, en la que el poder y los medios económicos pueden ser canalizados.

construcción, lo convierte en un recurso económico para un amplio grupo humano, más allá de su condición social.

Además de lo mencionado, la tierra como insumo tiene la flexibilidad de poder modificar sus condiciones naturales –en el caso de ser desfavorables- a través de procesos de estabilización en donde se regula la presencia de arcillas, pero sobre todo las proporciones relativas de todos los componentes del adobe. Al respecto F. Guerrero (2011, p.79) afirma que, “No existen buenos o malos materiales, sino adecuadas e incorrectas formas de utilizarlos”. Es importante también mencionar que en el proceso de preparar, transportar y trabajar el barro en el sitio, tan solo se necesita el 1% de la energía necesaria para fabricar hormigón armado (Minke, 2001).

Estas ventajas económicas del adobe, sobre los demás sistemas constructivos diseñados hasta el momento, se ven potenciadas por sus ventajas ambientales. El impacto ambiental de la construcción en tierra in-situ se considera bajo, pues necesita menor energía para producirlo y es 100% reciclable y reutilizable (Neves, Faria, 2011). Además, la fabricación del adobe y los procesos de construcción in situ con este material tienen el potencial de reducir las emisiones de CO₂ hasta 100 toneladas por año (Pacheco, Jalali, 2012). Durante su funcionamiento y vida útil, la inercia térmica del adobe permite el almacenamiento del calor, y su transmisión del exterior hacia el interior, teniendo en cuenta el espesor de muros y la orientación, reduciendo con ello el uso de sistemas mecánicos de ventilación o de calefacción.

Respecto a las limitaciones técnicas, varios tipos de revestimientos han sido ensayados para solventar problemas relacionados con la vulnerabilidad respecto la humedad (Neves, Faria, 2011; Jara, Rodas, Caldas, 2015). Similar situación frente al mejoramiento de resistencia sísmica del adobe. Estos estudios son de los más extensos y abundantes, donde se destacan los aportes del Instituto de Conservación Getty y la Pontificia Universidad Católica de Perú. Respecto a la presencia de plagas, autores como Eires, Camões y Jalali (2007) recomiendan el uso de mezclas de bactericidas para evitar este problema, así como pinturas vinílicas que actúan como fungicida en aquellas paredes de adobe carentes de revoque. Finalmente, en relación, a las afirmaciones sobre las limitantes constructivas, de diseño, en la altura, longitud, apertura de vanos entre otras, han sido rebatidas por autores como Bardou y Arzoumanian (1981), y Minke (2001) y otros, quienes afirman que el adobe ofrece gran variedad de posibilidades constructivas por su gran plasticidad, es muy fácil cortar y darle contornos, es óptimo para realizar bóvedas, cúpulas y viviendas irregulares o circulares. Como todo sistema constructivo tiene normas de diseño y construcción que deben ser consideradas para garantizar la estabilidad de las estructuras.

Como se ha observado, grandes avances se han dado a lo largo más de sesenta años de estudios de la arquitectura en adobe, donde la mayoría de las limitaciones identificadas han sido rebatidas. Sin embargo, llama la atención que en la actualidad, son grupos minoritarios los que sostienen esta práctica constructiva. También, resulta de interés del presente artículo el estudio de la relación producción-construcción en adobe, y los impactos que su disociación podría generar.

METODOLOGIA

Tras la revisión de fuentes secundarias –revisión de bibliografía- a diferentes niveles territoriales, contexto internacional, nacional y local, se puso en evidencia la relevancia del estudio de la arquitectura en tierra, sus limitaciones y los aportes teóricos y prácticos para solventarlas. A partir de estos hallazgos preliminares se desarrolló un análisis más profundo respecto a la realidad de América Latina, basada en el conocimiento derivado de expertos reconocidos a nivel internacional de la red PROTERRA. Para el proceso de recolección de información se utilizó la técnica aplicada de la entrevista semiestructurada y análisis de discurso. Sabiendo que los desafíos son multidimensionales, se plantearon preguntas que abordaron temas económicos, socio-culturales y ambientales de la construcción en adobe. Esta información fue complementada con entrevistas también semi-estructuradas aplicadas

a productores y constructores del contexto local (Cuenca y Susudel) lo cual permitió aproximarse al entendimiento de la cadena productiva de la arquitectura en adobe. Finalmente la integración de los hallazgos determinaron los retos que enfrenta la producción y construcción en adobe, para garantizar su solvencia como material y técnica que contribuye al desarrollo sostenible.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Dimensión socio-cultural

Respecto a la dimensión sociocultural, se ha identificado como una preocupación común a países como Ecuador, El Salvador, México, Colombia, y Chile, aquella que hace referencia una visión polarizada respecto al uso de la arquitectura en adobe. Por un lado, se trata de vínculo establecido, desde mediados del siglo XX, entre adobe con condiciones de pobreza, de retraso, de ruralidad, de desarraigo que han llevado a un progresivo desuso de este tipo de arquitectura. Por otro lado, el mundo contemporáneo y de manera antagónica, resulta preocupante la persistencia de este tipo de arquitectura, sostenida solamente por las élites económicas de estos países.

Uno de los técnicos ecuatorianos entrevistados, manifiesta que en la mente de la gente de "...sectores medios y bajos, el adobe es pobreza, la tierra es pobreza...". Según este mismo experto, este proceso de estigmatización del material constructivo creció con la agudización de la migración de ecuatorianos al exterior. Plantea que cuando los arquitectos trabajan con clientes migrantes, se nota que estos han retornado con una óptica diferente y ante la propuesta de construir con adobe existe siempre una respuesta negativa. Ellos "...tienen el conocimiento, tienen la tierra, pero no quieren construir con adobe...desde el punto de vista del status, tener una casa de adobe no apoya el ascenso en términos sociales". No así en estratos económicos altos de la sociedad ecuatoriana contemporánea, manifestando que por ejemplo en Quito, "...la construcción con tierra...esta infestada de gente que tiene dinero." En ese pequeño grupo se encuentran quienes "...hacen fincas vacacionales", así como indica de la existencia de extranjeros que "aprecian esta materialidad...tal vez más que nosotros".

Para el caso salvadoreño, la experta Núñez, se refiere a este tema como una "cuestión de extremos", haciendo referencia a que es una materialidad empleada por las personas con menores recursos por la facilidad de acceder a ella, al tiempo que recientemente se ha convertido también y en otro contexto territorial, en una materialidad de las élites: "...las personas que he conocido que construyen con este material [Manifiesta la experta salvadoreña] quieren tener un poco de cultura en su vivienda..." a lo que se suma "...el grado de confort que logran en una vivienda construida con tierra... así, ...la gente que tiene dinero quiere que se vea el adobe...para ellos eso tiene un valor cultural".

En el caso mexicano según Guerrero, ocurre algo similar, por una parte "...la gente pobre no quiere saber nada del adobe y entre la gente de dinero ahora está de moda...construyen hasta de bloque de cemento al que le ponen recubrimiento de adobe", manifiesta el experto mexicano.

A observar a la realidad colombiana, la experta Garzón señala que en el país se observa "un despertar" en relación con la arquitectura en tierra, asociado a estratos poblacionales específicos, que no son "la masa", es decir no es el pueblo, sino gente vinculada con "la ecología, la cultura, la academia y por la posesión de un gusto por la bioconstrucción". Enfatiza que "...ya paso el romanticismo de lo bonito, del pasado, del patrimonio", hoy se debe pensar en los "recursos disponibles y del sitio en que nos encontramos". También indica que en Colombia, el movimiento de la arquitectura en tierra no siempre está pensando en la autoconstrucción ni en lo popular, sino en un uso de los espacios rurales por parte de sectores con alto poder adquisitivo.

No deja de resultar llamativo el hecho de que si esta arquitectura esta estigmatizada en los sectores populares con los que se asocia como una parte constitutiva de su identidad ¿a

qué se debe que los sectores de elites económicas e intelectuales retomen esta arquitectura para sí?. Al parecer mucho tiene que ver en esta nueva apropiación, elementos de valoración de lo ancestral y de una conciencia medioambiental, conciencia que como remarca el experto ecuatoriano, "...no llega a los sectores pobres por más que se diga que es ancestral, que es tradicional...en sectores populares la gente quiere que se construya de bloque... mostrando así su cambio cultural", es decir romper con las "raíces" puede ser una señal de progreso desde los sectores populares, mientras que una adscripción de las elites con lo popular en el sentido de "ancestral" es indicativo de conciencia superior y equilibrada con el entorno, marcando nuevamente la distinción entre sectores.

¿Qué hacer para cambiar la imagen estigmatizada de la tierra y el adobe? resulta un tema recurrente. La experta portuguesa manifiesta que cada país tiene una realidad diferente y al entender estas múltiples realidades se podrá entender "...cuál es el mejor camino para cambiar la mentalidad. Así en Chile menciona la experta, "...cuando todo estaba ligado al patrimonio no había mucho interés sobre la arquitectura en tierra, más cuando empezaron a hacer arquitectura contemporánea con sismo resistencia, la imagen cambió". El experto chileno, Maldonado coincide con esta preocupación y manifiesta que lo primero que hay que hacer es borrar el perjuicio en la gente respecto a "que el adobe, que la tierra es un material de pobres..." Maldonado, muestra un discurso suigeneris a nivel latinoamericano, en el que si bien se reconoce la existencia de un mundo rural chileno que "...ha construido toda la vida en arquitectura de tierra...", este tipo de arquitectura no ha recibido fomento, no así la arquitectura urbana de tierra que aparentaría tener otra matriz, por lo que "...hay que eliminar ese paradigma de que la tierra es rural, idea que conlleva a la pobreza... las ciudades de Chile están construidas de tierra", aunque es una tierra distinta, lejana a la ruralidad y lejana a lo indígena, realidad que en otros espacios de Latinoamérica, la mayoría de ellos, está marcada por un intrincado mestizaje cultural y material desde la más temprana colonia hasta hoy.

Otra de las propuestas más o menos intencionadas sobre este tema, van asociadas a como las élites han reconocido esta materialidad y sus bondades como un elemento de distinción. Al respecto, Hasan Fathy (2003), arquitecto egipcio, referente mundial en torno a estudios y construcción de arquitectura en tierra, también realizó ejemplos de arquitectura en tierra para algunos grupos sociales económicamente o políticamente poderosos, reconociendo su incidencia directa en las formas y materiales de construcción que 'se imponen' sobre la población pobre, "esperando que en 20 años, los pobres los imiten".

Otro desafío identificado desde la dimensión socio-cultural y relacionado con el anterior, se refiere a la dicotomía entre tradición y modernidad atribuida a esta práctica constructiva. De acuerdo al experto mexicano, en este país, la construcción en adobe constituye un elemento asociado a la tradición, hecho que generalmente se articula con la ruralidad y en ocasiones con lo indígena y/o campesino, en donde algunas comunidades indígenas "cerradas", ven en la construcción con tierra su pasado, siendo un elemento que genera orgullo identitario.

En el caso chileno, el discurso sobre esta materialidad toma un giro total, la percepción de esta materialidad está vinculada con discursos de modernidad en donde la tradición juega un rol reducido, e incluso esta podría ser leída como síntoma de retraso, así frente a los procesos de remodelación de bienes edificados en este tipo de materialidad se plantea que "...la gente que busca una remodelación no busca exactamente que le quede igual... eso no le sirve en términos comerciales y en términos de bienestar psicológico, ellos necesitan un salto hacia la modernidad que cambie el concepto de donde viven...esas reformas se debe hacer en códigos contemporáneos". Esta posición plantea una separación de la línea discursiva de la arquitectura en tierra patrimonial latinoamericana, las comunidades indígenas mexicanas que han visto un elemento identitario en esta materialidad, lo que han hecho como en el caso chileno pero no desde lo urbano sino desde lo rural ha sido "...modificar detallitos de la construcción con tierra para sentirse modernos".

Un tercer desafío dentro de esta dimensión, para el caso de América Latina, tiene que ver con la pérdida de conocimientos asociados con la arquitectura en tierra. En el caso mexicano se menciona que esta pérdida ha generado también una pérdida de

autosuficiencia de las comunidades y con esto se han vuelto más vulnerables y dependientes. La experta nicaragüense Guillen, resalta la importancia del denominado know-how, es decir “el cúmulo de conocimientos previos conservados y transmitidos por la comunidad...”, para la construcción contemporánea en adobe. En atención a ello manifiesta que no se debe construir con tierra en sitios donde no existe la cultura del adobe, ya que si esto ocurre lo que se termina haciendo es una “imposición” de un sistema constructivo insostenible a lo largo del tiempo. Manifiesta que estas imposiciones harán que se edifique en esta materialidad mientras los técnicos que la impusieron estén presentes, luego “... va a ser abandonado, o lo van a convertir en una bodega... en todo menos en una vivienda, porque no es lo suyo”.

Sin embargo, esta preocupación no es común a todos los países latinoamericanos, por ejemplo, en el caso colombiano, la cultura de adobe –construcción en tierra- propio de los sectores rurales no se ha perdido, punto que como manifiesta la experta colombiana, es una variable de suma importancia ya que la gente no se ha olvidado como construir, “hay una mano de obra, una memoria y un conocimiento...”

Dimensión Económica

De acuerdo con Minke (2001) y Haesebrouk y Michiels (2011), la producción del adobe en el mundo contemporáneo, no está atravesada únicamente por consideraciones de orden técnico y por construcciones culturales, en su opinión, uno de los elementos que mayor peso tiene al momento de elegir una materialidad constructiva determinada, es aquella relacionada con la economía, es decir los costos que alcanza este tipo de obra. En este sentido, tampoco se puede generalizar una respuesta, ya que dependerá del país y fundamentalmente de la lógica constructiva, de si está asociada a una práctica tradicional fuerte, de si se aplicará in situ, si se realizará en espacios urbanos o rurales, de si se cuenta con mano de obra preparada para el manejo de tierra como material constructivo, de si aún funcionan lógicas cooperativas tradicionales, etc., es decir, de consideraciones múltiples, que tienen mucho que ver con el conocimiento de la cadena productiva del adobe y como el funcionamiento de la misma, evidencia sus potencialidades y disfunciones productivas (Porter, 2000; Kaplinsky, Morris, 2002).

Dependiendo de estas consideraciones, los costos subirán o bajarán frente a otros materiales prefabricados o no tradicionales, así, en el caso nicaragüense la experta entrevistada considera que dependiendo de la región del país la realidad puede cambiar, emplear el adobe para la restauración puede ser altamente costoso como un efecto de rebote fruto de la revalorización de edificaciones patrimoniales, lo cual ha encarecido la mano de obra experta y los materiales a niveles inalcanzables, de allí que, la percepción de este material y de las edificaciones construidas de adobe para los sectores populares en los casos de las ciudades de Granada y León es la de que, “...casas señoriales... para ellos no es una alternativa”, sin embargo esta realidad de los mencionados centros patrimoniales nicaragüenses, no es la misma del norte del país en donde el 60% de las viviendas rurales y urbanas se construyen de adobe, material denominado por la experta consultada como “...adobe contemporáneo vernáculo”, en donde esta materialidad no es sinónimo de riqueza y su costo ronda por “...la mitad del costo de una casa de concreto”.

En el caso salvadoreño, Núñez plantea lo contrario, se estima que los costos de la producción de adobes son costos “iguales o mayores” que aquellos de un material convencional con precios unitarios de \$USD 0,30 frente a un ladrillo cocido que ronda los \$USD 0,12 ; sin embargo, plantean que los análisis en este campo se deben hacer de manera global, es decir si se compara el costo de una edificación de otro material como el ladrillo cocido, que requiere de “mampostería confinada”, su costo será mucho más alto que una edificación de adobe que no requiere de un “marco de concreto reforzado”.

Otro tema que no se puede obviar al analizar el adobe es el sitio en donde se va a construir, asociado esto con la disposición de la materia prima, según los criterios emitidos por expertos de varios países, el hecho de que la producción sea in situ, es decir en el punto donde se edificará, reduce los costos, por el contrario si lo que se da es el acarreo del

material desde lugares distantes, los costos de la edificación en términos generales subirán, de allí que Núñez plantea que "...el adobe es económicamente factible solamente si se hace con material in situ y sobre todo nos puede generar esos costos de oportunidad si la gente autoproduce el material", caso contrario, "...puede resultar un costo más elevado que una vivienda con materiales convencionales..." Así desde estas premisas, el adobe es una material mucho más asequible a nivel de costos por que "...se puede autoproducir, porque se puede usar el recurso local, porque la gente puede participar en el proceso...". Algo similar expresa Orellana para el caso ecuatoriano, "...si voy a construir en un sitio donde la calidad del suelo no me da para eso, estoy encareciendo increíblemente el costo, ya que tendré que traer adobe fabricado de otra parte, tengo que traer la tierra que me va a servir de mortero... tengo que traer la tierra para el revoque. Si no tengo eso, mejor no construyo".

En México, los costos de un adobe varían de \$USD 0,20 a un \$USD 1,00, variación impulsada por el consumo de este material en "zonas turísticas donde se está volviendo un material de lujo, que por una parte genera recursos para los sectores productores tradicionales de adobe, pero que evidencia una vez más la contradicción cuando los sectores artesanales de producción fabrican con estos excedentes "...sus casas de cemento".

El caso colombiano, resulta de especial interés para el análisis de la producción y uso del adobe contemporáneo, por una parte, según manifiesta Garzón, "...en Colombia se está formando una industria en torno a la producción con tierra" lo que muestra una nueva lógica productiva, sin embargo, plantea la existencia de un problema fundamental, no existe claridad en lo referente al control de calidad a lo largo de la cadena productiva, este problema según manifiesta está encadenado con la falta de conocimiento de los clientes incluidos los profesionales para quienes la tierra continua siendo un material desconocido "...no sabemos porque no tenemos formación en la universidad, porque nunca lo hemos hecho, porque nadie nos lo dijo, porque no lo investigamos...", este problema genera que se venda adobe de muy baja calidad con todos los riesgos que esto implica.

Además se plantea como fundamental el conocimiento de las cadenas productivas y cadenas de valor, la experta colombiana manifiesta que como ya sucedió en el caso de la guadua, el conocimiento de la cadena de valor "...genera una nueva forma de entender los materiales naturales y esto ha generado un mercado que está empezando a ser un boom, que genera modas que son interesantes, ya que uno aprovecha esa situación para hacer propuestas innovadoras que las trascienden".

Al respecto del caso ecuatoriano, la presente investigación observó que la cadena productiva del adobe es aún difusa en cada uno de sus eslabones, sin embargo, a través de entrevistas a constructores y productores locales ha sido posible esbozar una primera aproximación, sintetizada en la figura 1.

En términos de los eslabones de esta cadena, los "intermediarios", son quienes según su apreciación, sacan mayor provecho de esta actividad, ya que compran al productor artesanal barato y venden a las "obras" a precios elevados, sin que se sepa con exactitud la procedencia y la calidad del producto. Sin embargo, contrario a la idea de tratar de eliminar este eslabón de la cadena, se debería profundizar su estudio para identificar mecanismos de control. Ello sobre la base de estudios de otros productos artesanales, en los que los intermediarios cumplen un papel fundamental en la cadena productiva y en el momento que estos no están presentes la producción se detiene o se ve seriamente afectada.

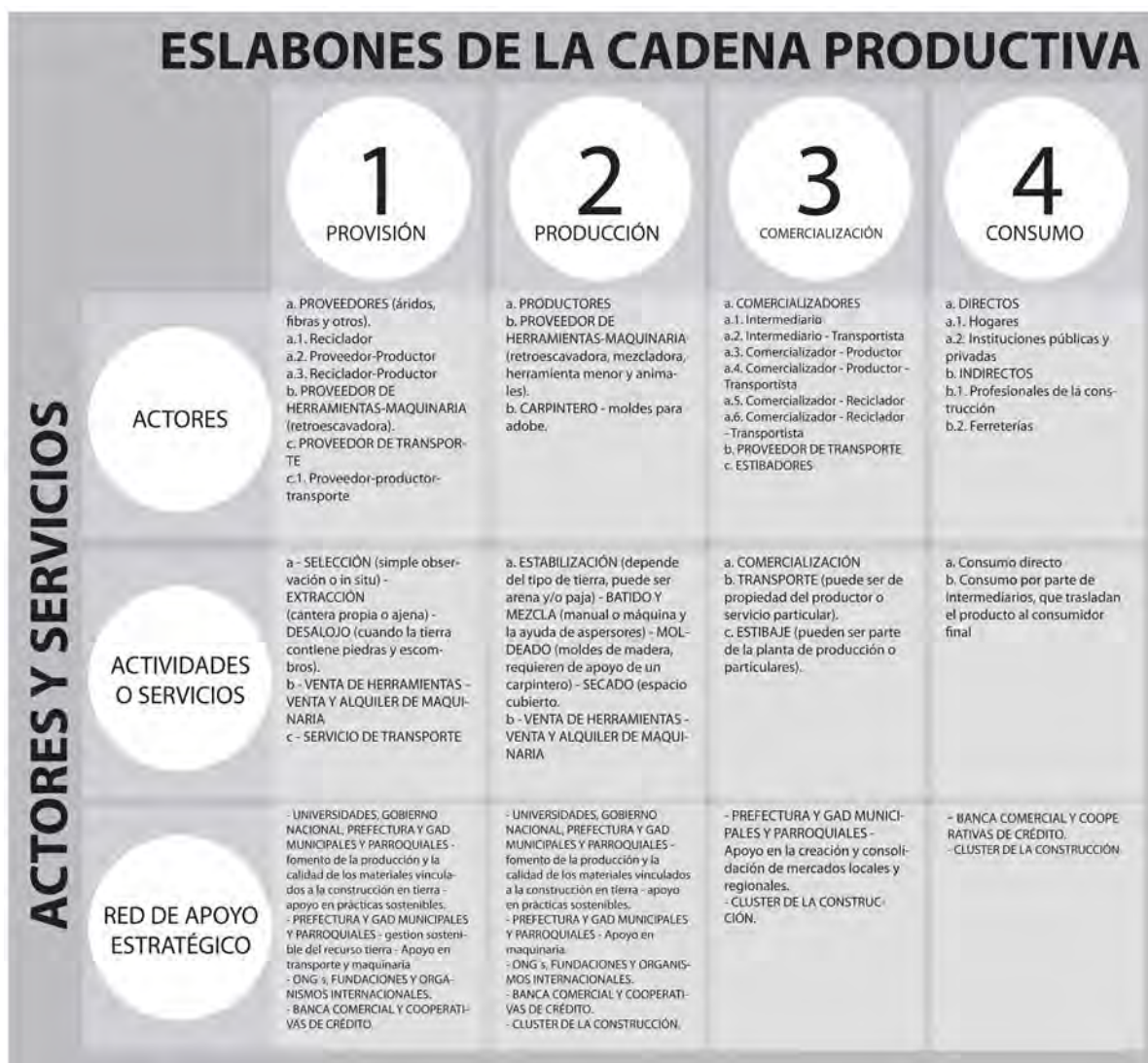


Figura 1. Esquema de los eslabones de la cadena productiva del adobe identificada para el caso ecuatoriano Fuente: VliRCPM 2016.

Dimensión ambiental

El análisis de la dimensión ambiental pone de manifiesto los desafíos presentes desde el ámbito construido y natural. Respecto al ámbito construido, se resalta la importancia de mejorar la práctica constructiva en tierra, considerando criterios técnicos y de diseño sísmico resistente. Criterios técnicos, que en términos de la experta colombiana, implican entender el material "...dialogar con él...". Señala como una de las malas prácticas comunes a la construcción en tierra, el uso excesivo de elementos acrílicos, polivinílicos, PDA "...que son muy buenos porque impermeabilizarán...pero le quita toda la capacidad de respirar a la tierra...". Al respecto, señala que los empañetes de cal y arena son los que más favorecen la capacidad de respirar e impermeabilizar.

Si lugar a dudas, las múltiples catástrofes acontecidas han dejado huella en la confianza de la gente frente a la tierra como material constructivo. Al respecto, se observó que tras los terremotos que afectaron El Salvador en décadas pasadas, la gente con mayores limitaciones económicas, rescataba los adobes de las edificaciones colapsadas para reconstruir sus viviendas. Por otro lado, los nuevos ejemplos de arquitectura en adobe, desarrollada por el estrato poblacional con mayor poder adquisitivo, ha introducido nuevas formas en sus edificaciones, las cuales de no ir de la mano de profesionales capacitados podrían constituir un riesgo inminente.

Dada esta vigencia del uso del adobe, la estrategia debería considerar "...reconstruir con el mismo material que es el recurso existente, pero con criterios técnicos que le dieran seguridad, para evitar así reconstruir la misma vulnerabilidad...". La experta salvadoreña enfatiza que no se puede dejar de recordar, que la tierra es un material altamente impredecible, a diferencia de materiales convencionales como el concreto en los que se conoce el comportamiento y para el que existen normativas internacionales claras. Para tal efecto, FUNDASAL⁴ ha implementado un sistema de adobe reforzado "...tratando que la gente adquiriera una cultura de prevención ante los sismos...".

La realidad es diferente para el caso colombiano, en donde se deja claro que si se sabe que la vulnerabilidad del adobe frente a los sismos es muy alta, "... ¿Por qué seguimos insistiendo en el siglo XXI en seguir haciendo las cosas como en el XVI?... hemos recorrido 450 años...". En su opinión, plantea que se debe conservar lo que hay construido en adobe, pero frente a la obra nueva manifiesta que se debe hacer "...fusiones...hay que ver las potencialidades de cada cosa...". Propone un cambio de visión, que vaya más allá de la mirada romántica que busca continuar haciendo las cosas porque en el pasado se hicieron así, para incluir otras expresiones materiales de la tierra como el bahareque, válido especialmente en zonas sísmicas. Se debe "...reconocer cuales son las potencialidades y limitaciones de cada técnica...".

De la mano de un personal calificado que entienda la práctica constructiva en adobe y la ejecute de manera responsable, resulta fundamental la existencia de un marco normativo que regule la construcción en tierra y dentro de ella, en adobe. Al respecto se señala que en décadas anteriores, algunas normativas nacionales incluso prohibían la construcción en este material, tal es el caso chileno en la que recientemente se ha incluido una "...recomendación a cerca de la conservación de los elementos de adobe...". Sin embargo, realidades como la México DF, aún está "...expresamente prohibida la construcción en adobe". El experto mexicano, señala que esta prohibición últimamente se ha flexibilizado, sin embargo se sustenta en una normativa en la que el adobe posee una resistencia 0, es decir "...no pasa los límites estructurales..."

En el caso colombiano existe la norma NTC5324 (2004) que "...permite construir con bloque de tierra comprimida (BTC), siempre y cuando se confine entre los muros...igualmente existe una norma para el empleo del bahareque encementado y se está haciendo una norma para patrimonio a nivel de centros de recuperación de monumentos históricos", sin embargo para el adobe aún no existe una Norma, y si bien esta va a existir para patrimonio "...no existirá para vivienda nueva ni contemporánea..." no se puede construir en adobe a no ser que sea confinándolo en madera o concreto, hecho que se convierte en un limitante.

Otra de las discusiones contemporáneas sobre el adobe se refiere a su subsistencia en espacios urbanos. Expertos de Ecuador, México y Colombia, coinciden en que el potencial de las edificaciones de adobe va de la mano con la construcción in situ, hecho que requiere de la disponibilidad del material y la mano de obra en el mismo sitio donde se levantará la edificación. Sin embargo, esto en espacios urbanos cada vez es más complejo. A ello se suman las presiones por optimizar el recurso suelo en las ciudades como uno de los grandes limitantes técnicos para el uso del adobe en áreas urbanas. Al respecto, en el caso mexicano se menciona "...que en lugares de desarrollo urbano, los espesores del muro que se requieren para construir con tierra la convierten en insostenible". "el adobe reduce el área útil de una edificación y esta es una consideración fundamental cuando se construye en espacios cada vez más limitados en su superficie". Para el caso de Ecuador, se enfatiza la pérdida del conocimiento técnico del trabajo en tierra en áreas urbanas, así como la escasez del material.

De esta situación se desprende que, en áreas urbanas el uso de esta materialidad en la actualidad, este asociada principalmente con actividades de restauración y conservación de

⁴ Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, sin fines de lucro, no gubernamental, que opera y trabaja por la población excluida de El Salvador desde 1968.

edificaciones históricas, en donde los materiales pueden ser reciclados e incluso adquiridos desde fuera o pensar en "...urbanizar la arquitectura en tierra" pero racionalizar todos los recursos a través del uso de otros sistemas constructivos, como el bahareque.

Respecto al ámbito natural, la escala de producción es un tema de central importancia. La experta colombiana, utilizando como analogía la realidad del uso del ladrillo en la ciudad de Bogotá -donde más del 80% de las edificaciones poseen esta materialidad- expresa que se "...ha tumbado montañas para suplir la demanda de ladrillo...eso mismo puede pasar con el adobe... la tierra no tiene regeneración, no es renovable", por lo tanto los impactos negativos a nivel medioambiental, contrario a lo que se aspira, podrían ser intensificados.

En este sentido la experta colombiana manifiesta que el proceso industrial de adobe es en cierta forma contradictorio con la lógica tradicional, así, "La fábrica más grande de adobes del mundo ubicada en Nuevo México, EEUU; produce 30.000 adobes diarios..." hecho que engendra la contradicción en temas tales como la "...generación de mano de obra, la estimulación del sector económico de la gente que participa en el proceso..." debido a la mecanización del sistema. Según el experto mexicano, se debe promover una producción no industrializada pero si masiva regulada donde además se incorporen mejoras en el producto y garantizando su duración.

Por otro lado, según la experta colombiana, se insiste en observar otras técnicas constructivas en tierra como el bahareque "...que no usa tanta tierra, no hace falta tanto esfuerzo para traerla y solo con sacar el material de cimentación y pude ser suficiente para levantar las paredes".

CONCLUSIONES

No cabe duda de la importancia pasada y presente del adobe en el contexto latinoamericano, hecho que se pone de manifiesto en los discursos de los expertos de la región. Sin embargo es necesario tener un conocimiento profundo de cada uno de los componentes culturales, económicos y ambientales que subyacen en cada realidad territorial, y posteriormente materializar estrategias y normativas que garanticen la sostenibilidad de la producción y construcción en adobe.

El análisis discursivo de las opiniones de los expertos ha mostrado ciertos ejes relevantes a nivel latinoamericano en los que se debe poner especial atención; así, desde una perspectiva sociocultural, el adobe contemporáneo subyace en medio de un proceso de tensión entre lo tradicional, que alimenta la identidad con tintes ancestrales, asociados con lo popular y a su abandono frente a la estigmatización. Por otro lado la modernidad se encuentra vinculada a la innovación de esta materialidad pero desde sectores de élite, para los que la ancestralidad y el respeto al medio ambiente tienen un nuevo matiz. Respecto al fenómeno de elitización de la arquitectura en tierra, preocupa la permanencia en el tiempo que pueda llegar a tener una de las prácticas constructivas que según el discurso, constituye una de las alternativas potentes para construir comunidades más sostenibles.

Queda claro que la sostenibilidad de la arquitectura en adobe, tiene como sustrato histórico la existencia de su práctica in situ, que a su vez entraña la figura de lo comunitario (minga para el caso andino), la cual garantiza su viabilidad productiva y cultural a partir de la práctica y transmisión de estos conocimientos de una generación a otra. La materialidad (tierra / adobe), elitizada o promovida de manera impositiva, incide directamente en su continuidad en términos culturales. Las nuevas formas de producción separadas espacialmente de la construcción en adobe y, a escalas industriales, podrían ser altamente nocivas y desvirtuar las potencialidades de este sistema constructivo, desde todos los puntos de vista estudiados (medioambiental, socio cultural y económico).

La investigación pone a la luz la necesidad de profundizar estudios en relación al recurso suelo, como materia prima. Por un lado, se señala que la materialidad no es el problema sino la técnica constructiva, sin embargo, por otro lado, se reconoce los altos costos ambientales y económicos implicados en los procesos de mejoramiento de la calidad del

suelo para la producción de adobe. Además, la investigación revela la importancia de incorporar a los sistemas tradicionales de construcción en adobe, parámetros de calidad en su producción y construcción de tal manera que se incida positivamente sobre los prejuicios de este material.

Finalmente, enfatizar que al perder la capacidad de construir –*know how*- y la priorización de recursos foráneos por sobre los locales, no solo se pone en riesgo la conservación de patrimonios (tangibles e intangibles, económicos y naturales) sino por sobre todo, se está perdiendo autosuficiencia y se robustece la vulnerabilidad y dependencia de las comunidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achig, M. C., Zuñiga M., Van Balen, K., Abad, L. (2013). Sistema de registro de daños para determinar el estado constructivo en muros de adobe. *Maskana*, 4 (2), 71-84. Ecuador: Universidad de Cuenca
- Agüero, J., Cerón, J., Gonzáles, J., Méndez, T. (2015). Análisis estructural de dos muros de adobe con diferente sistema de aparejo. 15° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, p.631-642. Cuenca, Ecuador: Proyecto vlrCPM/Universidad de Cuenca/Red PROTERRA.
- ASTM E2392/E2392M-10e1, Standard guide for design of earthen wall building systems. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2010. Disponible en <https://www.astm.org/Standards/E2392.htm>. Accesado en 22/07/2015
- Bardou, P.; Arzoumanian, V. (1981). Arquitecturas de adobe. Barcelona, España: Ed. Gustavo Gili, 2ª Edition.
- Blondet, M., Villa, G., Brzev, S. (2003). Construcciones de adobe resistentes a los terremotos. Oakland, California: Earthquake Engineering Research Institute. Disponible en: http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Adobe_Tutorial_Spanish_Blondet.pdf
- Carangui, S. (2010). Estudio de los sistemas constructivos tradicionales en madera. Tesis de Grado. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca. Ecuador
- Cevallos, P. (1992). Las construcciones en tierra en Ecuador. Innovaciones tecnológicas. *Revista INVI*, Vol 7, n. 16, 18-25. Disponible en <http://www.revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/156/651>. Acceso en 05/05/2015
- Eires R, Camões A, Jalali S. (2007). Eco-efficient mortars with enhanced mechanical, durability and bactericidal performance. En: Bragança, L.; Pinheiro, M.; Jalali, S. Materus, R. Amoêda, R. Guedes, M. C. Portugal SB07. Sustainable construction, materials and practices - Challenge of the industry for the new millennium: Portugal: Universidade do Minho, Instituto Superior Técnico, IOS Press. p. 880-886
- Fratini, F., E. Pecchioni, L. Rovero, U. Toniatti, (2011). The earth in the architecture of the historical centre of Lamezia Terme (Italy): Characterization for restoration. *Applied Clay Science*, 53, 519-516.
- Gómez, J. E. (2010). Vivienda efímera urbana: ¿arquitectura vernácula? *dearq07*, p 136–143. Disponible en: http://dearq.uniandes.edu.co/sites/default/files/articles/attachments/dearq_07_-_11_gomez.pdf. Acceso en 05/05/2015
- Guerrero, F. (2011). Conservación del patrimonio construido con tierra. En II Encuentro PRECOMOS. Seminario taller de tecnologías y restauración de obras en tierra. Universidad de Cuenca, Ecuador p.73-83.
- Haesebrouck, L.; Michiels, T. (2011). Improving durability of adobe. A case study for Cuenca, Ecuador. Katholieke Universiteit Leuven.
- Hassan Fathy (2003). Artifex. Disponible en: <http://www.artifexbalear.org/hfathy.htm>. Accesado en 22/07/2015
- Houben, H.; Guillaud, H. (1989). Earth construction: A comprehensive guide. Marseille, Francia: CRATerre-EAG, Intermediate Technology Publications
- INEC (2010). VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010. Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos

INPC (2009). Patrimonio cultural inmaterial. Referencia al inventario del patrimonio cultural de bienes inmateriales. Disponible en: http://abacoweb.inpc.gob.ec:10080/inpc/OpcionesReportesPublico.seam?vista=inpc.imt_inmateriales_public_view&titulo=Bienes+Inmateriales

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2004). NTC5324 – Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones. Especificaciones, Métodos de ensayo. Condiciones de entrega. Bogotá, Colombia: INCONTEC

Jamieson, R. (2003). De Tomebamba a Cuenca. Arquitectura y arqueología colonial. Quito, Ecuador: Ed. Abya-Yala..

Jara, D., Rodas, T., Caldas, V. (2015). Las innovaciones tecnológicas como respuesta a las debilidades y aprovechamiento de potencialidades en el sistema constructivo tradicional del adobe. 15° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, p.500-513. Cuenca, Ecuador: Proyecto VliirCPM/Universidad de Cuenca/Red PROTERRA

Kaplinsky, R.; Morris, M. (2002). A handbook for Value Chain Research, (September). Disponible en <http://oro.open.ac.uk/5861/> Accesado en 22062015

Little, B.; Morton, T. (2001). Building with earth in Scotland: Innovative design and sustainability. Scottish Executive Central Research Unit, Edinburgh, Scotland.

Lopez, M. (2011). Reinterpretación de la arquitectura vernácula habitacional: Hassan Fathy y Charles Correa. Escolla Superior de Gallaecia. Disertación de Maestria Integrado en Arquitectura y Urbanismo. Disponible en https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/8678/1/Mateo_lopez_aboy_dissertacao.pdf. Acceso en 02062015

Minke, G. (2001) Manual de construcción en tierra: La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura tradicional. Editorial Nordan-Comunidad, Uruguay, 222 pp.

Neves, C.; Faria, O. B. (org.) (2011). Técnicas de construcción con tierra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponible en <<http://www.redproterra.org>>

Pacheco-Torgal, F.; Jalali, S. (2012). Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. *Construction and Building Materials*, 29, p 512–519.

Pesantes, M; Gonzalez, I. (2011). Arquitectura tradicional en Azuay y Cañar: Técnicas, creencias, prácticas y saberes. En series estudios. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural INPC. Ecuador.

Porter, M. E. (2000). Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic Development Quarterly*, 14(1), 15–34. Disponible en <http://doi.org/10.1177/089124240001400105>. Accesado en 22062015

Shittu T. (2008). Earth construction in Nigeria: challenges and prospects. 5th International conference on building with earth – LEHM Weimar, Germany.

Siavichay, D. (2010). Adobe en la construcción: Propuesta de mejoramiento de las características técnicas del adobe para la aplicación en viviendas unifamiliares emplazadas en el área periurbana de la ciudad de Cuenca. Tesis de Grado. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca. Ecuador

UNESCO (2012). Inventaire de l'architecture de terre. Programme du Patrimoine Mondial pour L'architecture de terre. Disponible en <http://whc.unesco.org/fr/documents/116829>. Accesado en 22092015

Zami, M.; Lee, A. (2008). Using earth as a building material for sustainable low cost housing in Zimbabwe. *The Built and Human Environment Review*, 1, 40–55.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al equipo de investigación del proyecto VliirCPM, especialmente al Director Fausto Cardoso y los asistentes David Jara, Tatiana Rodas, Victor Caldas y Diego Fajardo por su colaboración en el proceso. Además expresan su gratitud a los expertos internacionales entrevistados, por sus importantes aportes para la concreción del presente artículo.

AUTORES

Gabriela García, candidata a doctor por parte de la KU Leuven, Bélgica y Universidad de Cuenca, Ecuador. Su investigación se relaciona con los procesos de activación del patrimonio cultural edificado como recurso para el desarrollo. Especialista en Gestión del Patrimonio Cultural por parte de la Universidad de Buenos Aires, Argentina; Máster en Educación; Arquitecta; Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca e Investigador del Proyecto VlirCPM, con experiencia en la intervención de bienes arquitectónicos.

Jorge Amaya, candidato a doctor por parte de la Universidad de Valencia, España, su investigación versa sobre metodologías de gobernanza territorial aplicadas a la gestión del patrimonio desde un enfoque del capital social. Máster en Gestión y Promoción del Desarrollo Territorial por la Universidad de Valencia, Licenciado en Economía por la Universidad de El Salvador, actualmente se desempeña como investigador principal en el proyecto VlirCPM de la Universidad de Cuenca, Ecuador.

Santiago Ordóñez Carpio, Master en Antropología e Historia Andina, Docente de Antropología en la Facultad de Artes de la Universidad de Cuenca e investigador del Proyecto VLIR-CPM en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de este centro de estudios superiores. Exdirector de la Regional 6 del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador.



LA CONSTRUCCIÓN DE ADOBE EN LA MEMORIA Y NO EN LA PRÁCTICA, MALINALTENANGO, MÉXICO

Aarón David Piña Martínez¹; Martha Leticia Hernández García²

Posgrado en Estudios Mesoamericanos UNAM, México, ¹ngata_hll@hotmail.com; ²martha26_2012@hotmail.com

Palabras clave: adobes, memorias, materiales, recuperación de técnicas

Resumen

La comunidad de Malinaltenango es un asentamiento que conserva casas de adobe, al parecer uno de los principales motivos de que se encuentren aún estas construcciones es que los recursos económicos no son suficientes para derrumbarlas y construir con otros materiales, este argumento se basa en las entrevistas realizadas en 2015 como respuesta a la pregunta sobre la decisión de conservar sus habitaciones de adobe y las ampliaciones con materiales tales como ladrillo y bloque de hormigón. Otro de los aspectos que permiten la conservación de estas casas es que son bioclimáticas, es decir, cuando hace calor son frescas y cuando hace frío son cálidas. A pesar de lo anterior muchas familias optan por deshacerse de ellas por verlas de menor calidad que una casa de otro material, lo que aparentemente les da más estatus. Se determinó el título de “La construcción de adobe en la memoria y no en la práctica” porque sigue en la memoria de algunos habitantes el proceso de manufactura de los adobes pero tienen mucho tiempo sin elaborarlos, es por esto que se busca rescatar la tradición que durante generaciones llevó a construir su patrimonio con este material.

1 INTRODUCCIÓN

Desde 2015 se está realizando un proyecto de conservación de casas de adobe en la comunidad de Malinaltenango, Ixtapan de la Sal, Estado de México, pues muchas de ellas se han visto afectadas por agentes naturales y culturales. El primer paso fue censar las casas y los problemas de conservación a los que se enfrentan. En el artículo anterior (Piña, 2015) se realizó un análisis estadístico de las casas construidas con adobe en dicha comunidad, las cuales se han visto en problemas de conservación y mantenimiento a raíz del abandono y cambio de materiales de construcción en las viviendas.

Este artículo es la segunda parte del programa de mantenimiento. En esta etapa las entrevistas se concentraron en las personas involucradas directamente en la elaboración de adobes para la construcción de sus hogares, con el fin de conocer y registrar los materiales y el procedimiento para su producción. Posteriormente se realizaron seis pruebas de adobe que consistieron en seis muestras diferentes de tierra y tres tipos de pasto (figura 1).

Dado que el proceso de elaboración de adobes en la comunidad fue transmitido de generación en generación, en las pruebas realizadas se observó que la mezcla varía por el lugar de extracción de tierra y tipo de pasto, ambos suelen ser los más cercanos al lugar de producción. Actualmente los habitantes no construyen con adobe, y las técnicas de mantenimiento se dan con materiales aplicados a casas de bloque y ladrillo, es decir, con mezclas que incluyen cemento.

Para realizar la investigación el proyecto ha tenido la suerte de contar con el apoyo de la comunidad para rescatar la tradición de construcción con adobe, un tema que no se ha perdido del todo pues aún quedan algunas personas que mantienen el recuerdo de la manufactura de adobes, si bien llevan más de tres décadas sin elaborarlos su ánimo para transmitir su conocimiento es admirable.

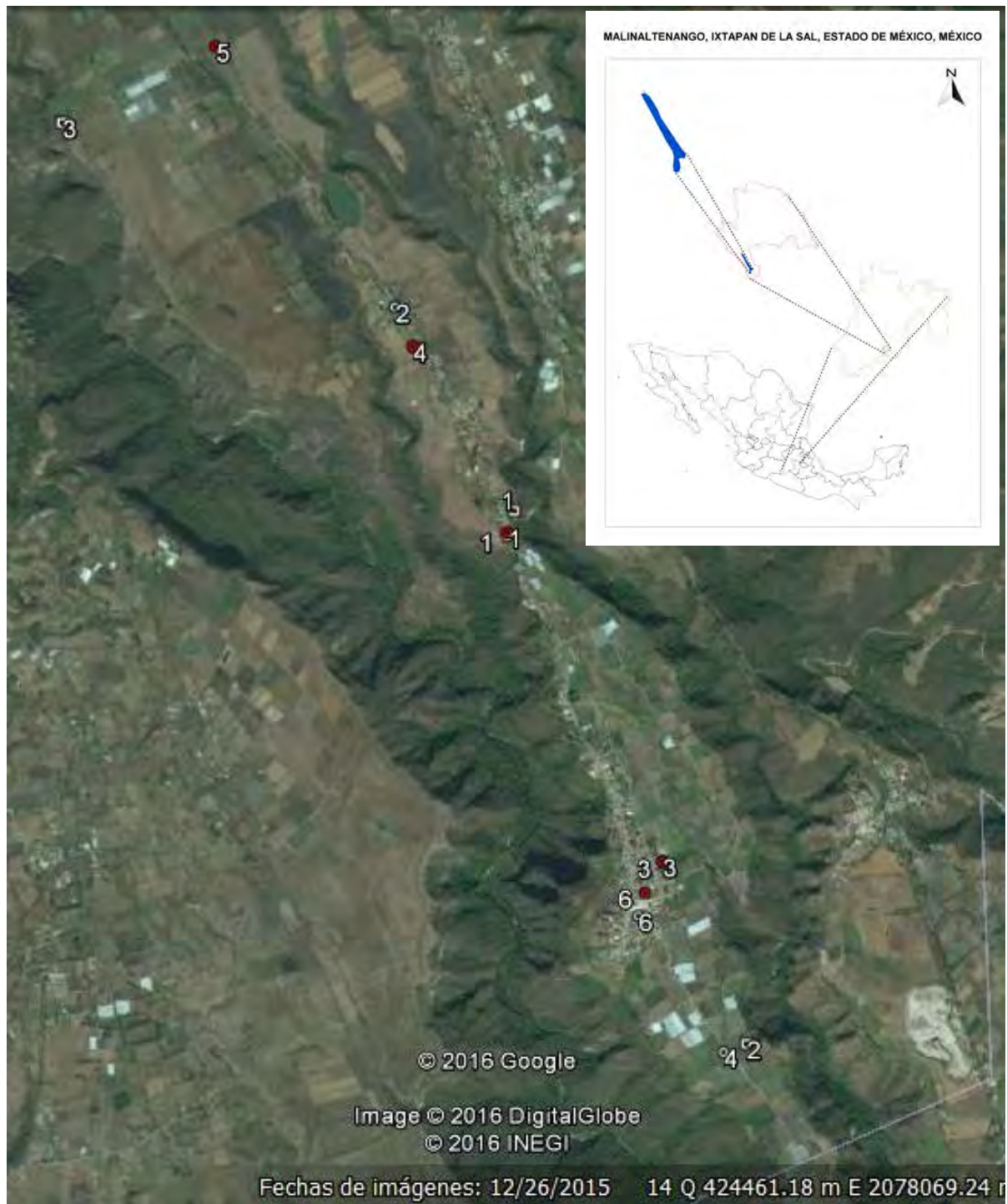


Figura 1. Ubicación de la comunidad de Malinaltenango y los lugares de prueba y obtención de materiales: círculos blancos corresponden a los lugares de extracción de la tierra; círculos rojos a los espacios de producción de las muestras; y cuadros blancos a los lugares de recolección de pasto. Imagen satelital de Google Earth 2016; mapa general de ubicación elaborado en Mapa Digital de México INEGI.

2 OBJETIVO

El objetivo principal de esta investigación es recuperar la tradición de la elaboración de adobes para la construcción de viviendas, esto mediante entrevistas que llevaron a la identificación de bancos de extracción de materiales: tierra y pasto. La información sirvió para elaborar adobes muestra con el fin de conocer el funcionamiento de los materiales de acuerdo a las instrucciones de elaboración dadas por los habitantes.

3 METODOLOGÍA

La metodología utilizada se basó en dos aspectos principales: por un lado se realizaron entrevistas para obtener la información respecto al procedimiento para la manufactura de adobes; y por el otro lado, la práctica directa en la fabricación de los moldes, la obtención de los materiales y la producción de adobes de prueba.

3.1 Proceso de la información obtenida de las entrevistas

En el comienzo del proyecto en 2015 (Piña, 2015) se recolectaron los datos estadísticos de las casas de adobe, así como su condición e historia general de ocupación. La relación de los habitantes con la construcción de las viviendas se presenta en baja proporción ya que sólo 18 casas de las 149 registradas fueron construidas por los habitantes actuales. Con este dato se realizaron entrevistas a aquellos habitantes que se involucraron en la producción de adobes para edificar su casa, se lograron recuperar cinco relatos de la elaboración de las adoberas (moldes), obtención de los materiales y manufactura de los adobes.

Las entrevistas fueron capturadas mediante una grabadora digital marca Sony modelo ICD-PX333D. Durante las mismas se midieron adobes de diferentes casas para reproducir las adoberas, también se pidieron los permisos para la obtención de tierra, pasto y agua, así como de los lugares donde se harían y resguardarían los adobes durante su secado.

3.2 Elaboración de las adoberas y adobes

Con los datos referentes a las adoberas se armaron tres moldes con tablón de madera de pino radiata (*Pinus radiata*), la elección de esta especie no tuvo ningún motivo en especial ya que los entrevistados mencionaron que se podía utilizar cualquiera tipo de madera. Las medias de los moldes fueron las siguientes: 53 cm x 23 cm x 14,5 cm; 54 cm x 29 cm x 14,5 cm; y 56 cm x 23 cm x 14,5 cm. Es necesario mencionar que la altura constante de 14,5 cm corresponde a las medidas originales del tablón (figura 2). El armado se hizo con clavos de 7,62 cm para madera, en las primeras muestras de adobe se ocuparon tal cual las adoberas, posteriormente se le agregaron asas y se lijaron en su interior para que el material se pudiera desmoldar con mayor facilidad.

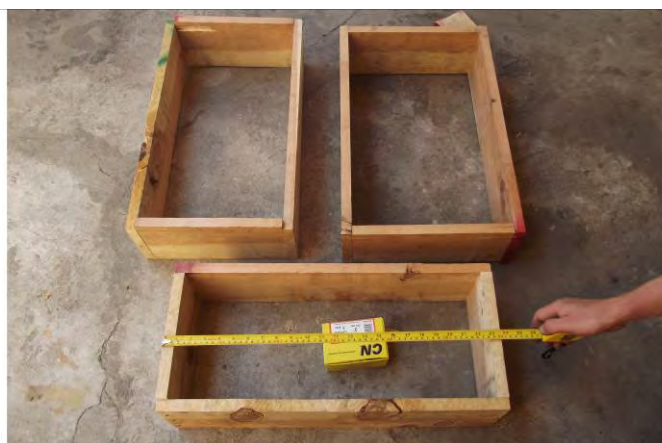


Figura 2. Adoberas sin asas hechas con madera de pino radiata.

Como se mencionó, las medidas de las adoberas corresponden a las dimensiones de los adobes registrados en dos casas, el tamaño de más de 50 cm de largo según los habitantes es diagnóstico para las construcciones más antiguas, ya que los adobes más recientes miden cerca de 30 cm.

Una vez armadas las adoberas se regresó a la comunidad para la elaboración de los adobes muestra. El primer paso fue recolectar pasto seco de la orilla de la barranca (del lado este de la comunidad), el cual se utilizó para cuatro de las muestras (en las muestras 1, 2, 3 y 6),

también se utilizaron dos pastos más proporcionados por los habitantes donde se realizaron las otras muestras (figura 3).



Figura 3. Los tres tipos de pasto utilizado: 1) en las muestras 1, 2, 3 y 6; 2) en la muestra 4; 3) en la muestra 5.

El trabajo general para la elaboración de adobes se basa en la recolección de tierra, regularmente se usa la más cercana al lugar de manufactura, aunque en las entrevistas se mencionó que en casos extraordinarios la tierra se traía de otros lugares porque el terreno de construcción carecía del material. La calidad de la tierra y la percepción de la composición adecuada no es un término homogéneo, pues cada entrevistado argumentó que la tierra que usó para elaborar los adobes es la idónea, esto se resume en que cualquier tierra es apta, pero hay preferencia hacia las tierras limosas y arcillosas [que] sobre las arenosas.

El pasto seco es una materia prima que se consigue en los terrenos no cultivados y no construidos, principalmente sobre las laderas de las barrancas donde no se lleva ganado a pastar. Al igual que la tierra cada habitante asegura que el pasto que usó es el eficaz, así que éste también es un elemento que funciona en todas sus variedades disponibles, la cantidad que se agrega a la tierra es variable.

El agua se agrega conforme se avanza el mezclado de la tierra, éste se hace pisando la tierra, a lo que los habitantes mencionan: “se baila y se baila sobre el lodo” (figura 4). Una vez que la mezcla se dispersa durante ese baile sobre el lodo, se junta nuevamente con el azadón, se repite el proceso hasta desintegrar las concreciones de tierra y lograr una mezcla homogénea. Algunas personas recomendaron dejar reposar la mezcla por lo menos una hora y hay otras que dijeron que se puede usar una vez que se obtiene la consistencia deseada.

Posteriormente se moja la adobera para que sea más fácil removerla cuando se haya rellenado con la mezcla. Para llenar la adobera se va agregando lodo en pequeñas porciones, éste se empuja con las manos para sacar el aire y no dejar huecos, una vez que se cubre completamente el molde se alisa la superficie ya sea con la mano o con una tabla mojada. El desmolde es prácticamente después del alisado, pero en las primeras muestras se tuvo complicaciones por la superficie áspera de la madera, esto se solucionó lijando el interior de la adobera y agregando asas para facilitar la maniobra.

Para la primera muestra se recolectó tierra que se saca del canal de riego que corre a lo largo del asentamiento, a esta tierra se le llama *atocle*, palabra conservada del náhuatl *atocltli* y de significado: tierra gruesa, húmeda y fértil (Molina, 2008); su composición es muy arcillosa y de color gris oscuro. La elaboración se efectuó en un patio techado, la mezcla se hizo con la ayuda de un azadón para juntar el material pero la mezcla final se realizó con los pies descalzos¹. El pasto se cortó en secciones de 5 cm aproximadamente y se fue

¹ video disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=aWgPCfVcZd4>

agregando conforme se avanzaba la mezcla, el agua también se añadió de la misma manera. Las cantidades de pasto y agua fueron arbitrarias ya que las indicaciones de los habitantes están basadas en el conocimiento empírico y no en la sistematización de los procesos que determinen cantidades exactas. Este mismo caso se dio con las otras pruebas, en donde ellos indicaban una cantidad inicial, la cual podría aumentarse durante el proceso.

Con este material se hicieron dos adobes: uno de 54 cm x 29 cm x 14,5 cm y otro de 56 cm x 23 cm x 14,5 cm. El desmolde se realizó cerca de una hora después ya que las adoberas no se habían lijado y el material estaba muy adherido, incluso se usó una cucharilla de albañil para despegar lo más posible. Los habitantes de la vivienda se encargaron de levantar los adobes tres días después de la elaboración.



Figura 4. Proceso de elaboración de adobes, concretamente de la muestra 4: 1) preparación de tierra y agregado de pasto seca; 2) revoltura a pie descalzo y azadón.

Para la segunda muestra se utilizó material que se extrae de una pileta de almacenamiento de agua para la comunidad, esta tierra es más limosa y de color café claro y se usó el mismo pasto. La tierra se trasladó hacia donde se hicieron los primeros adobes. Sólo se elaboró un adobe de 54 cm x 29 cm x 14,5 cm, el cual no se logró desmoldar al momento y los habitantes lo desmoldaron tres días después de la elaboración, el adobe se levantó una semana después de su manufactura.

La tercera muestra se realizó con un material muy arenoso y se obtuvo del patio de una de las casas. El espacio de extracción de tierra se encuentra justo donde un muro de adobe está muy deteriorado, por lo que se esperaba que el material recolectado fuera la disgregación de material de los adobes. Al parecer ese espacio también fue rellenado con escombros pues al picar la tierra se extrajo mucho vidrio por lo que la mezcla sólo se realizó con azadón. Sólo se manufacturó un adobe de 53 cm x 23 cm x 14,5 cm, el cual [fue] se desmoldó muy rápido por su composición arenosa. La muestra se quedó resguardada en una habitación y se levantó un mes después ya que fue el tiempo en el que se tuvo acceso al espacio de resguardo.

La cuarta prueba se hizo con una arcilla gris y un pasto diferente al recolectado, esto se debió a que la persona que nos ayudó llevó los materiales de los campos de cultivo². En total se realizaron cinco adobes: tres de 53 cm x 23 cm x 14,5 cm y dos de 56 cm x 23 cm x 14,5 cm. El proceso de elaboración se realizó con azadón y a pie descalzo, el desmolde se realizó una vez llenada la adobera a pesar de la adhesión del material. Al realizar estos

² video disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=24VgfRo4DO8>

adobes llovió cerca de dos horas después pero los habitantes los cubrieron con plástico. Tres días después los levantaron para su secado por la parte inferior y los reubicaron bajo un techo para su protección.

La quinta muestra se realizó con tierra de los campos de cultivo, por lo que la composición es más de limo café, así mismo el pasto usado fue recolectado por la persona que auxilió en la manufactura. De éste se realizaron dos adobes de 53 cm x 23 cm x 14,5 cm, para esta muestra y la siguiente se lijaron las adoberas y se les colocaron asas para facilitar el desmolde. La mezcla se realizó sólo con azadón y estos adobes se quedaron bajo techo³.

Finalmente la sexta prueba se realizó con una arcilla gris oscura y el pasto de las primeras tres pruebas. El lugar de extracción fue del campo de futbol, conocido como "El Barrial" que como su nombre lo dice se trata de barro. Con esta arcilla se elaboró sólo un adobe de 53 cm x 23 cm x 14,5 cm, el cual se realizó en la vivienda donde finalmente se resguardaron todas las muestras (figura 5).

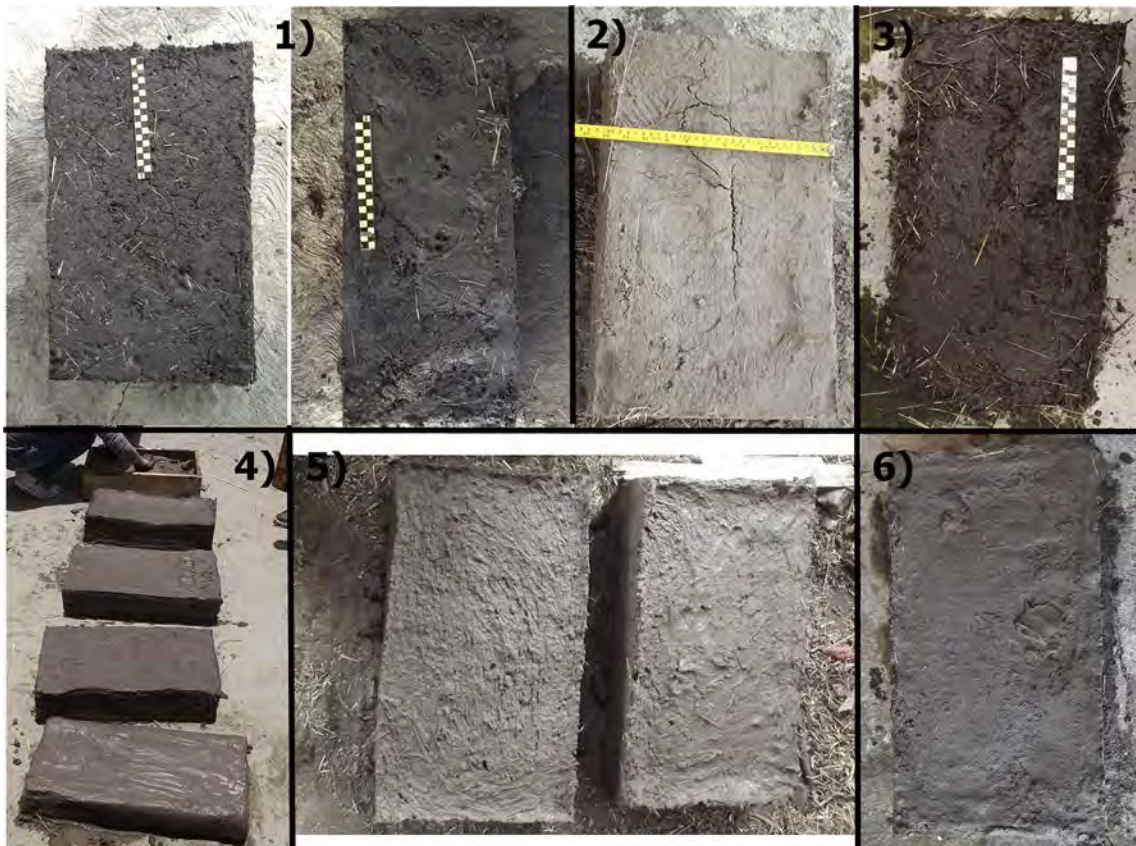


Figura 5. Adobes muestra: 1) muestra de arcilla gris; 2) muestra de limo café; 3) muestra arenosa; 4) muestra de arcilla gris; 5) muestra de limo café; y 6) muestra arcilla gris.

El tiempo de secado es variable y depende en principio de la composición de la tierra, las muestras 1 y 4 se levantaron sobre su cara más angosta a los tres días después de la elaboración, después de una semana estaban totalmente secos; en el caso de los adobes de las muestras 2 y 5 se pudieron levantar hasta después de una semana y tardaron otra para secar en su totalidad; para la muestra 3 el adobe estuvo casi un mes en secado antes de levantarse, pero al realizar la acción éste estaba completamente seco; finalmente el adobe de la muestra 6 se levantó a la semana de su elaboración, en ese momento ya estaba prácticamente seco.

³ video disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=1KZfC26JCBQ>

4 RESULTADOS

Los adobes elaborados a partir de las indicaciones de los habitantes que construyeron sus viviendas, son una muestra clara de que la técnica es factible de recuperar ya que sólo se necesitan tres elementos: tierra, pasto seco y agua, sólo hay que tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a) La tierra óptima para la elaboración puede ser cualquiera, sin embargo la resistencia dada por este material es variable, en las muestras 1, 4 y 6 se trató de arcilla, los adobes presentaron una mayor cohesión (dependió de la cantidad de pasto agregado), sobre el cuerpo de adobe se marcaron grietas al momento del secado sin llegar a romperlo, sólo dos adobes de la muestra 4 se fragmentaron y el argumento fue la falta de pasto. En el caso de las muestras 2 y 5 de composición limosa el acabado después del secado fue más uniforme, sin grietas importantes. Finalmente en el caso de la muestra 3, el adobe no se fragmentó a pesar de la composición arenosa y textura granulosa, el acabado del adobe después del secado fue muy irregular pero sin grietas (figura 6).

b) El pasto seco se encuentra en grandes cantidades en la comunidad, al igual que la tierra cada habitante argumenta que el que usó es el correcto y en parte tiene razón, pues las tres variedades usadas funcionaron. La cantidad que se agrega es variable y depende principalmente del tipo de tierra, es decir, entre más arcillosa es la tierra más pasto llevará, pero eso no significa que los tipos limosos y arenosos lleven poco pasto.

c) También se observó que los adobes no necesariamente están compuestos sólo de tierra y pasto, pues en el registro de dimensiones se observó la presencia de tiestos y piedras que van desde un cm hasta 15 cm, lo que indica que para la elaboración no se es muy selectivo en tierras limpias ni que en el proceso de mezclado se depura de esos elementos.



Figura 6. Adobes secos: 1) muestra de arcilla gris; 2) muestra de limo café; 4) muestra de arcilla gris; y 6) muestra arcilla gris. Las muestras 3 y 5 no se habían recolectado en el momento de la foto.

5 CONCLUSIONES

A pesar de 30 años de inactividad de los habitantes respecto a la producción de adobes, resultó un ejercicio enriquecedor en el que se involucró una parte de la comunidad. Es importante reavivar esa tradición constructiva que se quedó sólo como un recuerdo de aquellos años en los que construir sus viviendas era parte importante de su identidad, ahora muchos de los habitantes menores de 30 años buscan, en el mejor de los casos, la manera de solventar una casa construida con bloque de hormigón, en el peor, migrar fuera del pueblo. Se tiene que promover los beneficios ambientales, climáticos y económicos de la

construcción con adobes, sí bien las actividades laborales dejan poco tiempo de inversión para su elaboración, está claro que el dominio de la técnica permite avanzar rápido en la construcción ya que una pareja que ayudó con las indicaciones para manufacturar adobes afirmó que los muros de las dos habitaciones de su casa los construyeron en tres meses. La obtención de los materiales es sencilla pues se tienen a la mano casi en cualquier casa, lo que permitirá dar una opción compatible para la reparación de casas con muros dañados, sea con la reconstrucción total éstos o la sustitución de piezas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Molina, A. (2008). Vocabulario en lengua castellana y mexicana y mexicana y castellana. Original de 1555. México: Porrúa.

Piña, D. (2015). Abandono y deterioro en las casas de adobe en Malinaltenango, Estado de México, México. 15° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, p.538-545. Cuenca, Ecuador: Proyecto vliirCPM/Universidad de Cuenca/Red PROTERRA

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los habitantes de Malinaltenango: Angelita Sotelo Quintana, Bertha Ramírez García, Reyna Flores García, Miguel Ángel Favela González, Porfirio Ramíre, Santiago López Popoca y a la comunidad en general por su disposición en la enseñanza de manufactura de adobes, así como a los alumnos de la licenciatura en arqueología del Centro Universitario Tenancingo: Joselyn Salgado, Onan García, Daniel Hernández, Sonia Mendoza, Araceli Yañez e Irene Rodríguez por su participación en el proyecto.

AUTORES

David Piña, arqueólogo por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), maestro en estudios mesoamericanos por la IIFL-FFyL-UNAM, actualmente estudiante de doctorado en el posgrado en estudios mesoamericanos de la IIFL-FFyL-UNAM; profesor en el Centro Universitario Tenancingo de la UAEMex.

Martha Hernández, arqueóloga por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), maestra en estudios mesoamericanos por la IIFL-FFyL-UNAM.



MARCOS NORMATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA. AVANCES EN ARGENTINA Y MÉXICO

Rodolfo Rotondaro¹; Yolanda Aranda²; Ariel González³

¹ Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires/CONICET, rodolforotondaro@gmail.com

² Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tampico, México, yaranda@uat.edu.mx

³ Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fé - Santa F'e, Argentina, aagonzal@frsf.utn.edu.ar

Palabras clave: marco normativo, normas técnicas, leyes municipales, diseño, aplicación y alcances

Resumen

En la última década se incrementaron los esfuerzos de grupos profesionales y gobiernos de distintos países en Iberoamérica por ampliar y mejorar los marcos normativos que regulan la construcción con tierra y la bioconstrucción en general. Algunos países cuentan con normas técnicas específicas y, en la mayoría, existen leyes de protección al Patrimonio edificado que inciden en las intervenciones con distintas figuras legales. Argentina y México, dos países con historia y extensos desarrollos en el ámbito de la arquitectura de tierra, realizaron avances mediante la aprobación de una norma técnica nacional y de leyes municipales. Los objetivos de la investigación son dos: a) describir la situación actual de Argentina y México en referencia a los marcos normativos que repercuten en la arquitectura y la construcción con tierra; y b) analizar y comparar los avances realizados recientemente, respecto a la norma técnica sobre BTC en México, y los alcances de una serie de ordenanzas municipales en Argentina. La metodología empleada tiene en cuenta los siguientes criterios: recopilación bibliográfica; identificación y análisis de las normas técnicas y jurídicas, documentos de referencia y declaraciones de interés vigentes; análisis de la repercusión derivada de la vigencia y aplicación de los distintos instrumentos normativos; comparación de la situación en ambos países. Se identificaron los actores y ámbitos involucrados en la gestión, diseño y aprobación de los instrumentos normativos (ambientalistas, constructores, profesionales, colegios profesionales, técnicos, municipios, gobiernos estatales y nacionales). La norma técnica de México sienta un precedente importante en la región por tratarse del componente bloque de tierra comprimida BTC estabilizado con cal, incluyendo métodos de ensayo. En el caso de Argentina, se identificaron los motivos que dieron origen a la gestión y aprobación de las leyes municipales (ordenanzas), las cuales, con diferentes abordajes y contenidos sobre la construcción con tierra, constituyen el antecedente más importante para este tema en toda la historia institucional del país. Considerando el estado actual de los marcos normativos de cada país, se compararon aspectos tales como las características de aplicación de las normas y de otros documentos de referencia y de las primeras repercusiones y consecuencias, tanto en ámbitos institucionales, profesionales particulares, como de la población sin vivienda.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Marcos normativos en la región Iberoamericana

Uno de los temas que en los últimos años comenzó a tener mayor relevancia y cobró interés tanto desde la gestión como desde la investigación, es la normalización y reglamentación en el campo de la Arquitectura y la Construcción con Tierra.

A escala global hay variados documentos normativos y regulatorios, tales como reglamentos de edificación, normas técnicas, leyes de diferente alcance y documentos técnicos considerados referentes (Jiménez, Cañas, 2005; Cid, Mazarrón, Cañas, 2011), de distinta antigüedad y localización. Son conocidos y utilizados normas y documentos de Francia, Alemania, Estados Unidos, Australia, Nigeria, entre otros. En el espacio geográfico de la Red PROTERRA, varios países diseñaron y aprobaron normas técnicas y jurídicas específicas: Perú, Brasil, Chile, Colombia, España, El Salvador, Argentina y México. Pero

muchos no cuentan con ninguna norma específica, ninguno posee un marco normativo especial importante o completo, y la mayoría consulta las normativas de otros países.

Sin embargo, a medida que se han venido produciendo avances en la promoción, aceptación y desarrollo de la Arquitectura de Tierra en la región, en varios países que forman parte de la Red se encaminaron gestiones con resultados interesantes y relevantes. Uno de ellos es el trabajo conjunto de los grupos especializados con los organismos y áreas estatales encargados de normalizar materiales y sistemas constructivos; otro de ellos es el que presenta este trabajo: la aprobación de una norma técnica sobre BTC y de un grupo de leyes municipales (México y Argentina respectivamente). Los resultados fueron posibles por el trabajo sostenido de, entre otros actores, investigadores del sistema de ciencia y técnica de los países, fortalecidos por las redes internacionales y nacionales vinculadas al tema. En este trabajo se presentan los avances parciales de una investigación tendiente a profundizar el conocimiento sobre los marcos normativos de alcance técnico y jurídico vigentes en dos de los países de la Red, México y Argentina, sus características y alcances actuales.

1.2 Objetivos de la investigación

El estudio de los marcos normativos de México y Argentina pretende contribuir con otra investigación en curso a escala geográfica de la Red PROTERRA (Iberoamérica), sobre la situación de la normalización y reglamentación de la construcción con tierra.

Los objetivos específicos de esta investigación son los siguientes:

- a) Relevar y analizar la situación actual de Argentina y México en referencia a los marcos normativos que inciden en la arquitectura y la construcción con tierra;
- b) Analizar y comparar los avances realizados recientemente, respecto a la norma técnica sobre BTC en México y a las ordenanzas municipales y sus alcances en Argentina.

2 METODOLOGÍA

En esta investigación se emplearon técnicas convencionales para el relevamiento de información en bases de datos, bibliotecas e internet. Se registraron también datos que ayudan a identificar el origen de las normativas y qué actores institucionales y técnico-profesionales están involucrados en los diferentes casos. Se compiló información sobre los documentos encontrados en cada país, distinguiendo los de perfil técnico, jurídico y de otra función o diseño.

Se realizó un análisis cualitativo descriptivo de los contenidos de los documentos y normas, identificando objetivos, secciones o capítulos, formato, campo de aplicación, alcances tecnológicos y protocolos.

Se realizó una evaluación de conjunto de la situación de los marcos normativos y reglamentarios vigentes sobre el tema en los dos países, y se elaboraron reflexiones acerca del impacto potencial que están generando las normativas recientes en el ámbito de la construcción y del sector productivo.

3 CARACTERÍSTICAS REGLAMENTARIAS SOBRE LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN LOS DOS PAÍSES

3.1 El caso de México

- a) Normas y reglamentaciones técnicas

Para la industria de la construcción en México existe un gran número de normas técnicas enfocadas básicamente en productos, pruebas de laboratorio o supervisión, y servicios. Entre los principales productos se pueden mencionar: aglutinantes, tales como cemento tipo Portland y cal, concreto, y tabiques, tales como bloques, tabicones y paneles para muros;

también pinturas, ciertos impermeabilizantes, muebles de baño, vidrios, pisos y productos eléctricos.

Por otro lado, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (2006) reconoce dos tipos de normas: las normas oficiales mexicanas, denominadas NOM y las NMX, o normas mexicanas elaboradas por un organismo nacional de normalización o la Secretaría de Economía en ausencia de éstos. Las otras normas existentes son las normas de referencia, NRF, que son emitidas por organismos tales como Petróleos Mexicanos y la Comisión Federal de Electricidad, organismos de la administración pública.

Estas normas son documentos que reflejan el lenguaje técnico-profesional y científico donde confluyen las investigaciones y experiencias de los actores de la construcción civil: el proyectista, el supervisor o director de obra, los profesionales que realizan ensayos de laboratorio. En las especificaciones de obra, las normas técnicas le permiten al profesional conocer una serie de informaciones importantes sobre las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, tolerancias, dimensiones, sistemas de anclaje, resistencias mecánicas y otros datos valiosos para la formación de todos los actores involucrados en el manejo y aplicación de estas normas.

b) Marco Jurídico

Hace 23 años se emitió la Ley Federal de Metrología y Normalización (2006). Esta ley destaca la eficiencia en la elaboración y cumplimiento de las normas oficiales (NOM), así como la fundación de un sistema nacional de acreditación a cargo de organismos de certificación, de unidades de verificación y de laboratorios de prueba y calibración.

Estos avances sobre normalización en el campo de la construcción civil han impulsado a la sociedad civil, las universidades y otros actores a participar en la elaboración, gestión y aprobación de normalizaciones voluntarias para la edificación, en el modo de etiquetas verdes y normas de construcción con tierra.

En el ámbito federal, está vigente una ley mediante la que se verifican las obras o se supervisan y las adquisiciones del sector público se realizan según disposiciones de la Ley Federal de Metrología y Normalización (2006). En el ámbito municipal, estas legislaciones no contemplan todavía las normas técnicas, hecho por el cual no se promueve la aplicación de las NMX.

Los reglamentos de construcción de cada municipio, o estado, están basados en el Reglamento de Construcción de la Ciudad de México, y no contemplan normas técnicas para la construcción con tierra.

Las denominadas NOM (normas oficiales mexicanas), que se relacionan con la industria de la construcción, se enfocan básicamente a instalaciones eléctricas, de gas, y de eficiencia energética.

Las normas voluntarias como las del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, ONNCCE, sociedad civil acreditada por la Secretaría de Economía y reconocida a nivel nacional, se dedica al desarrollo de las actividades de normalización, certificación y verificación y tiene como propósito contribuir a mejorar la calidad de los productos, procesos, sistemas y servicios. El ONNCCE también se dedica a certificar los productos, los sistemas de calidad y los servicios. Fue en este ámbito institucional donde se aprobó la primera norma de tierra mexicana, la NMX-C-508-ONNCCE-2015 para los bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal.

c) Norma técnica NMX-C-508-ONNCCE-2015

En la elaboración de esta norma técnica, vigente a partir de enero de 2016, participaron las industrias caleras y dos universidades, la Autónoma de Coahuila, al norte del país, y la Autónoma de Tamaulipas, en el noreste del país. El objetivo de la misma es establecer especificaciones y métodos de ensayo para los BTC usados en muros de carga, muros divisorios y techos planos y bóvedas.

d) Otras leyes y documentos de referencia

d.1) En el marco de protección al patrimonio en general, no sólo el construido con tierra, México cuenta con el Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH, organismo que administra el Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos (1993). Su primera versión es del año 1972 y la más actualizada, del año 1993, rige para el Distrito Federal, hoy Ciudad de México, y de allí se vincula con otros estados. Consiste en una serie de recomendaciones muy generales sobre el patrimonio, en conjunto, sin distinguir si está construido con tierra o no.

Sin embargo, se han concretado algunos esfuerzos considerables, aunque aislados, como el caso del INAH en Chihuahua, donde se promueve el cuidado del patrimonio mediante el Manual de Conservación de Monumentos Históricos y Arquitectura de Tierra (Díaz, Fuentes, Pérez, 2008), con el propósito de integrar a las comunidades en los procesos de protección y cuidado del patrimonio cultural. Asimismo se pueden citar otras ciudades que poseen reglamentos para la conservación de monumentos históricos o de bienes patrimoniales, como son las ciudades de Morelia, Oaxaca y Guanajuato.

d.2) Existe un Reglamento de Construcción para el Distrito Federal (2004) (hoy Ciudad de México) y los reglamentos de los demás estados están basados en él. Formando parte de este reglamento, el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, PUT, indica las zonas naturales protegidas y las correspondientes prohibiciones a la construcción en zonas de carácter federal próximas a lagunas, lagos, etc.; sin embargo, no contiene nada referente a bioconstrucción o construcción con tierra.

d.3) Hay además otros mecanismos en México para autorizar las intervenciones que van a realizarse, a través de las coordinaciones del INAH, organismos que se reúnen periódicamente para analizar cada caso. Un antecedente es el Manual de las coordinaciones para la conservación preventiva en zonas arqueológicas (INAH, 2015).

3.2 El caso de Argentina

a) Normas y reglamentaciones jurídicas y técnicas

En la actualidad, el marco normativo oficial para la construcción civil vigente en Argentina incluye dos reglamentos de alcance nacional; normas técnicas específicas sobre materiales, elementos constructivos y protocolos de ensayo de alcance nacional; leyes provinciales; leyes municipales; códigos de edificación y planeamiento de alcance municipal; legislación del Patrimonio construido; y documentos jurídicos y técnicos de referencia.

Los reglamentos nacionales, con disposiciones obligatorias en la mayor parte de sus especificaciones, son un grupo de normas concretas elaboradas por el Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles, CIRSOC, del Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI, y también los elaborados por el Instituto Nacional de Prevención Sísmica, INPRES, de San Juan, que se titulan como INPRES-CIRSOC y regulan la construcción civil en zonas afectadas por sismos (aproximadamente la mitad del territorio). Estos reglamentos (INTI-CIRSOC, 1982) entraron en vigencia en 1982 y continúan apareciendo para temas específicos de la construcción civil, agrupados en tres áreas: la 100 para acciones sobre las estructuras (siete reglamentos vigentes), la 200 para estructuras de hormigón (cuatro reglamentos), y la 300 para estructuras de acero (cuatro reglamentos, tres recomendaciones y un comentario).

Las normas técnicas específicas son elaboradas por el Instituto Argentino de Racionalización de Materiales, IRAM, y en su mayoría están enfocadas a los materiales industrializados y componentes de la construcción industrializada, con poco desarrollo sobre materiales alternativos como son la madera, la piedra y la tierra. Principalmente las normas están elaboradas para el cemento, la cal, la arena, el hormigón armado, el hierro, el ladrillo cerámico hueco, las placas de yeso, los bloques de autoclave, los materiales eléctricos y los distintos protocolos para ensayos físicos, químicos y mecánicos.

En cuanto a la historia de la construcción con tierra y otros materiales naturales en el territorio argentino (Viñuales et al, 1995; González, Lazzarini, 2014), ésta data desde miles de años, con evidencias de algunas de las técnicas originarias en sitios arqueológicos, y poblaciones prehispánicas que construyeron con entramados, adobe, tapia, piedra y barro. En el país el patrimonio doméstico fue construido con los materiales del lugar, entre ellos los suelos naturales; por ello existen quinchas prehispánicas; tapia prehispánica y colonial, adobes y diversas variantes de estas técnicas. En varias regiones (Noroeste, Cuyo, el litoral, pampa húmeda, precordillera, Patagonia) donde hubo poblaciones originarias, se continúa construyendo con tierra (Rotondaro, 2007; González et al, 2011).

b) Iniciativas municipales, provinciales y nacionales

b.1) Ordenanzas municipales. En varias provincias surgieron procesos de demanda organizada desde grupos sociales con carencia de vivienda única y sectores de población en situación de pobreza, en los municipios locales, para que se aprueben y permitan obras construidas con tierra y otros materiales naturales. Estas demandas dieron origen a la gestión de leyes municipales, las Ordenanzas y Decretos municipales, a partir del año 2010.

En la actualidad el listado de ordenanzas aprobadas y en proceso de reglamentación son las siguientes:

Ordenanza Municipal 24/10- Luis Beltrán, Río Negro-2010.

Ordenanza Municipal N° 5554 Coronel Suárez, Buenos Aires-2011

Ordenanza Municipal 2492-CM-13 Merlo, San Luis-2013

Ordenanza Municipal 2492-CM-13 Bariloche, Río Negro-2013

Ordenanza Municipal 2492-CM-13 Ayacucho, Buenos Aires-2013

Ordenanza Municipal N°111/13 HCD El Hoyo, Chubut-2013

Ordenanza Municipal N°426/13 Winifreda, La Pampa-2013

Ordenanza Municipal N°111/14 Esquel, Chubut-2014

Ordenanza Municipal N°/15 Tornquist, Buenos Aires-2015

Ordenanza Municipal CDSR N°5320/15 Santa Rosa, La Pampa-2015

Ordenanza Municipal N°22690/16 Mar del Plata-Partido de Gral. Pueyrredón, B.Aires-2016

Ordenanza Municipal, Las Heras, Mendoza-2016

Ordenanza Municipal, Las Toscas, Santa Fé (en gestión)

Ordenanza Municipal, Reconquista, Santa Fé (en gestión)

b.2) Programa Crédito Argentino (PROCREAR). Con los antecedentes de las tradiciones locales vigentes y la aparición de las ordenanzas que aprueban los métodos de construcción con tierra, se revitalizó en algunos sectores de la población, en varias provincias, el interés por construir con tierra y sus técnicas. Al principio fueron grupos ecologistas y ambientalistas; luego algunos grupos sociales urbanos y rurales que trabajan con iniciativas de autoayuda o con mingas (colaboración grupal empleada en la construcción de viviendas); y en los últimos años la difusión de estos procesos emergentes espontáneos (acompañados por las ordenanzas municipales) originaron el interés por parte de profesionales de la construcción y de la Sociedad en general. También a medida que surgieron estas iniciativas, se comenzaron a difundir más ampliamente los resultados de las investigaciones financiadas por el sistema central de Ciencia y Técnica (universidades, CONICET, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva), sobre distintos aspectos de la construcción con tierra y sus tecnologías.

Muchas construcciones se comenzaron a realizar sin documentación y en terrenos donde no llegaban los controles municipales y comunales; a medida que fue creciendo el interés de la Sociedad en general, las oficinas de obras privadas de los organismos de control, se vieron en la situación de no contar con normativas para responder a esta demanda, tomando la determinación, en muchos casos, de trabar las gestiones ó no aprobar su construcción. Esta situación, a contrapelo de la historia (la construcción con tierra es anterior a cualquier otro material y/o tecnología industrializada), generó una serie de preguntas sin respuestas, fruto del vacío producido por el sistema de aplicación de leyes y normativas que comenzó a generarlas, para los materiales modernos, sin tener en cuenta las técnicas de construcción con tierra.

Esta situación se fue remarcando dando lugar en algunos casos a “hacer la vista gorda” ó a ordenanzas que permitían realizar estas construcciones pero sin contar con una normativa técnica concreta que aplicar. Es decir, no hubo avance conjunto y coordinado de la legislación jurídica con la legislación técnica, dando lugar a que las voluntades políticas impulsaran (o fueran impulsadas por la demanda) desordenadamente la construcción con tierra.

Ante la puesta en práctica de un plan nacional de créditos hipotecarios para la construcción de viviendas, el PROCREAR, ante la firme voluntad de algunos beneficiarios del plan de utilizar técnicas constructivas con tierra en sus viviendas, comenzaron una serie de negociaciones en las que intervinieron las comunas y municipios que debían dar el permiso de construcción, los técnicos de la entidad financiadora, el Banco Hipotecario, los adjudicatarios y los profesionales a cargo del proyecto y conducción de la obra. Luego de dilatados trámites y conversaciones, y ante la falta de normativa técnica vigente, interviene la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) Santa Fe, con tareas de investigación y de ensayos basados en normativas extranjeras actuales, adaptados a la realidad de esta región. Se pudieron comparar los resultados de las características de los materiales con normas nacionales en vigencia para otros materiales. A partir de esta certificación de propiedades, se logró destrabar la concesión de los permisos y que una importante cantidad de créditos PROCREAR fuera materializada en tierra.

Los protocolos de ensayos se basan en la experiencia tanto propia del grupo de estudio de construcción con tierra de la UTN Santa Fe, como de otros laboratorios incorporados a la Red PROTERRA, entre los cuales se intercambiaron experiencias mediante un proyecto interlaboratorio y bibliografía compartida. De este modo se cuenta con protocolos internos para ensayos de resistencia a la compresión; a la erosión húmeda (chorro de agua); absorción; erosión por goteo; flexión y otros ensayos adaptados a las características de cada sistema constructivo.

b.3) Hubo además otras iniciativas que originaron documentos jurídicos:

- Declaración de Interés N°504/12 del adobe en la localidad de Cachi, Provincia de Salta;
- Ley Provincial Nro. 521-2012 de la Provincia de Río Negro, mediante la cual se permite la construcción con tierra en todo el territorio provincial.
- Recomendaciones para construcciones de adobe (Giles, Scarponi, Galíndez, 2015).

Hay también un proyecto de Ley Nacional en el Congreso de la Nación, el Proyecto 2754-D-2014 en gestión en la Cámara de Diputados de la Nación, Buenos Aires. En el mismo se resalta la importancia de legislar a nivel nacional sobre la construcción con tierra y sus ventajas desde aspectos ambientales, sociales y culturales para el país.

c) Otras leyes y documentos de referencia

Además de los resultados mencionados anteriormente, existen en Argentina documentos jurídicos y técnicos de referencia que tienen características de aplicación y alcances diferentes, y que pueden resumirse en los siguientes puntos:

c.1) El marco de protección al patrimonio, que incide indirectamente (porque lo incluye) en la documentación y las intervenciones sobre las edificaciones arqueológicas, arquitectónicas y urbanísticas construidas parcial o totalmente con tierra. Estas construcciones incluyen sitios y parques arqueológicos, obras del patrimonio histórico-arquitectónico y urbanístico, y los instrumentos normativos son decretos de alcance local (ciudades) o nacional, realizados con la figura de Declaración de Monumento Histórico Nacional (MHN), que significa una salvaguarda legal y orienta su conservación. En Argentina hay construcciones de tierra de distinta escala y antigüedad en más de treinta áreas protegidas, que incluyen reservas provinciales, parques nacionales, parques arqueológicos, reservas de biósfera UNESCO y territorios declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

c.2) Secciones o capítulos de códigos de edificación o urbanización. En la localidad de Salsipuedes, Provincia de Córdoba, en su código de edificación se establece un ecobarrio y en una sección del mismo se promueve el empleo de materiales naturales y criterios de una bioarquitectura para los proyectos que se realicen en su territorio.

c.3) Normas, leyes, manuales técnicos, códigos de edificación, reglamentos, recomendaciones y artículos científico-tecnológicos de referencia, nacionales e internacionales. Contribuyeron e incidieron en el diseño de las ordenanzas municipales y las declaraciones de interés mencionadas, que pueden ser considerados como antecedentes dignos de confianza tanto para diseñar normativas como para definir proyectos y diseños.

4 ANÁLISIS DE LAS NORMAS

4.1 Norma mexicana NMX-C-508-ONNCCE-2015

La norma técnica mexicana establece las especificaciones y métodos de ensayo de los bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal, usados en muros de carga, divisorios pudiendo o no ser aparentes, y techos en bóvedas, así como los métodos de ensayo adecuados a las formas prismáticas con empatía entre ellos.

Es de carácter voluntario y su alcance es nacional, para edificaciones en general, básicamente vivienda.

4.2 Ordenanzas municipales argentinas

a) El formato general de casi todas las ordenanzas municipales analizadas tiene que ver con un diseño protocolar similar en todos los municipios del país, que comprende, en la mayoría de los casos, tres secciones principales: una presentación del tema que incluye demandas específicas de vivienda y de las ventajas de la construcción con tierra y la bioconstrucción en general (los “Considerandos”); una sección de mención de antecedentes en el tema que se tienen en cuenta para justificar el proyecto de ordenanza, su tratamiento y aprobación (los “Antecedentes”); y un articulado de pocos artículos que establecen con claridad que se permite la construcción con tierra o la construcción natural, y se ordena su publicación en el boletín oficial, su difusión y su derivación a los departamentos específicos. En muchos casos, principalmente en las ordenanzas de los últimos dos años, se ha incorporado un Anexo donde se establecen aspectos que afectan a la regulación de la ordenanza. Se consigan requisitos mínimos de calidad constructiva para técnicas como adobe, BTC, tapia, quinchá, paja enrollada, tierra aligerada y otras técnicas mixtas. Incluso se explicita la obligatoriedad de utilizar criterios de diseño sismorresistente y tener en cuenta los códigos de edificación vigentes tanto en el municipio como en el ámbito nacional. Las ordenanzas municipales son leyes, por lo tanto para su sanción y vigencia es necesario gestionar un proyecto de ordenanza en el Consejo Deliberante de cada municipio, que incluye al Intendente y a los Concejales Municipales, máximo órgano decisor de cada municipio. Una vez aprobado el proyecto en sesión ordinaria o extraordinaria, se deriva a las áreas legales, técnicas y de difusión del municipio para que la ordenanza entre en vigencia e inicie el proceso de su reglamentación.

b) Cómo y dónde se aplican

El alcance geográfico de las ordenanzas municipales es el territorio administrativo de cada municipio (Ejido municipal), dentro del cual, en la regulación y control de toda construcción civil que se realice, el municipio ejerce una tarea de control en dos aspectos: la aprobación de los proyectos de obra nueva o ampliaciones; y la inspección de las obras, públicas y privadas. Este control incluye a proyectos y obras estatales, privadas y mixtas, en todas las escalas y procedimientos permitidos en el ámbito de la construcción civil.

c) Quién controla su aplicación y eficacia

Los sectores legales y técnicos de mismo municipio controlan de manera orgánica el funcionamiento de las ordenanzas, su reglamentación y desempeño en la aplicación concreta, pudiendo proponer modificaciones, correcciones y agregados. En este control y tarea de ajustes progresivos, los técnicos y profesionales a cargo de la aprobación de proyectos e inspección de obras realizan un trabajo de gran utilidad, dado que son los actores directamente involucrados en la aplicación de una ordenanza reglamentada. También colaboran organismos públicos y privados con los municipios, tales como colegios profesionales y los Institutos de Vivienda Provinciales, ya que tienen responsabilidad en la regulación y desarrollo de la construcción civil.

d) De los contenidos de las ordenanzas municipales se destaca lo siguiente:

- la mayoría considera los valores de la construcción con tierra en el hábitat construido, desde un punto de vista ambiental, social y económico como posibilidad de autoconstrucción asistida;
- la mayoría contempla su reglamentación, y que ésta debe estar acorde con los códigos y reglamentos de edificación y planeamiento vigentes en el municipio, así como de los de alcance nacional que son generales;
- todas son un precedente que articula el nivel de proyecto y de obra con ensayos normalizados y controles de calidad de materiales y componentes constructivos;
- todas abren la posibilidad de emplear y desarrollar tecnologías constructivas alternativas con importantes valores ambientales.

5 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

La identificación, caracterización y análisis del marco normativo vigente en cada país permitió elaborar las siguientes conclusiones y reflexiones:

a) En México se han involucrado en la elaboración de la norma técnica el sector empresarial (las caleras), el sector académico-científico (dos universidades: Tamaulipas y Coahuila), y un organismo de normalización y certificación (el ONNCCE). Se vislumbra que los actores beneficiados a partir de la aplicación de esta norma son fabricantes de materiales, distribuidores y transportistas, y consumidores (población en general, profesionales, autoconstructores, comercios). El marco de confianza que plantea la existencia de una norma técnica posibilita dos cuestiones: el conocimiento masivo de los niveles de calidad, seguridad, características y propiedades del material y sus productos asociados, así como constituirse en un valioso antecedente (documento oficial de referencia) para fortalecer el marco jurídico vigente.

A 10 años del 1er. Congreso Internacional para la Normalización de la Arquitectura de Tierra realizado en México, el porvenir que se percibe para las normas técnicas de este tipo es un auge o crecimiento en un tiempo mediano. La difusión masiva y los canales globales de difusión permiten la construcción de un lenguaje internacional referido a los aspectos de comportamiento y desempeño de los materiales y sus productos asociados, del mismo modo que los protocolos de ensayo de laboratorio. Es de esperar que la publicación y vigencia de esta primera norma técnica sea un detonador de las demás, tanto a nivel

nacional como de la región. Se suma a este potencial de conocimiento, el hecho de contribuir a mejorar la clara conciencia que se debe tener sobre el cuidado del planeta, la sustentabilidad y el apoyo para incrementar las construcciones de bajo impacto ambiental, y fortalece la idea de resaltar la necesidad de que cada país construya sus propias normas de construcción con tierra.

b) La situación de Argentina, en cambio, se caracteriza por la aparición de una importante cantidad de leyes municipales (ordenanzas), gestionadas y aprobadas de manera creciente en los últimos seis años. Esta situación ha generado un cúmulo de antecedentes relevantes para cimentar el diseño y gestión de futuras normas técnicas específicas, aprovechando no solamente la existencia de más de 15 ordenanzas y la gestión de una declaración nacional de promoción del tema, sino el esfuerzo sostenido de dos sectores: los grupos profesionales y científicos que trabajan sobre este asunto en distintas regiones del país; y la Sociedad en general, sobre todo grupos organizados, en particular cooperativas, ONGs o consorcios de vecinos.

La aparición del plan de viviendas PROCREAR, como acción administrada, financiada y promovida por el Estado Nacional, es un reflejo de que se están buscando soluciones posibles en el campo de la vivienda que utilicen tecnologías constructivas alternativas y que faciliten una mejor participación de beneficiarios directos. En los objetivos de este plan, las tecnologías de construcción con tierra son una posibilidad que contempla incluso costos económicos más bajos que los de algunos sistemas de la construcción convencional industrializada; y significa la única alternativa para obtener una vivienda única para muchos.

c) En ambos países las actividades descriptas de gestión de normativas específicas ha fortalecido los vínculos de los grupos profesionales especializados (y ha creado nuevos), pero también ha generado una inercia de acción que favorece la participación de organismos públicos estatales, entidades privadas (ONGs, cooperativas, empresas tercerizadas fundaciones sin fines de lucro, consorcios de vecinos) y proyectos mixtos de desarrollo tecnológico y social.

d) En ambos países la ventaja histórico-cultural que está siendo aprovechada por los promotores y gestores de la normalización y reglamentación de la construcción con tierra, es, indiscutiblemente, la existencia de un Patrimonio arqueológico e histórico extraordinario y extenso. Los innumerables casos de edificaciones y sitios construidos con materiales y recursos locales, en muchas regiones con predominio del uso de suelos, vegetales y piedras, constituye los cimientos para una adecuada elaboración de normas.

En este sentido, y de manera simultánea a las normas jurídicas y técnicas específicas, existe una legislación vigente para la protección del patrimonio edificado que se basa en cartas internacionales y en las teorías de la preservación del patrimonio. Si bien no son normas técnicas o jurídicas específicas de construcción con tierra, influyen en el diseño de las específicas, y producen conocimiento en profundidad a partir de las intervenciones (ya que implican estudios y ensayos para conocer materiales, técnicas constructivas, aspectos estructurales y arquitectura de edificios y áreas construidas). Todo este insumo de conocimiento luego colabora con el diseño de normas y protocolos de ensayo, materiales, etc.

e) En ambos países, a partir de la sanción de normas y leyes específicas, en distintos ámbitos institucionales y gubernamentales está cambiando de a poco la habitual tendencia a depreciar materiales y modos constructivos como los empleados con la tierra, iniciando y reforzando procesos culturales de revalorización general de la Arquitectura de Tierra. También se suma a esta consideración el creciente interés por parte de distintos sectores sociales que, sin conocer el tema, demuestran un acercamiento genuino que en muchos casos se transforma en una posibilidad real para resolver el problema de la carencia de vivienda única.

f) Respecto de los alcances y las dificultades derivados de la aplicación de estas normativas en México y Argentina, es aún prematura su evaluación dado que son de muy reciente aprobación y sanción. En particular en el caso de las ordenanzas argentinas, ya que la

mayoría de ellas está en proceso de reglamentación según las características de cada ciudad y organismo a cargo.

g) Por último, el impacto principal de estos procesos de gestión, aprobación y uso de nuevas normativas (jurídicas y técnicas) en el campo del hábitat construido, en países con larga tradición en Arquitectura de Tierra, es de gran relevancia y repercusión. Por una parte, desde el punto de vista político, colaboran en el diseño de nuevas políticas públicas para vivienda y refuerzan el ámbito del patrimonio y las intervenciones para su conservación. Por otra parte, generan una inercia contagiosa en los ámbitos técnico-profesionales y en la Sociedad en general, en la búsqueda de nuevos paradigmas, fenómeno que acompaña a los cambios culturales en Latinoamérica en relación con la aceptación y desarrollo de la Arquitectura y la Construcción con tierra.

También, y no menos importante, la reglamentación de la construcción con tierra está generando un crecimiento progresivo de nuevos productos que de a poco ingresan en el mercado formal de la construcción, cuyo impacto será beneficioso desde la óptica del sistema productivo en los países que los adopten.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administración Pública del Distrito Federal (2004). Reglamento de construcciones para el Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 29/01/2004

Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI-CIRSOC (1982). Cargas y sobrecargas gravitatorias para el cálculo de estructuras de edificios. Argentina: Ministerio de Obras y Servicios Públicos.

Cid, J.; Mazarrón, F. R.; Cañas G., I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. Informes de la Construcción, Vol. 63, 523:159-169. España: Instituto Eduardo Torroja.

Díaz A., E.; Fuentes v., L.; Pérez M. S. (2008). Manual de conservación de monumentos históricos y arquitectura de tierra. Chihuahua, México: Centro INAH Chihuahua.

Giles C., B.; Scarponi, J.; Galíndez, F. (2015). Recomendaciones para las construcciones de adobe. Salta, Argentina: DIPAU-Universidad Católica de Salta.

González, A., Lazzarini, C. (2014). Antiguas técnicas, nueva arquitectura. VerSus 2014, 2nd MEDITERRA, 2nd ResTAPIA, International conference on Vernacular Heritage, Sustainability and Earth Architecture. Valencia, España.

González, A.; Taulamet, L; Mingolla, G; Galanti, G. (2011). ¿Una construcción en tierra, un taller de capacitación o un antecedente normativo? 3er Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra. Tucumán, Argentina.

INAH (1993). Reglamento de la ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticos e históricos. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Disponible en http://www.inah.gob.mx/Transparencia/Archivos/207_regla_ley_fed_mntos_zon_arq.pdf.

INAH (2015). Manual de las coordinaciones para la conservación preventiva en zonas arqueológicas. Disponible en: http://conservacion.inah.gob.mx/publicaciones/wpcontent/uploads/2015/10/cncpcma_nuaalconservacion_arque.pdf

Jiménez D., M.C.; Cañas G., I. (2005). Investigación internacional de normativa para la construcción con tierra. 1er Congreso-Taller Internacional para la Normalización de la Arquitectura de Tierra. Tampico, México: Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación. NXM-C-508-ONNCCE-2015. Industria de la construcción – Bloques de tierra comprimida estabilizados con cal – especificaciones y métodos de ensayos. Diario Oficial de la Federación, 13/04/2016

Rotondaro, R. (2007). Arquitectura de tierra contemporánea: tendencias y desafíos. APUNTES, Vol. 20, Nº 2, 342-353. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Secretaría de Economía, Gobierno de México (1992). Ley Federal sobre metrología y normalización. México. Última versión 2006. Disponible en: <http://www.cofemer.gob.mx/documentos/marcojuridico/LEYES/lfn.pdf>

Viñuales, M. G. (comp); Neves, C.; Flores, M. O.; Ríos, L. S. (1995). Arquitecturas de tierra en Iberoamérica. Buenos Aires, Argentina: HABITERRA-CYTED.

AGRADECIMIENTOS

A los investigadores de la red internacional PROTERRA, de la red argentina PROTIERRA y de las universidades mexicanas y argentinas que colaboran con la recopilación y análisis de las normas vigentes en cada país. Al Dr. Arq. Luis Fernando Guerrero Baca, experto en Patrimonio y Restauración en México. A los colegas profesionales, docentes y grupos de autoconstrucción que difunden en Argentina las ordenanzas municipales y otras reglamentaciones.

AUTORES

Rodolfo Rotondaro, doctor en arquitectura, maestro del centro CRATerre/UPAG, Francia, arquitecto; profesor en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires (FADU UBA); investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA y de la Red PROTIERRA de Argentina; consultor en Arquitectura de Tierra.

Yolanda Aranda, doctorado en arquitectura con énfasis en vivienda, FADU/UAT, Investigador, perteneciente al Sistema Nacional de Investigadores SNI nivel 1, miembro de la Red Iberoamericana de PROTERRA desde el 2005 y Representante de la Catedra UNESCO de Arquitectura con tierra para la FADU/UAT.

Ariel González, Magister Scientiae en Metodología de la investigación; Ingeniero en Construcciones. Docente Investigador de la Universidad Tecnológica Nacional, Santa Fe. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA y de la Red PROTIERRA de Argentina.



TECNOLOGÍA SOCIAL Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA PARA MICRO EMPRENDIMIENTOS BARRIALES EN ARGENTINA

Rodolfo Rotondaro¹; Fernando Cacopardo²

¹Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires/CONICET- Red Iberoamericana PROTERRA/Red Protierra Argentina - rodolforotondaro@gmail.com

²Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Mar del Plata/CONICET - fcacopar@mdp.edu.ar

Palabras clave: tecnología social, autoconstrucción asistida, adobe, BTC

Resumen

En el marco de las tecnologías sociales y el trabajo en territorio con población vulnerable, se presentan avances de las actividades que realizan dos grupos de investigación-acción en Mar del Plata y Buenos Aires. Están destinadas a diseñar y desarrollar alternativas constructivas de base social sustentables, con empleo de técnicas de tierra cruda, para muros de cerramiento y terminaciones. el campo de aplicación principal es la vivienda, y participan diferentes actores barriales, técnicos, profesionales e institucionales. La finalidad de la investigación es experimentar el marco conceptual de la tecnología social que sustenta las actividades en el territorio, con el aporte de técnicas constructivas con tierra cruda, en el desarrollo de nuevas soluciones constructivas apropiadas a los contextos y su ambiente. estos desarrollos están orientados a la organización de microempresas barriales con proyección local, en particular, y regional en general. la metodología empleada tiene en cuenta: recopilación y análisis bibliográfico de antecedentes en tecnología social en contextos de pobreza urbana; construcción y evaluación de prototipos constructivos con participación de población beneficiaria y actores institucionales; diseño de molderías de adobe, tapia y equipos mezcladores de mortero de barro; construcción de alianzas multisectoriales y fortalecimiento de existentes; asesoría técnica para organización y venta de adobes a baja escala; capacitación y ensayos de campo para evaluación y controles de calidad de materiales, mezclas y componentes; ajuste de métodos participativos. Los principales resultados incluyen: diseño y construcción experimental en terreno de BTC y muro de BTC; ajuste y evaluación de métodos participativos (Mar del Plata y Buenos Aires); fortalecimiento de acuerdos y alianzas entre pobladores, investigadores e instituciones; organización de una unidad de producción barrial de btc en Mar del Plata; organización de una unidad de producción y comercialización de adobes en Buenos Aires.

1.INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto territorial y social

Las áreas geográficas de intervención incluyen barrios del periurbano de Mar del Plata, Monte Terrabusi, Alto Camet y Nuevo Golf; y el barrio Loma Hermosa, en San Martín, en el periurbano del Gran Buenos Aires. Se trabaja en dependencias y laboratorios de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (FADU-UBA) y de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata (FAUD-UNMdP), con apoyo material y financiero del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), el municipio de General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires, y donaciones y participación de empresas públicas y privadas que destinan recursos materiales y asistencia técnica en varios temas. Además se cuenta con grupos de voluntarios, pasantes y alumnos de grado de las dos facultades de arquitectura¹.

¹ En Mar del Plata colaboran especialmente los ingenieros industriales Isac Meilan, Jeremías Ispizua y el estudiante de arquitectura Ignacio Guashino

1.2 Objetivos

- promover una solución edilicia a comunidades de medianos y bajos recursos;
- mejorar las estrategias de gestión y facilitar la generación de tecnologías que aporten al mejoramiento del déficit habitacional y la calidad de vida de los residentes pobres
- desarrollar nuevos materiales y elementos constructivos con empleo de recursos materiales y humanos con disponibilidad local
- emplear modos de gestión orientados a mantener y mejorar la participación de pobladores locales, beneficiarios, actores institucionales y entidades privadas interesadas.
- desarrollar tecnologías de construcción con tierra y mixtas de bajo costo.

1.3 Marco conceptual

Este trabajo presenta resultados parciales de una línea de investigación y desarrollo compartida por dos grupos de ciencia y técnica que dirigen los autores en dos contextos urbanos diferentes, focalizados en el aporte de nuevas soluciones habitacionales y territoriales en el marco de la pobreza urbana y sus complejidades, en general, y el de la vivienda y el hábitat de la población urbana en particular. La pobreza se incrementó en las áreas metropolitanas en el país en las últimas décadas, y supera a la rural, creando situaciones de marginalidad y exclusión social graves, afectando a las ciudades grandes e intermedias (Pelli, 1994; Kessler, Di Virgilio, 2008).

Se propone realizar aportes teóricos y metodológicos para definir estrategias orientadas a producir tecnologías sociales (Dagnino, Cruvinel Brandão, Tahan Novaes, 2004; Thomas, 2009) posibles dentro de territorios específicos. En el marco de estas tecnologías sociales, y desde el punto de vista de la tecnología constructiva existe además una propuesta basada en la incorporación de materiales alternativos a los habituales en los contextos urbanos donde se trabaja, y que podría resultar crítico desde el punto de vista de su gestión por sus características como material no convencional pero posiblemente útil por su disponibilidad.

En este contexto, la construcción con tierra está siendo experimentada como materialidad y como gestión participativa en contextos de pobreza urbana de los sectores piloto de la investigación compartida (Mar del Plata y Buenos Aires).

2 MARCO METODOLÓGICO

En Mar del Plata, el montaje de la unidad de producción experimental de BTC surge a partir de la idea de diseñar un sistema social para fabricar bloques. En el marco del Programa "Hábitat y Ciudadanía" y la emprendedora social del barrio Nuevo Golf², se conforma el grupo de trabajo. El carácter innovador del proyecto consiste en organizar un sistema cooperativo de autoproducción de bloques e integrarlo a la red de construcción asociativa sostenible conformada por dicho Programa (Cacopardo et al, 2007). Esta estrategia forma parte de la misma que se emplea en los otros barrios y que incluye como puntales de gestión, el armado de alianzas sociotécnicas con los distintos actores participantes, de tal modo de generar y consolidar un proceso "tecno-social" inscripto dentro de los conceptos de las tecnologías sociales. En el barrio Nuevo Golf, el tipo de estructura organizacional se adopta en función de las contingencias que emergen de la experiencia territorial. La dificultad para que las personas se responsabilicen del curado de los bloques funcionó de disparador en este caso. El aspecto clave a trabajar era el compromiso en considerar el método completo de fabricación. Es por esto que se propone el "Acuerdo Socio-Amigos" de la fábrica.

En la otra área territorial, Loma Hermosa, provincia de Buenos Aires, la estrategia metodológica se basa en un crecimiento progresivo de la actual articulación interactoral para

² Elisa Segovia

sumar más y mejores participantes en la organización y sostenimiento de una microempresa barrial. La estructura actual incluye al grupo que asiste técnicamente al grupo social emprendedor, que está formado por los integrantes del Programa ARCONTI (Arquitectura y Construcción con Tierra) de la FADU/UBA y CONICET (Rotondaro et al, 2011), y del Centro de Capacitación, Investigación y Diseño en Arquitectura de Tierra (CIDART); los integrantes de la organización barrial forman parte de una cooperativa de construcción sostenida por el Estado nacional, titulada “Juntos Podemos Más”, de acción territorial en el partido de San Martín.

La actividad en los últimos dos años continúa la asistencia técnica de parte del grupo técnico-profesional y se ha centrado en el diseño, montaje y funcionamiento de una unidad de producción y comercialización de adobes para mampostería de adobe.

3. AVANCES EN EL TERRITORIO

3.1 Articulación multisectorial y gestión participativa en Mar del Plata

Modelo de microempresa. El Barrio de Nuevo Golf es un asentamiento que data del año 2000. El trazado de las calles internas del barrio es de tierra e irregular, los terrenos y predios se van estableciendo según crece el asentamiento. En este sector las características generales del hábitat y las viviendas muestran carencias estructurales y de servicios esenciales: sólo cuentan con el servicio de agua potable.

En este barrio, en base al método de fabricación del BTC, las restricciones y criterios que emergen del contexto socioeconómico y la red de construcción asociativa existente del Programa “Hábitat y Ciudadanía” de la FAUD/UNMDP, se diseñaron las instalaciones de la planta productora barrial de BTC en tres etapas, considerando un crecimiento progresivo de la planta y una maduración gradual de las relaciones y saberes (figuras 1, 2 y 3).



Figura 1. BTC de suelo-cemento intertrabado en el barrio Nuevo Golf, Mar del Plata



Figura 2. Traslado y acopio a pie de obra de los BTC para ampliar una vivienda existente

Se utilizaron técnicas de diseño de plantas, análisis de flujos y procesos para desarrollar la estrategia que más se adapte al entorno dinámico y a las características del sistema. Como último eslabón del diseño, se propuso una estructura organizativa para la asociación de productores con base en el cooperativismo y aprovechando las facilidades que propone el Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social (INAES) y el Ministerio de Desarrollo Social.

Se propusieron recomendaciones para el estatuto de la cooperativa de trabajo local, que aseguran mantener la propuesta orientada a mejorar la calidad del hábitat y establecer una red de construcción asociativa sostenible.



Figura 3. Inicio de la construcción de muros de BTC sobre platea de hormigón.

3.2 Fabricación de adobes en una metrópolis: la “adoberaBaires” de Loma Hermosa

Modelo de microempresa. Loma Hermosa es un barrio del Gran Buenos Aires en el sector posterior del partido de San Martín, al norte de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. En este barrio, de población trabajadora en su mayoría en situación de pobreza y con muchos asentamientos y algunas villas de miseria consolidadas, se comenzó a organizar una unidad de producción de adobes (figuras 4, 5 y 6) con el objetivo de su promoción y comercialización. El grupo micro emprendedor está formado por integrantes de la cooperativa “Juntos Podemos Más” y que fueron capacitados en los últimos años en varias técnicas de construcción con tierra cruda (adobe, revoques de tierra, techos vivos, quinchá modulada, tierra aligerada). Este grupo se organizó en el terreno de una vivienda propiedad de uno de ellos para montar una “cancha”, áreas de picado de paja de trigo, piletones para preparación del mortero y áreas de acopio de adobes secos sobre pallets de madera.

Los adobes tienen 15 cm por 30 cm por 8 cm de espesor y se fabrican con una mezcla de tierra arcillosa, paja de trigo y agua, con agregado de arena cuando la tierra tiende a agrietar demasiado en la contracción de secado. La producción diaria alcanza a unos 380 a 400 adobes en promedio, trabajando cuatro personas durante siete horas, con el material preparado. Una vez secos se apilan en pallets en espera para su carga y retiro.

En un año y medio de producción fabricaron y vendieron alrededor de treinta mil adobes, sin contar los de los hornos de barro (la otra producción con fines rentables de adoberaBaires). La principal demanda se origina en profesionales de la construcción que dentro de sus proyectos y obras de vivienda requieren adobes y se animan a incluir en la gestión de aprobación de proyecto, en municipios del Gran Buenos Aires que aún no tienen ordenanza municipal correspondiente, obras con tecnologías alternativas.

Los controles de calidad que se realizan sobre los adobes son los de regularidad dimensional, dureza por rayado con clavo de cuatro pulgadas, rotura por flexión y agrietamiento en las seis caras de los adobes, tomando muestras al azar cada mil adobes fabricados secos.

Se realiza difusión y promoción por internet y por contactos personales de la Cooperativa.



Figura 4. Vista general de adobera Baires, Loma Hermosa, San Martín.



Figura 5. Fabricación con moldes dobles de madera dura sobre piso consolidado de carpeta cementicia



Figura 6. Acopio de los adobes sobre pallets de madera

4 CONSIDERACIONES FINALES

Las principales conclusiones a partir de los avances realizados en los barrios de ambos contextos urbanos se resumen de la siguiente manera:

a) En las actividades de los barrios de Mar del Plata, que ya cuentan con una antigüedad de más de una década de trabajo sostenido a nivel territorial, ha permitido una dinámica en la articulación y vinculación entre el grupo de trabajo del sistema de ciencia y técnica³ que produjo tanto la consolidación de algunos de los vínculos con grupos sociales barriales, así también como la capacidad para sostener las variaciones y cambios en esos vínculos. Las variaciones son producto de la dinámica de los grupos sociales involucrados pero también de los integrantes de los grupos técnicos: el diseño de las articulaciones entre todos los actores tiene en cuenta dinámicas reales en la relación entre actores sociales e institucionales tan distintos, y esta conjugación de intereses es tomado en cuenta como parte del diseño y ajuste de gestión a lo largo del tiempo.

Por otra parte, los actores institucionales también están sujetos a cambios que a veces alteran las actividades y son necesarios ajustes de gestión y la construcción de nuevas alianzas.

b) En el desarrollo de nuevos materiales y componentes básicos (BTC como bloque para muros en Mar del Plata y adobe en la adoberaBaires, Buenos Aires), la “visualización” de parte de vecinos e interesados ajenos a los barrios, que posibilita una comprensión básica de la tecnología del BTC y de los adobes a todos los que se acerca a estos micro emprendimientos, está generando un proceso progresivo de aceptación social inédito desde el punto de vista de las técnicas de construcción con tierra. Estas técnicas no son habituales ni están en el mercado convencional de la construcción en los territorios donde se trabaja, y aunque forman parte del imaginario popular en muchos casos, son totalmente experimentales aún en esta etapa del desarrollo tecnológico en curso. Pero la estrategia de organización de microempresas barriales con fuerte base territorial es lo que contribuye a quitar mitos y tabúes en contra de algunas de las formas de construcción con tierra. En los barrios de Mar del Plata, este proceso se asocia al montaje de la unidad de producción y a la dinámica de construcción de las primeras habitaciones y sectores de viviendas locales; en Buenos Aires, a la repercusión de parte de interesados privados que están comprando y utilizando adobes para mamposterías de sus propias viviendas, en algunos casos de parte de profesionales que están incorporando la alternativa del adobe revocado en sus proyectos de vivienda particulares y de planes estatales.

c) En el caso de la adoberaBaires, se constató una dinámica variable en el interés, demanda y venta de lotes de adobes, principalmente de profesionales que ya cuentan con alguna experiencia en el uso de técnicas de construcción con tierra (adobe y moldeo directo principalmente), pero también con clientes que buscan una alternativa “ambientalmente” mejor a los productos más utilizados de la construcción industrializada convencional (ladrillo común cocido, ladrillo hueco, bloque de hormigón).

d) Un resultado no menos importante que está generando esta inercia producida por la continuidad en la materialización de construcciones de vivienda con técnicas de tierra cruda, en los dos contextos territoriales diferentes, es que diversas instituciones estatales y ONGs (además de los vecinos en general) pueden comprobar desarrollos tecnológicos alternativos en la construcción, incipientes y emergentes de necesidades sociales básicas, que presentan calidades técnicas y sociales apropiadas a la necesidad de vivienda vigente. A pesar de que el país no cuenta con normas técnicas específicas ni certificaciones a nivel nacional que contemplen las técnicas de construcción con tierra, sí están vigentes ordenanzas municipales en distintos municipios, y justamente Mar del Plata cuenta desde comienzos de 2016 con una ordenanza específica en etapa de reglamentación. Esta situación permitirá avanzar con gestiones y proyectos con posibilidad de aprobación mediante los canales habituales de las instituciones competentes, y sienta además un importante precedente en la región central del país en cuanto al reconocimiento de las ventajas y potenciales perspectivas de la arquitectura de tierra para cualquier edificación nueva, pública o privada.

³ dirigido por uno de los autores, F. Cacopardo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cacopardo, F.; Ondartz, A.; García Palacios, R.; Mañá, C.; Puglia, L. (2007). Materiales y tecnologías sociales alternativas para hábitat y vivienda sobre trabajo de base territorial y cogestión interinstitucional: Prueba piloto Alto Camet y Monte Terrabusi, Mar del Plata, 2005-2007. En: Ciencia y Tecnología para el hábitat popular. Desarrollo tecnológico alternativo para la producción social del hábitat. AVE CEVE-CONICET/ UNC/UCC. Buenos Aires: Ed. Nobuko, p.259-274.

Dagnino, R.; Cruvinel Brandão, F.; Tahan Novaes, H. (2004). Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. En: Tecnología Social. Uma estratégia para o desenvolvimento. CIP, Rio de Janeiro. Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro, Brasil.

Kessler, G.; Di Virgilio, M. M. (2008). La nueva pobreza urbana: dinámica global, regional y argentina en las últimas dos décadas. Santiago, Chile: Revista de la CEPAL N°95, 32-50.

Pelli, V.S. (1994). ¿Cómo entendemos la pobreza? Las ONG en la construcción de la ciudad. En: Seminario Internacional "La ciudad para todos", Programa Arraigo, Buenos Aires. Módulo, Formas participativas de la gestión habitacional. Maestría en Hábitat y Vivienda de la FAUD-UNMDP. Mar del Plata: FAUD-UNMDP.

Rotondaro, R.; Cacopardo, F.; Patrone, J. C.; Puglia, J.; Mañá, C.; Rolón, G.; García, R.; Cusán, M. I.; Ondartz, A.; Améndola, V.; García, E. (2011). Gestión participativa para mejorar la vivienda en sectores urbanos pobres. Buenos Aires-Mar del Plata, Argentina. En: Memoria3er Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra-3ª Reunión Nacional Red Protierra. 28 al 30 de junio 2011. Tucumán, Argentina: FAU-UNT/IRPhA FAU-UNSj, p.205-214

Thomas, H. (2009). Sistemas tecnológicos sociales y ciudadanía socio-técnica. Innovación, desarrollo, democracia. En: Iº Encuentro Internacional de Culturas Científicas y Alternativas Tecnológicas (p. 65-86). Editor: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación. 8 y 9 de Octubre de 2009, Buenos Aires.

AUTORES

Rodolfo Rotondaro, doctor en arquitectura, maestro del centro CRATerre/UPAG, Francia, arquitecto; profesor en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (FADU UBA); investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA y de la Red PROTIERRA de Argentina.; consultor en arquitectura y construcción con tierra.

Fernando Cacopardo, magister en Historia de la Arquitectura, arquitecto; profesor titular en la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires (FAUD UNMDP); investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); director del Programa Interdisciplinario en Urgencias del Hábitat y de la Unidad Ejecutora Hábitat y Ciudadanía, UNMDP-MGP.



LOS FACTORES DE RIESGO DEL MAL DE CHAGAS Y SU RELACIÓN CON LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA¹

Guillermo Rolón¹; Pablo Rubén Dorado²; Gabriela Varela Freire³; Joaquín Olivarez⁴

¹ CONICET / CRIATiC, FAU, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, guillerolon02@gmail.com

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, ²pablodoradoctca@gmail.com;

³vare_fre@hotmail.com; ⁴joaquinolivarez.arq@gmail.com

Palabras clave: vivienda rural, vivienda precaria, factores de riesgo, vinchuca.

Resumen

El Mal de Chagas es una enfermedad originaria de América. La forma más general de transmisión es por medio vectorial a partir de la picadura de triatominos infectados con el virus de la enfermedad (*Trypanosoma cruzi*). Existen determinados factores de riesgo relacionados a cuestiones entomológicas, sociales y edilicias que favorecen la infestación de la vivienda. La definición imprecisa de estos factores ha generado una valoración negativa de la construcción con tierra. Por ello, se pretende discutir y reformular la definición e implicancia de determinados factores de riesgo, fundamentalmente edilicios, ya que se considera que la definición de los factores de riesgos es un punto crucial en el abordaje preventivo de la enfermedad en tanto incide directamente en la definición de las acciones y criterios que implementan los organismos o entidades ejecutoras de programas sanitarios. Para efectuar el encuadre teórico del problema planteado, se recurrió a la consulta bibliográfica de diversas fuentes. Se consultaron artículos científicos de diversas disciplinas que abordan la problemática entomológica, clínica, social y de gestión de la vivienda rural; asimismo se revisaron los criterios considerados en los programas de vivienda rural actuales de Argentina y, en particular, de las provincias de mayor riesgo. Esto permitió evaluar la incidencia de los factores de riesgos en las políticas aplicadas, fundamentalmente en la selección y rechazo de materiales constructivos. Una parte importante de los factores de riesgos que se identifican están asociados a algún aspecto edilicio. Algunos de estos factores contemplan, directa o indirectamente, a las técnicas de construcción con tierra como parte responsable en la proliferación de los insectos vectores de la enfermedad dentro del espacio domiciliario de la vivienda rural.

1 INTRODUCCIÓN

El mal de Chagas es una enfermedad originaria de América, producida por un parásito llamado *Trypanosoma cruzi*. La forma más general por la que este parásito ingresa y afecta al ser humano es a través de la intermediación de algunos de los triatominos² que ofician de vector del mismo. Como sugiere Briceño-León (2009, S71), para que esta forma de transmisión del parásito³ ocurra "...se requiere de un conjunto de condiciones ambientales y sociales que permitan que esos tres factores [el parásito, el triatomo y el hombre] puedan encontrarse en un mismo momento en un determinado espacio".

El ciclo de transmisión del *T. cruzi* es un fenómeno ecológico en el que ni el hombre ni los ambientes antropizados formaban parte original de su desarrollo natural. El hombre se ha

¹ Una versión completa de este trabajo saldrá publicado en el número 7 de la revista Construcción con Tierra que edita el Centro CIHE de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.

² Los triatominos son insectos hematófagos, miembros de la subfamilia Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), involucrados en la transmisión del parásito que provoca la enfermedad del Chagas. Existen distintas especies de triatominos pero en Argentina es la vinchuca (*Triatoma infestans*) el principal representante. Para mantener la especificidad del insecto responsable, en el trabajo se empleará el término *triatominos* en lugar de *vinchucas*.

³ Se denomina transmisión vectorial a la forma de contagio en la que intermedia un insecto vector. En Argentina, esta forma de transmisión es responsable del 85% de las infecciones de Chagas. Existen otros mecanismos de transmisión que son no vectoriales: por transfusiones con sangre infectada, por trasplante de órganos, por transmisión congénita, por ingestión de alimentos contaminados y por accidentes de laboratorio (Canale, Martín García, Spillmann, 2010).

incorporado, en un primer momento, sólo como un eslabón accidental en su ciclo, el cual se desarrollaba exclusivamente entre distintos insectos y mamíferos. Desde la colonización europea del continente americano, los diversos, continuos e irreversibles procesos de transformación de los ambientes naturales, fundamentalmente a través de la ocupación agrícola de los ecotopos⁴ naturales del *T. cruzi* (implicando acciones de deforestación, alteración de los ecosistemas, fragmentación de los hábitat naturales, etc.), terminó por alterar su ciclo⁵. Esta alteración produjo la incorporación del hombre como un eslabón permanente (Abad-Franch, 2007). Es por ello que diversos autores (Forattini, 1980; Abad-Franch, 2007; Briceño-León, 2009) plantean que la modificación antrópica de los ecosistemas naturales provocó que las unidades productivas rurales se convirtieran en ecotopos artificiales para los triatomíneos. De esta manera se desencadena una sinantropía⁶, en la que diversos triatomíneos lograron su adaptación y la colonización de los espacios domiciliarios y peridomiciliarios de la vivienda rural americana.

1.1 Situación en la Republica Argentina

En el territorio argentino, el insecto conocido como vinchuca o chinche (*Triatoma infestans*) es el principal triatomino responsable de la transmisión del parásito de la enfermedad de Chagas debido a que ha sido el único que desarrolló la capacidad sinantrópica mencionada (Canale, Martín García, Spillmann, 2010). Este triatomino tiene una distribución muy amplia en Argentina, involucrando a 19 provincias, debido a ciertas características ambientales que aseguran su proliferación como, por ejemplo, la moderada temperatura mínima mensual promedio que presenta gran parte del territorio en cuestión (Gorla, 2002) (Figura 1a). Asimismo, son las condiciones micro-ambientales de las viviendas rurales las que posibilitan el desarrollo del ciclo vital de este insecto (eclosión de huevos, cambio de estadios ninfales, muda de ninfa a adulto y reproducción) al resguardo de contextos ambientales adversos (temperaturas inferiores a los 17-18°C), entre otras cuestiones porque su efecto amortiguador logra regular la incidencia de las temperaturas extremas externas (Gorla, 2002; Vazquez-Prokopec et al, 2002).

El Ministerio de Salud de Argentina estimó en 2010 que existían entre 1.500.000 y 2.000.000 de niños y adultos infectados (Boletín Epidemiológico Anual, 2010). En el marco de la Iniciativa de los Países del Cono Sur, Argentina implementó desde 1992 el programa Dr. Ramón Carrillo. Este programa puso en marcha en las 19 provincias endémicas del país una estrategia novedosa basada en la participación comunitaria para la detección y desinsectación de *T. infestans* (complementando la acción del personal técnico). Mediante este programa, que tuvo resultados disímiles hasta el momento (Figura 1b), se alcanzó la cobertura de vigilancia superior al 87% del territorio endémico (período 1993-2003) consistiendo en la cobertura de 849.550 viviendas de un total de 980.852 contempladas (Zaidenberg, Spillmann, Carrizo Páez, 2004:377). Actualmente las perspectivas de los organismos públicos argentinos respecto del control de la enfermedad se muestran optimistas al respecto, al señalar la posibilidad de alcanzar la interrupción de la transmisión vectorial para fines de la presente década (Ministerio de Salud (MSAL), 2015).

⁴ Son ecosistema de extensión determinada con características relativamente homogéneas y que brindan un hábitat para un organismo particular.

⁵ Algunos autores mencionan que la transmisión vectorial ya acontecía en el período prehispánico (Briceño-León, 2009; Pinto Dias, 2012).

⁶ Es la capacidad de algunas especies de flora y fauna para habitar en ambientes creados o modificados por los ecosistemas antropizados.

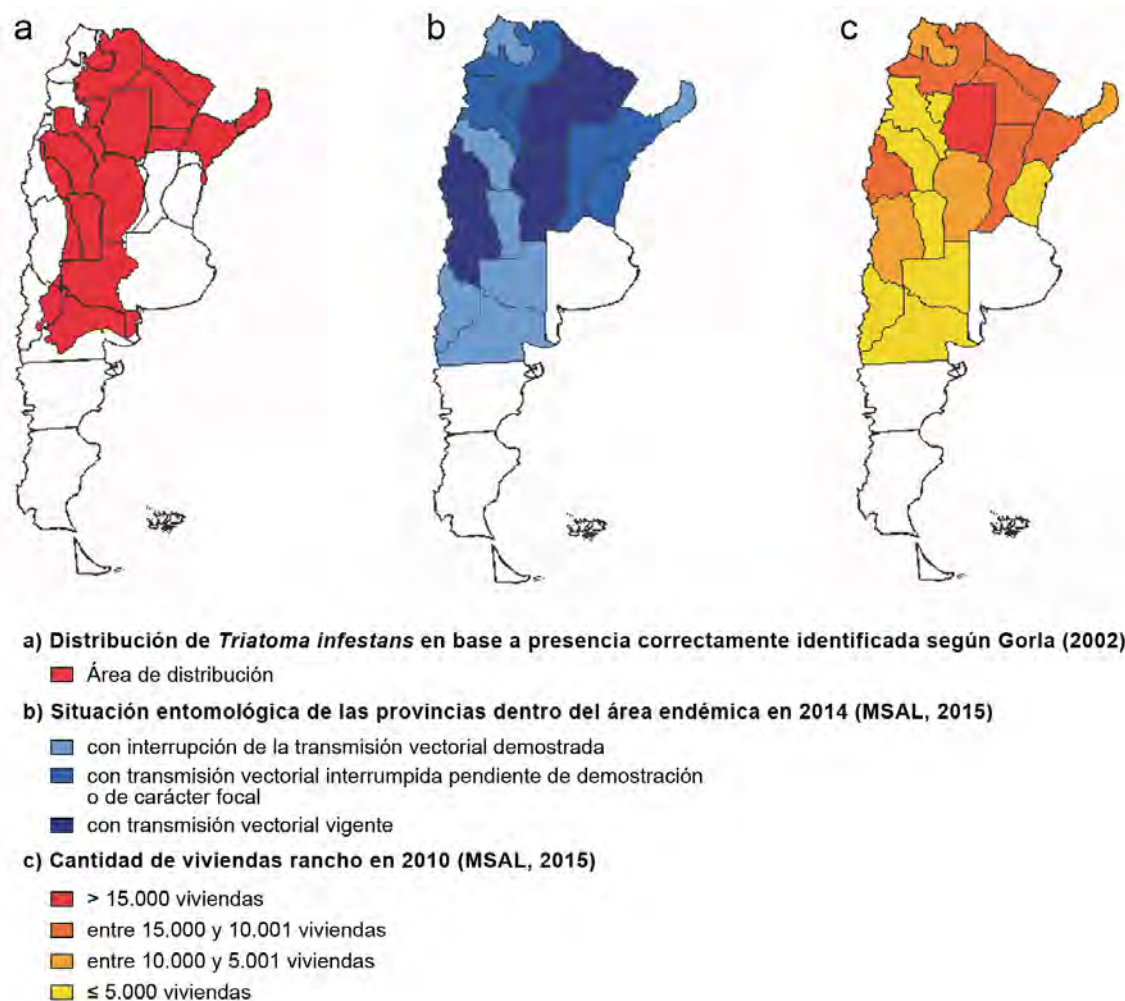


Figura 1: Mapas. Fuente: Elaboración en base a las fuentes citadas

2 OBJETIVO

Desde el mismo momento del descubrimiento de la Enfermedad del Chagas, uno de los principales factores que se asocia con este problema deriva de las condiciones edilicias en la que viven los pobladores rurales. Dado que los focos más importantes de infestación ocurren en el hábitat rural y, particularmente en edificaciones precarias construidas con materiales naturales, se ha endosado, con una generalización sin criterio fundado, a las diversas técnicas de construcción con tierra como factores de riesgo en la transmisión vectorial de la enfermedad.

En este trabajo, el objetivo es poner en discusión hasta qué punto esta argumentación es cierta y cuáles son los problemas que estarían implicados en la imprecisión de su conceptualización.

3 METODOLOGÍA

A raíz de identificar que existe un discurso generalizado, en el cual, la construcción con tierra es considerada como uno de los principales factores de riesgo en la transmisión vectorial del Chagas. Se decidió acudir a trabajos teóricos realizados por investigadores, académicos, arquitectos, personal de la salud, y documentos avalados por instituciones públicas en los cuales se establece la problemática de la enfermedad y su contexto social, cultural y edilicio.

Con la intención de poder determinar de manera clara la situación actual de la enfermedad de Chagas se analizó una variedad de documentos relacionados a la descripción y modo de

transmisión de la enfermedad, estadísticas realizadas por el Ministerio de Salud de Argentina y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), propuestas operativas de prevención, recomendaciones técnicas relacionadas al mejoramiento de la vivienda y peridomicilio, leyes y normativas vigentes, artículos periodísticos, entre otros.

Luego, dentro del equipo de trabajo, se realizó una etapa de discusión con una mirada crítica, especialmente en aquellos artículos avalados por organismos públicos, en los cuales se enuncian los factores de riesgo de la enfermedad y se considera la erradicación de la arquitectura de tierra como una posible solución. El conjunto de estas actividades permitió reformular los factores de riesgo de la enfermedad y elaborar conclusiones sobre la temática.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de indagar en la información disponible en la bibliografía consultada, se pudieron identificar una serie de tópicos los cuales se desarrollan a continuación:

4.1 Nociones sobre la enfermedad y su temprana asociación con el espacio doméstico

En 1909, en Brasil, Carlos Chagas identifica y describe la epidemiología de esta enfermedad endémica de América (Chagas, 1909). Desde entonces, numerosos estudios fueron incrementando el conocimiento general de esta tripanosomiasis americana. En especial, sobre el aspecto de la vivienda y los reservorios domésticos, se hizo hincapié en la íntima asociación encontrada entre la transmisión de la enfermedad y las características de los espacios domésticos para facilitarla; pero también en la incidencia que los materiales y las técnicas constructivas empleadas en la construcción de las viviendas rurales (e incluso urbanas) tienen en la proliferación de los triatominos y la relación de los hábitos cotidianos de los habitantes rurales con el riesgo de reinfestación de la vivienda (Wisnivesky-Colli et al., 1987; Sanmartino, Crocco, 2000).

Frente a enfermedades endémicas como ésta, y ante la falta de una vacuna, la estrategia médica-sanitaria actúa principalmente sobre los canales que permiten y/o favorecen la transmisión de la enfermedad. Debido a que la transmisión vectorial es el medio de contagio más habitual en la enfermedad de Chagas (Sanmartino, Crocco, 2000), las autoridades sanitarias destinaron los mayores recursos e investigaciones a este aspecto. Es por ello que las primeras acciones efectivas que se implementaron consistieron en buscar la erradicación del triatomo del espacio doméstico, es decir, efectuar un control sobre las poblaciones de vinchucas presente en el sector del domicilio y peridomicilio. A partir de la década de 1940, este control se efectivizó mediante la aplicación de insecticidas específicos durante las campañas de fumigación sistemáticas que hasta el día de hoy persisten.

Simultáneamente fueron tomando importancia otras acciones complementarias como aquellas dirigidas a eliminar los nichos (huecos, grietas en paredes, encuentro entre elementos constructivos mal resueltos, etc.) que facilitaban el alojamiento de los triatominos en los espacios del domicilio y peridomicilio. Desde un primer momento, los investigadores identificaban la precariedad de las viviendas rurales (y urbanas) como un problema sustantivo de esta problemática. De hecho, Salvador Mazza sugería, ya desde la década de 1930, la eliminación de los “ranchos” y su reemplazo con viviendas más higiénicas como una medida sanitaria prioritaria (Mazza, 1939, citado en Jörg, 1989). Estudios posteriores identificaron, con mayor precisión, que los factores de riesgo que presentaban las viviendas rurales consistían en la precariedad con la que muchas de ellas fueron resueltas, la falta de mantenimiento de los revoques y cielorrasos, las técnicas de construcción que se implementaban y los materiales utilizados (Pinto, Borges, 1982; Palma-Guzmán, Rivera, Morales, 1996). Incluso, la presencia de construcciones infestadas cercanas a viviendas desinsectadas constituye focos de reinfestación latentes (Wisnivesky-Colli et al., 1987). En las últimas décadas, nuevas investigaciones y ejecuciones continuaron sobre la línea de argumentación referida a la mejora de las viviendas (Rotondaro, 1999, 2007; Dias, Silveira,

Schofield, 2002).

4.2 El peso de los aspectos edilicios en los factores de riesgo

El conocimiento adquirido, hasta el momento, permitió definir y dimensionar los factores de riesgo vinculados a la enfermedad de Chagas. Estos factores son definidos y propuestos con dos objetivos principales: por un lado, poder evaluar la potencial exposición de un espacio doméstico rural a la colonización y proliferación de triatominos y, por lo tanto, a la transmisión de la enfermedad de Chagas; por otro lado, establecer los conceptos que deben ser difundidos al público en general en las campañas de prevención y vigilancia de la enfermedad. Si se analizan los factores que actualmente se identifican es posible organizarlos en tres grupos (Figura 2): los de naturaleza entomológica (es decir asociados con el insecto vector), aquellos derivados de los hábitos de los habitantes y los que tienen relación directa con aspectos edilicios del espacio domiciliar y peridomiciliar.

En general, está difundido que las grietas en muros, los revoques defectuosos o, incluso, la falta de revoques, propician la colonización de los triatominos en la vivienda rural (Schofield, Marsden, 1982; Palma-Guzmán, Rivera, Morales, 1996; Cecere et al., 2002; Bustamante et al., 2009; Canale, Martín García, Spillmann, 2010). A pesar de ello, es interesante notar que, en algunos estudios, se da a entender que la sola presencia de las técnicas de construcción con tierra (como los muros de mampostería de adobe, las quinchas, los bahareques o cualquiera de las otras técnicas constructivas mixtas o entramadas) son factores de riesgo por sí mismas (Sanmartino, Crocco, 2000; Cabrera et al., 2003; Briceño-León, 2009). Mientras que, en otras investigaciones se considera, más precisamente, que las razones del riesgo se hallan en la facilidad de los elementos constructivos resueltos con algunas de las técnicas de construcción con tierra de agrietarse (Pinto Dias, Borges Dias, 1982; Rotondaro et al., 1999; Black et al., 2007). Son realmente pocos estudios los que, de manera más inclusiva, consideran que cualquier material de construcción que presenta una mala resolución constituye un factor de riesgo. Este punto de vista es importante porque centra la discusión del factor de riesgo, no específicamente en la naturaleza de los materiales, sino, en la calidad constructiva (Pinto Dias, Borges Dias, 1982; Sanmartino, Crocco, 2000).

Similares observaciones a lo descripto anteriormente se realizan para los techos. Aquellos techados resueltos con ramas, cañas, palmeras o troncos, son evaluados casi de manera unánime como altamente propensos a ser colonizados por los triatominos (Sanmartino, Crocco, 2000; Cabrera et al., 2003; Black et al., 2007); o servir de refugio durante las campañas de fumigación debido a los innumerables resquicios que ofrecen (Cecere et al., 2002).

Factores de riesgo		
Entomológicos	Hábitos	Edilicios
Presencia de triatominos y/o rastros de ellos en el domicilio	Desorden y/o acumulación de objetos en el domicilio	Paredes sin revoques
Presencia de triatominos y/o rastros de ellos en el peridomicilio	Desorden y/o acumulación de objetos en el peridomicilio	Techo sin cielorrasos o con materiales vegetales expuestos
Discontinuidad de fumigaciones en áreas endémicas próximas a zonas silvestres	Ingreso de perros y gatos dentro de la vivienda	Vinculación entre elementos constructivos mal resueltos
	Ingreso de aves de corral dentro de la vivienda	Revoques agrietados
		Corrales próximos a la vivienda (< 20 m de distancia)
		Proximidad de Viviendas infestadas
		Escasa iluminación y ventilación natural de las habitaciones

Figura 2: Factores de riesgo mencionados por distintos autores consultados (Wisnivesky-Colli et al., 1987; Sanmartino, Crocco, 2000; Cabrera et al., 2003; Black et al., 2007; Bustamante et al., 2009; Dumonteil et al., 2013) y agrupados según criterio sugerido para este artículo.

4.3 La reinfestación y el problema de los hábitos de los pobladores

La reinfestación es otro tema problemático en la lucha contra de la enfermedad de Chagas. La misma consiste en la recolonización de los espacios domiciliar y peridomiciliar desinsectados por nuevos triatomíneos. Las campañas de desinsectación de vinchucas mediante el rociado de insecticidas vienen teniendo un efecto positivo al interrumpir la transmisión vectorial de la enfermedad. Sin embargo, se observa que la discontinuidad de estas campañas, por problemas económicos o de gestión de los organismos responsables, posibilita que se generen las condiciones para la reinfestación (Zaidemberg, Spillmann, Carrizo Páez, 2004). Los primeros interrogantes vinculados a este tema apuntaron a indagar sobre las condiciones que favorecían el evento. En este caso, la falta de conocimientos de los pobladores rurales sobre la enfermedad de Chagas, del mismo modo que sus hábitos domésticos, son considerados como las principales causas que favorecían la reinfestación del domicilio y peridomicilio (Wisnivesky-Colli et al., 1987). De esta forma, la comunicación y el conocimiento general sobre la enfermedad, las estrategias destinadas a modificar hábitos de los habitantes que facilitan la reinfestación, y el establecimiento de pautas de control y vigilancia entomológica por parte de los pobladores, son las acciones sugeridas a tener en cuenta en el diseño de campañas integrales para el control de la enfermedad (Sanmartino, Crocco, 2000; Crocco et al., 2005).

En lo que refiere a las características del espacio peridomiciliar de las viviendas rurales, algunos estudios señalan que el desorden y la presencia de ambiente selvático o montañés próximo al mismo, constituyen factores de riesgo que pueden facilitar las reinfestaciones (Jörg, 1989; Black et al., 2007). Igual consideración de riesgo merecen los corrales, principalmente de aves, dispuestos dentro de los límites del peridomicilio (Pinto Dias, Borges Dias, 1982; Koyoc-Cardena et al., 2015); incluso, la proximidad de otras construcciones o viviendas precarias, o que no estén revocadas, se presentan como posibles focos de reinfestación (Schofield, Marsden, 1982; Wisnivesky-Colli et al., 1987).

En el último tiempo se observa que ciertos hábitos de las personas respecto al uso de los espacios domiciliar y peridomiciliar propician los procesos de infestación de viviendas nuevas (con buenas condiciones edilicias) o de reinfestación y recolonización de viviendas existentes que han sido desinsectadas mediante fumigaciones. La falta de higiene, el desorden y el hábito de tener animales domésticos y de corral dentro de las viviendas son señaladas como factores de riesgo (Sanmartino, Crocco, 2000; Canale, Martín García, Spillmann, 2010). Esto indica que la sola mejora de la vivienda o la ejecución de viviendas nuevas, tomando en cuenta los recaudos constructivos necesarios, no serían suficientes para evitar la reinfestación.

4.4 La visión actual del Estado sobre el mejoramiento habitacional en área endémica

La Ley argentina de Prevención y Control del Chagas (Ley Nacional N° 26.281, 2007) comenzó a considerar la necesidad de una acción integral entre los organismos de Salud, Educación y Medio Ambiente con la meta de alcanzar la interrupción total de la transmisión vectorial de la enfermedad (MSAL, 2015). Una de las aristas del programa implementado contempla acciones sobre la vivienda, fundamentalmente aquella del ámbito rural. El objetivo planteado por la Ley en este aspecto consiste en "...adecuar las construcciones existentes y futuras respetando las particularidades culturales de cada zona del país, conforme a las normas que establezcan las autoridades competentes en materia de vivienda, medio ambiente y salud" (Art. 3, inciso c).

De las iniciativas ejecutadas en las distintas provincias afectadas por la Enfermedad de Chagas, se observa que las acciones se han centrado en torno a dos mecanismos de intervención: adecuando las viviendas existentes mediante la mejora de la calidad constructiva y de las terminaciones superficiales (revoques, cielorrasos, pisos) o bien ejecutando nuevas unidades habitacionales destinadas a reemplazar las viviendas más

precarias reconocidas como “ranchos”⁷ (ver p.e.: Ley Provincial Nº 9601, 2009; Suárez, 2015; DPV Córdoba, 2009; Decreto Provincial Nº 1.407, 2011). Es tal la importancia y responsabilidad que se asigna al espacio domiciliario y peridomiciliario en la lucha contra esta epidemia que el Ministerio de Salud argentino considera a las construcciones precarias como “...el principal factor determinante de la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas en la Argentina” (MSAL, 2015:23). Por tal motivo, propone “...desarrollar e implementar un plan para erradicar la vivienda tipo rancho y sus estructuras peridomésticas en el área endémica de enfermedad de Chagas en Argentina” e indica que el objetivo no sólo consiste en articular un plan de vivienda sino, conjuntamente, eliminar o modificar las condiciones que favorecen la proliferación de los triatominos para resolver este problema de salud pública (MSAL, 2015:24).

La realidad que se plantea para esta última década, según el censo de 2010, indica que en las 19 provincias que conforman el área endémica de Argentina, persisten aún alrededor de 142.000 viviendas ranchos. Las provincias con mayor número de viviendas de este tipo son Córdoba, Santa Fe, San Juan, Chaco, Corrientes, Formosa, Salta y Santiago del Estero, todas con cantidades que oscilan entre 5000 y 20000 viviendas relevadas (Figura 1c). Particularmente en la zona de Santiago del Estero y Córdoba se puede identificar una fuerte acción del estado a través del avance del programa de vivienda rural: “Erradicación de Ranchos”, el cual tiene como objetivo final la eliminación de las unidades denominadas “vivienda rancho”. A pesar de esto se identifica que la zona continúa siendo uno de los sectores del país más afectados por la enfermedad.

4.5 El mejoramiento del hábitat construido sobre la base del conocimiento local

Una alternativa puesta en práctica para el control y prevención de la infestación del domicilio consiste en el mejoramiento de las viviendas sin dejar de lado el empleo de recursos materiales y conocimientos locales. De este modo, aplicando mejoras a las tecnologías tradicionales de construcción con tierra, con la que están resueltas gran parte de las viviendas consideradas ranchos (según la caracterización y datos que provee el INDEC), es posible producir un salto en la calidad sanitaria de la vivienda. Diversos autores coinciden en que el uso de alternativas tecnológicas apropiadas al contexto local, el empleo de suelos y suelos estabilizados para construir componentes mejorados de muros y cubiertas son opciones que continúan disponibles (Schofield, Marsden, 1982; Rotondaro et al., 1999; Rotondaro, 2007).

Rotondaro y otros (1999) señalan que, partiendo de las resoluciones y experimentaciones populares de construcción con tierra, es posible llegar a proponer componentes y elementos constructivos mejorados que den una respuesta satisfactoria al problema original. Por ello, señala que la instancia de selección de suelos apropiados para la construcción de determinados elementos constructivos es un aspecto primordial en la que el conocimiento local no puede desestimarse. Es así que, el empleo de suelos arcillosos para obtener adobes y revoques más resistentes, la protección y revocado de los muros de cerramiento con barro estabilizados mediante el agregado de paja y estiércol o el uso de suelo-cementos, son recursos de gran importancia como observó, el autor mencionado, en su experiencia en Santiago del Estero. Resultados que son extensivos para el mejoramiento de la vivienda rural de toda el área endémica. Asimismo, otras simples mejoras técnicas como

⁷ Desde los organismos estatales las definiciones de vivienda rancho, o simplemente rancho, pueden tener algunas diferencias. De todas formas, la definición aportada por cualquier organismo estatal tiene un peso importante en la conceptualización de la problemática debido a su posición hegemónica en la sociedad. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), por ejemplo, engloba dentro del término *rancho* a la “vivienda con salida directa al exterior (sus habitantes no pasan por pasillos o corredores de uso común) construida originalmente para que habiten personas. Generalmente tiene paredes de adobe, piso de tierra y techo de chapa o paja” (INDEC, 2010:2). En tanto que, por citar otro ejemplo, desde el Ministerio de Desarrollo Social de la Provincia de Córdoba, consideran que “Cuando decimos viviendas-rancho nos referimos a aquellos recintos o hábitat fijos o móviles construidos, adaptados o destinados para el alojamiento, residencia o habitación de personas o grupos de personas en forma permanente o transitoria levantadas con materiales perecibles que favorezcan su rápida agrietación [sic], facilitando la creación de hendiduras y escondrijos para la anidación y proliferación del vector trasmisor” (DPV Córdoba, 2009:11).

la aplicación de una o dos manos de pintura a la cal en los muros (para facilitar el mantenimiento y la protección ante de la erosión ambiental de la pared) o el uso de bovedillas de barro entre varas (que por su forma evita la aparición de fisuras importantes) incrementa el panorama de resoluciones disponibles y factibles de mejorarse.

Estas experiencias, que toman como punto de partida las técnicas de construcción locales, no sólo colaboran de ampliar el abanico de soluciones técnicas para el mejoramiento de las viviendas sino que, incluso, conducen a la reflexión sobre los factores de riesgo. De esta forma, se presenta el interrogante de qué aspectos deben ser considerados factores de riesgo, la naturaleza del material, la calidad de la resolución o ambos.

5 CONSIDERACIONES FINALES

Con lo comentado hasta aquí, es posible considerar que queda en claro el peso relativo que tienen los factores de riesgo edilicios en la problemática general de la transmisión vectorial de la Enfermedad de Chagas. Es en este aspecto donde se aporta un punto de vista propio respecto de la definición de algunos de estos factores de riesgo en boga. En particular llama la atención la asociación directa que se establece entre las técnicas de construcción con tierra y la proliferación de los triatominos en el espacio domiciliario. En especial alerta la presencia de esta asociación en las investigaciones científicas, espacio donde la rigurosidad metodológica y analítica debe estar al orden del día. La preocupación que amerita ser destacada es que los resultados de las investigaciones científicas, y en particular su divulgación, constituyen fuentes 'seguras' que utiliza la sociedad para su desarrollo y para la toma de decisiones políticas, económicas y sociales.

Por lo tanto, se considera que aportar argumentaciones equívocas sobre los factores de riesgo puede repercutir en decisiones erróneas o altamente objetables; u omitir o ignorar otros riesgos existentes (sin mencionar su repercusión en la construcción de imaginarios sociales). En base a esta discusión que se plantea, se propone hacer el ejercicio de intentar responder algunas de las siguientes preguntas: ¿es el muro de adobe *sin revoque* o la falta de revoque del mismo el factor de riesgo que favorece la colonización y proliferación de los triatominos en la vivienda? Entre una grieta en un revoque de tierra, en un revoque de cal y una en un revoque de cemento, ¿cuál de ellos es factor de riesgo? La mala resolución del encuentro entre un muro de adobe y un techo de torta pesada santiagueña y la mala resolución del encuentro entre un muro de bloque de cemento y un techo de chapa ¿no son ambos igualmente riesgosos? Mantener el hábito de permitir el acceso de animales domésticos y de corral al interior de la vivienda ¿no presentan, acaso el mismo riesgo de infestación en una vivienda tradicional resuelta con técnicas de construcción con tierra correctamente mejorada como en una 'vivienda nueva de material'?

Retomando una idea anteriormente mencionada, se considera que centrar la discusión del factor de riesgo edilicio en la naturaleza del material y no en la calidad constructiva constituye una sutil diferencia que puede acarrear un sesgo muy importantes sobre ciertas decisiones o argumentaciones como, por ejemplo, la elección de técnicas de construcción entre opciones disponibles o conducir indebidamente a la estigmatización del conocimiento cultural de una comunidad. Considerar el *adobe* o el *barro* como factores de riesgo (Sanmartino, Crocco, 2000; Cabrera et al., 2003) o sólo considerar las fisuras en muros de adobe como si otros materiales no pudieran presentarlos (Dumonteil et al., 2013) son claros ejemplos de lo que se quiere traer a discusión. También la precariedad de las viviendas es un riesgo frente a la Enfermedad del Chagas, pero las viviendas precarias no son tal por el material constructivo que emplean sino, entre muchos factores, por la calidad técnicas con la que están resueltas. Acaso, si todos los ranchos hubiesen sido de *material* y no del empleo de recursos naturales locales (vegetales, tierras, piedras) ¿no hubiesen estado igualmente expuestas las viviendas a la colonización de triatominos? la sola detección actual de insectos en viviendas rurales nuevas abre este interrogante.

En base a estas cuestiones se redefine y se propone con mayor rigurosidad algunos de los factores de riesgo edilicios (Figura 2) que se identifica entre diversos autores ya señalados

(ver epígrafe de la Figura 2). Se considera que cualquier muro no revocado o que no presente una superficie lisa continua es factor de riesgo porque posibilita la colonización de lo triatominos, del mismo modo que cualquier revoque que presente fisuras es propenso a servir de hospedaje para estos insectos. De esta forma, la mala resolución en la vinculación de elementos constructivos o su deficiente ejecución son precisamente los factores de riesgo y no los materiales *per se*.

Por todo lo expuesto, es importante destacar que, desde el descubrimiento de la enfermedad y de sus formas de transmisión (principalmente la vectorial), se ha avanzado hasta la actualidad, tanto en lo que respecta a su control entomológico como en su atención sanitaria. Como señala Pinto Dias (2012), la gran cantidad de avances y conocimientos adquiridos ha servido en esta lucha, y una parte importante estuvo destinada a resolver la interrupción de la transmisión vectorial. Lamentablemente numerosas patologías edilicias y malas resoluciones constructivas de las viviendas rurales han sido aprovechadas por los triatominos, mediante su capacidad sinantrópica, convirtiéndose en factores de riesgo. También es lamentable que los gobiernos y políticas públicas de Argentina, y toda Latinoamérica, aún no hayan podido revertir las condiciones socio-económicas del hábitat rural y, al mismo tiempo, que gran parte su la población tenga que habitar en condiciones y viviendas de suma precariedad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen A la Dra. Gabriela Cilla por su asesoramiento en varios aspectos relacionados a la temática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad-Franch, F. (2007). Eco-epidemiología de la enfermedad del Chagas. En: Silveira, A.C., (ed.) La enfermedad de Chagas a la puerta de los 100 años del conocimiento de una endemia americana ancestral. Buenos Aires: Organización Panamericana de la Salud/Fundación Mundo Sano: 203-218.
- Black, C., Ocaña, S., Riner, D., Costales, J., Lescano, M., Davila, S., Arcos-Teran, L., Richard Seed, J. Y Grijalva, J. (2007). Household risk factors for *Trypanosoma Cruzi* seropositivitiy in two geographic regions of Ecuador. *Journal of Parasitology* 93 (1): 12-16.
- Boletín Epidemiológico Anual (2010). Ministerio de Salud, Argentina.
- Briceño-León R. (2009). La enfermedad de Chagas en las Américas: una perspectiva de ecosalud. *Cadernos de Saúde Pública* 25 (1): S71-S82.
- Bustamante, D., Monroy, C., Pineda, S., Rodas, A., Castro, X., Ayala, V., Quiñones, J., Moguel, B., Trampe, R. (2009). Risk factors for intradomiciliary infestation by the Chagas disease vector *Triatoma dimidiata* in Jutiapa, Guatemala. *Cadernos de Saúde Pública* 25 (1): S83-S92.
- Cabrera, R., Mayo, C., Suárez, N., Infante, C., Náquira, C., García-Zapata, M. (2003). Conocimientos, actitudes y prácticas sobre la enfermedad de Chagas en población escolar de una zona endémica del Perú. *Cadernos de Saúde Pública* 19 (1): 147-154.
- Canale, D., Martín García, M., Spillmann, C. (2010). Guía para el control vectorial de la Enfermedad de Chagas. Programa Nacional de Chagas. Argentina: Ministerio de Salud.
- Cecere, M., Gürtler, R., Canale, D., Chuit, R., Cohen, J. (2002). Effects of partial housing improvement and insecticide sparring on the reinfestation dynamics of *Triatoma infestans* in rural Northwestern Argentina. *Acta Tropica* 84: 101-116.
- Chagas, C. (1909). Nova tripanozomiasse humana: Estudos sobre a morfologia e o ciclo evolutivo do *Schizotrypanum cruzi* n. gen., n. sp., agente etiologico de nova entidade morbida do homem. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 1, (2): 159-218.
- Crocco, L., Rodríguez, C., Catalá, S., Nattero, J. (2005). Enfermedad de Chagas en Argentina: herramientas para que los escolares vigilen y determinen la presencia de factores de riesgo en sus viviendas. *Cadernos de Saúde Pública*, 21 (2): 646-651.
- Decreto Provincial Nº 1.407 (2011), Programa Erradicación de Ranchos, La Rioja – Argentina.
- Dias, J., Silveira, A., Schofield, C. (2002). The impacto of Chagas Disease control in Latin America –

A Review. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 97 (5): 603-612.

DPV Córdoba, (2009). Casas que luchan contra el Chagas. *Revista Consejo Nacional de la Vivienda*, 29: 10-13.

Dumonteil, E., Nouvellet, P., Rosecrans, K., Ramirez-Sierra, M., Gamboa-León, R., Cruz-Chan, V., Rosado-Vallado, M., Gourbière, S. (2013). Eco-Bio-Social Determinants for House Infestation by Non-domiciliated triatoma dimidiata in the Yucatan Peninsula, Mexico. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 7 (9): e2466. doi:10.1371/journal.pntd.0002466

Forattini, O. (1980). Biogeografia, origem e distribuição da domiciliação de triatomíneos no Brasil. *Revista de Saúde Pública* 40 (6): 964-998.

Gorla, D. (2002). Variables ambientales registradas por sensores remotos como indicadores de la distribución geográfica de *Triatoma infestans* (Heteroptera: Reduviidae). *Ecología Austral* 12: 117-127.

INDEC (2010). Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010, Glosario. Argentina

Jörg, M. (1989). La modificación del biotopo perihabitacional en la profilaxis de la enfermedad del Chagas. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 22 (2): 91-95.

Koyoc-Cardena, E., Medina-Barreiro, A., Escobedo-Ortegón, F., Rodríguez-Buenfil, J., Barrera-Pérez, M., Reyes-Novelo, E., Chablé-Santos, J., Selem-Salas, C., Vazquez-Prokopec, G., Manrique-Saide, P. (2015). Chicken coops, *Triatoma dimidiata* infestation and its infection with *Trypanosoma cruzi* in a rural village of Yucatan, Mexico. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 57 (3): 269-272.

Ley Nacional Nº 26.281 (2007), Prevención y control del Chagas, Argentina.

Ley Provincial Nº 9.601 (2009), Emergencia habitacional-sanitaria en la Provincia de Córdoba, Córdoba – Argentina.

Monroy, C., Bustamante, D., Pineda, S., Rodas, A., Castro, X., Ayala, V., Quiñones, J., Moguel, B. (2009). *House improvements and community participation in the control of Triatoma dimidiata re-infestation in Jutiapa, Guatemala*. *Cadernos de Saúde Pública* 25 (1): S168-S178.

Ministerio de Salud (2015). Situación y perspectiva de la Enfermedad de Chagas en la República Argentina. Argentina: Ministerio de Salud Presidencia de la Nación. Disponible en: <http://www.msal.gob.ar/images/stories/cofesa/2013/acta-1/situacion-chagas-argentina-cofesa-01-2013.ppt>. [Consultado el día 24 de febrero de 2016].

Palma-Guzmán, R., Rivera, B., Morales, G. (1996). Domestic vectors of Chagas'disease in three rural communities of Nicaragua. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 38 (2): 133-140.

Pinto Dias, J., Borges Dias, R. (1982). Las viviendas y la lucha contra los vectores de la enfermedad de Chagas en el hombre, en el Estado de Minas Gerais, Brasil. *Bulletin of the Pan American Health Organization* 16 (2): 453-466.

Pinto Dias, J. (2012). Tendencias sociales de la enfermedad de Chagas para las próximas décadas. *Salud Colectiva* 8 (1): S39-S48.

Rotondaro, R. (1999). Componentes y diseños para mejorar la vivienda en zonas afectadas por el mal de Chagas. Santiago del Estero, Argentina. *Boletín INVI* 36 (14): 119-130.

Rotondaro, R. (2007). Construir con tierra: propuestas y desarrollos en el hábitat rural de zonas afectadas por el sismo y por el mal de Chagas. Actas del III Congreso Nacional de la Vivienda Rural, 1-11.

Rotondaro, R., Cecere, M., Castañera, M., Gürtler, R. (1999). Propuesta para mejorar la vivienda rural en zonas afectadas por el Mal de Chagas. Santiago del Estero, Argentina. *Estudios de Hábitat* Vol. 2 (6): 5-16.

Sanmartino, M., Crocco, L. (2000). Conocimientos sobre la enfermedad de Chagas y factores de riesgo en comunidades epidemiológicamente diferentes de Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública* 7 (3): 173-178.

Schofield, C., Marsden, P. (1982). Efecto del revoque de las paredes sobre una población doméstica de *Triatoma infestans*. *Bulletin of the Pan American Health Organization* 93 (1): 3-9.

Suárez, A. (2015). El Impacto del programa provincial de viviendas rurales en la vida cotidiana de las

familias destinatarias de la localidad de Nueva Francia, Dpto. Silipica, Provincia Santiago del Estero. Actas del VII Congreso Nacional sobre vivienda y hábitat rural, 1-15.

Vazquez-Prokopec, G., Ceballos, L., Cecere, M., Gütlér, R. (2002). Seasonal variations of microclimatic conditions in domestic and peridomestic habitats of *Triatoma infestans* in rural northwest Argentina. *Acta Tropica* 84: 229-238.

Wisnivesky-Colli, C., Ruiz, A.M., Ledesma, O., Gütlér, R.E., Lauricella, M., Salomón, D.O., Solarz, N., Segura, E. (1987). Ecología doméstica de la tripanosomiasis americana: perfil alimentario del *Triatoma infestans* en un área rural de la provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 20 (1): 31-39.

Zaidemberg, M., Spillmann, C., Carrizo Páez R. (2004). Control de Chagas en la Argentina. Su evolución. *Revista Argentina de Cardiología* Vol. 72 (5): 375-380.

AUTORES

Guillermo Rolón, doctor por la Universidad de Buenos Aires con especialidad en arqueología, maestro en restauración y gestión integral del patrimonio construido, arquitecto, investigador Adscripto del CRIATiC e investigador Adjunto del CONICET; miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA. Currículo completo en <http://lattes.cnpq.br/7173672607554572>.

Joaquín Ezequiel Olivarez, estudiante en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán. Seminarista en el CRIATiC. Integrante de TIERRHA, organización vinculada a la producción del hábitat con organizaciones populares.

Pablo Rubén Dorado, arquitecto recibido en la Universidad Nacional de Tucumán. Actualmente realiza tareas en la Dirección de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de Yerba Buena, Tucumán. Tel: 054-3815472020. mail: pablodoradoctca@gmail.com

Varela Freire, Gabriela Soledad, estudiante en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán; Realización de Seminario de Pre Iniciación en la Investigación en el CRIATiC. Actualmente realiza tareas en el Ministerio de Desarrollo Social, Tucumán. Tel: 054-3885821371. Mail: vare_fre@hotmail.com



ENSEÑANZA Y DIFUSION DE LA ARQUITECTURA CON TIERRA EN UN AMBITO UNIVERSITARIO

Eduardo Enrique Brizuela¹; Verónica Mariana Vargas²

¹ Laboratorio de Construcciones con Tierra Cruda, Escuela de Arquitectura -UNLaR, Argentina, enribrizu@yahoo.com.ar

² Coordinación de Patrimonio, Secretaría de Cultura, Gobierno de la Provincia de La Rioja, Argentina, arquivargas@gmail.com

Palabras clave: formar, capacitar, difundir, tierra

Resumen

En la carrera de arquitectura de la Universidad Nacional de la provincia de La Rioja, ubicada al noroeste de la República Argentina, se enseña y difunde arquitectura con tierra y sus técnicas constructivas, la cual está arraigada en su cultura y tradición, lo que ha despertado el interés dentro de este ámbito académico, repercutiendo también en el medio local. Este artículo tiene como objetivo indagar sobre las acciones académicas y de difusión desarrolladas en este medio, los resultados obtenidos, la transferencia de conocimientos y la formación de recursos humanos alcanzada.

1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se destaca la importancia de la educación para concientizar a la sociedad sobre la grave crisis ambiental y como herramienta para alcanzar el desarrollo sostenible.

El plan de estudios de la carrera de arquitectura de la Universidad Nacional de La Rioja ha sido formulado en 1998 tomando las declaraciones de conferencias como Agenda 21, entre otras, que se fueron desarrollando en los últimos 40 años acerca de la preocupación por la contaminación ambiental y el desarrollo sostenible. En él, el propósito es de formar a los futuros profesionales de la arquitectura y el urbanismo en la preservación y defensa del medio ambiente, "transmitiéndoles los conocimientos necesarios que se transformen en acciones concretas: edificios y espacios urbanos que salvaguarden las reservas naturales, utilicen energías renovables o limpias, reutilicen sus efluentes y empleen materiales reciclables y de bajo impacto ambiental en su producción". La cita anterior pertenece a la caracterización de la carrera. En cuanto al perfil profesional, está determinado por lo ambiental y lo informático.

La carrera se organiza en cinco niveles estructurados en un calendario académico a razón de un año por nivel, más otro período afectado al trabajo final para acceder a la titulación; y tres ciclos: el ciclo básico (primer y segundo nivel), el ciclo intermedio (tercer y cuarto nivel) y el ciclo superior (cuarto y quinto nivel)

Este plan de estudios posee además materias optativas en su ciclo superior, las cuales tienen como objetivo ahondar en contenidos específicos que puedan orientar al alumno en una futura especialización profesional. En este marco se inserta la materia electiva Construcciones con Tierra Cruda.

Desde el año 2007 se realizan, en esta unidad académica, investigaciones sobre la arquitectura vernácula con tierra de la región, lo que despertó conciencia de su valor y de la necesidad de incorporarla a la enseñanza académica. Guiados también por la experiencia educativa del Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura con Tierra Cruda (CRIATiC) de la Universidad Nacional del Tucumán, es incorporada, en el año 2011, en el plan de estudios de la carrera de arquitectura de la Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR), como materia optativa, creándose también un laboratorio-taller en donde los alumnos que cursan la materia pueden realizar sus prácticas.

A partir del interés generado, en este medio académico y profesional, por la investigación y enseñanza de la arquitectura con tierra, es que se organizó las Primeras Jornadas Regionales de Arquitectura y Construcción con Tierra, que tuvieron por objetivo examinar y difundir los programas y proyectos en marcha, mostrar los resultados obtenidos, fortalecer las relaciones entre los distintos organismos, centros de investigación y personas vinculados a la arquitectura con tierra.

2 OBJETIVOS

Indagar sobre las distintas actividades académicas desarrolladas en la Universidad Nacional de La Rioja, sobre arquitectura y construcciones con tierra cruda.

Evaluar la difusión y la formación de recursos humanos alcanzada en esta temática, tanto en este medio académico como en el ámbito de influencia de esta universidad.

Planificar nuevas acciones o actividades que permitan fortalecer la tarea hasta aquí realizada, en el campo de la formación de recursos humanos y enseñanza de la arquitectura con tierra.

3 METODOLOGÍA ADOPTADA

Investigación que describe cualitativa y cuantitativamente la situación de la enseñanza de la arquitectura con tierra en el ámbito universitario de La Rioja, a través del estudio de las distintas actividades que se realizan relacionadas a esta, para lo cual se analizaron la planificación de cátedra de la materia; las actas de inscripción y regularidad año por año; los programas y actas de prácticas profesionales asistidas; y el programa, matrícula y fichas de inscripción de la Jornadas realizadas.

4 FORMACIÓN UNIVERISTARIA

4.1. Materia electiva

En el año 2011 fue incorporada al plan de estudios de la carrera, la materia electiva “construcciones con tierra cruda”, en donde los alumnos son capacitados en la comprensión integral de la arquitectura con tierra, el manejo de su material y de sus técnicas constructivas. De modalidad teórica-práctica, se realizan clases expositivas y talleres de capacitación.

a) Posee cinco unidades teóricas:

- La arquitectura con tierra: conceptos, definición, alcances e historia, la arquitectura con tierra del noroeste argentino.
- El material suelo: características, propiedades físicas y mecánicas.
- Los sistemas constructivos con tierra: clasificación, subsistemas.
- Elementos constructivos con tierra: materialización de cerramientos verticales y horizontales, sistemas portantes y no portantes, elementos constructivos no estructurales. terminaciones.
- Diseño apropiado: factores geográficos, culturales y climáticos. Pautas de diseño y para lograr sismo resistencia.

b) Se realizan seis talleres de prácticas sobre el material y sus técnicas constructivas:

- Taller de identificación de suelos: Mediante la realización de distintos test o pruebas, los alumnos aprenden a reconocer las propiedades físicas-mecánicas del material y a seleccionar el suelo más adecuado para cada técnica constructiva (figura 1).
- Taller de adobe: Práctica en la cual los estudiantes adquieren los conocimientos básicos sobre la técnica de producción de adobe en todas sus etapas: preparación de material,

equipos, espacios, preparación de mezclas, fabricación de adobes, secado, acopio y control de calidad (figura 1).



Figura1. Talleres de identificación de suelos y de adobe materia optativa Arquitectura con tierra cruda Escuela de Arquitectura, UNLaR.

- Taller de bloque de suelo cemento: Tiene el objetivo de impartir los conocimientos básicos sobre la técnica de fabricación de bloques de tierra comprimida (BTC) en todas sus etapas: selección de tierra, proceso de fabricación del bloque, dosificación del estabilizante, curado, control de calidad y ejecución de la albañilería (figura 2).
- Taller de tapial: Brinda los conocimientos básicos sobre la técnica del tapial o tierra apisonada, además de presentar los conceptos para diseñar y construir con esta técnica, mostrando las principales características de este sistema constructivo mediante la ejecución de una sección de tapial.
- Taller de sistemas mixtos: Tiene la finalidad de reconocer los diversos sistemas de técnicas mixtas, identificando las debilidades y fortalezas de cada uno, aproximar a la técnica de relleno y revestimiento con tierra, aprender y elaborar mezclas para los sistemas de relleno y revestimiento con diversos materiales y con diferentes estabilizantes (figura 2).
- Taller de revoques y revestimientos: Proporciona los conocimientos necesarios para la ejecución y aplicación de distintos tipos de mezclas y pinturas para revestimientos de muros de tierra, como así también para evaluar la calidad de su ejecución. Las actividades prácticas incluyen cuatro etapas sucesivas: la caracterización y estabilización de tierras, revestimientos de barro, revestimientos de cal-arena y pinturas a la cal.



Figura 2. Talleres de BTC, de tierra apisonada y de sistemas mixtos materia optativa Arquitectura con tierra cruda Escuela de Arquitectura UNLaR.

c) Carga horaria: La materia es de cursado cuatrimestral y tiene una carga horaria total de 52 horas, equivalente a 3,5 horas semanales durante 15 semanas. Las clases teóricas se desarrollan en 12 horas, y los talleres de prácticas en 40 horas.

d) Matricula: Desde su implementación en el año 2011 hasta el 2015, han cursado y aprobado la materia un total de 98 alumnos. Siendo la matricula total del quinto nivel de la carrera en el mismo periodo de 255 alumnos, han sido capacitado en construcciones con tierra el 38% de los estudiantes.

La cantidad de alumnos inscriptos en la materia fue incrementándose todos los años llegando a un máximo en el 2014, coincidente con la realización en este medio universitario de las primeras jornadas regionales de arquitectura y construcción con tierra, momento de máxima difusión alcanzada por el tema (tabla 1).

Tabla 1. Matricula anual materia optativa Construcciones con Tierra

Año académico	Alumnos inscriptos	Alumnos aprobados	Porcentaje de aprobación	Clasificación promedio del curso (de 1 al 10)
2011	14	13	93%	9,2
2012	21	19	90%	8,9
2013	18	16	89%	8,3
2014	48	37	77%	8,1
2015	14	13	93%	9,1
Total (2011-2015)	115	98	-	-
Promedio (2011-2015)	23	19	88%	8,7

4.3 Pasantía en el Laboratorio de Construcciones con Tierra Cruda

Otra opción de capacitación para los alumnos, son las pasantías o prácticas profesionales asistida en el laboratorio de construcciones con tierra cruda de la carrera, en donde tiene la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos, familiarizarse con las actividades inherentes a esta especialidad, el trabajo en equipo y el cumplimiento de objetivos.

Las prácticas profesionales asistidas están previstas dentro del plan de estudios de la carrera, se enmarcan dentro de la Ley Nacional de Pasantías 25165/99 y Decreto N° 487/00, tienen carácter de prestación no rentada y una duración mínima de 160 horas (figura 3).



Figura 3. Laboratorio de Construcciones con Tierra Cruda, Escuela de Arquitectura – UNLaR

4.4 Asesoramiento a trabajos finales

En su plan de estudios la carrera contempla la realización de un trabajo final, en el que, mediante la elaboración de un proyecto arquitectónico y urbano de gran complejidad, el estudiante realiza una síntesis de los conocimientos y saberes adquiridos durante su paso por la universidad.

Los alumnos que desarrollan proyectos que emplean tecnologías constructivas de tierra, son guiados por docentes integrantes del laboratorio de construcciones con tierra.

Desde el año 2013 al 2015 fueron asesorados dos grupos de alumnos de trabajo final de tres integrantes cada uno.

5. DIFUSION

5.1. Organización de congresos y reuniones científicas

Bajo el lema “hábitat sostenible y pertenencia cultural” los días 28 al 31 de mayo de 2014 se desarrollaron las “primeras jornadas regionales de arquitectura y construcción con tierra”

a) Los objetivos planteados para este evento fueron:

- Reunir a los profesionales, científicos, diseñadores y constructores de la región que trabajan en torno al tema, para analizar, desde el pasado hacia el presente, tanto el patrimonio histórico cultural, como al estado actual de la arquitectura y las construcciones con tierra.
- Habilitar un espacio de debate que permita examinar y difundir el desarrollo de las acciones, programas y proyectos en marcha relacionados a la arquitectura con tierra y sus resultados alcanzados.
- Concientizar a la sociedad en general y a sus dirigentes de la defensa y conservación del patrimonio construido con tierra.
- Fortalecer las relaciones entre organismos, centros de investigación y profesionales vinculados a la disciplina y trazar los lineamientos de posibles programas conjuntos que pudieran implementarse en el futuro.

b) Actividades: Las jornadas contaron con la presencia de destacados especialistas de la red Protierra Argentina, quienes disertaron sobre las distintas áreas temáticas de la arquitectura con tierra:

- Arquitectura de tierra y medio ambiente: creatividad y sustentabilidad
- Investigación y desarrollo tecnológico: materiales, componentes, sistemas y procesos constructivos. Resistencia y durabilidad. Sismo y humedad
- Patrimonio edilicio: inventario, intervención, preservación/restauración. Patrimonio turístico, gestión y gerenciamiento.
- Normalización: Estado de la cuestión, normas y recomendaciones técnicas, alcances y ámbitos de aplicación.
- Proyectos ejemplares: Diseño, construcción y mantenimiento, vivienda social, individual, prototipos y transferencia
- Educación, formación y capacitación: Recursos humanos, profesionales, técnicos y artesanales (Brizuela, 2014; Sosa, 2014) (figura 4).

Durante las jornadas fueron realizados distintos talleres de capacitación en técnicas constructivas con tierra: identificación y selección de suelos, adobe, tapial, técnicas mixtas, revestimientos y revoques. Para la organización de los talleres se utilizó el instructivo elaborado por la red Proterra para este tipo de eventos (Neves, Faria, 2011a; 2011b) (figura 5).



Figura 4. Disertaciones en la Primera Jornada de Arquitectura con tierra La Rioja, Mayo 2014



Figura 5. Talleres de capacitación Primera Jornada de Arquitectura con tierra La Rioja, Mayo 2014

c) Asistencia: Presenciaron las jornadas un total de 178 personas, con una amplia participación de estudiantes universitarios del medio local, logrando una importante convocatoria de profesionales y técnicos de las provincias vecinas (Catamarca, San Luis, Córdoba), lugares en donde no se realizan eventos relacionados al tema (tabla 2).

Tabla 2. Asistencia primeras jornadas de arquitectura y construcciones con tierra

Asistentes	La Rioja		Otras Provincias	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Estudiantes	99	56%	10	6%
Docentes	16	9%	2	1%
Profesionales y técnicos	27	15%	24	13%
Total por provincias	142	80%	36	20%
Total de asistentes	178			

6 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Esta investigación permite obtener un panorama de las actividades desarrolladas de enseñanza y difusión de arquitectura con tierra, pudiendo establecer la relación entre ellas, el impacto y alcance que tienen en el medio.

Existe un interés sostenido por parte de los alumnos en capacitarse en esta temática que se manifiesta en la matrícula de cada año de la materia construcciones con tierra, verificándose un crecimiento constante de la misma aumentando notablemente con la realización de las

jornadas y disminuyendo considerablemente después de las mismas. Por lo cual queda de manifiesto la importancia de realizar eventos de difusión.

Si relacionar la matrícula de la materia optativa con la cantidad de alumnos que en su trabajo final se inclinan por estas tecnologías constructivas, se desprende que en general los mismos no eligen esta tecnología para realizar un diseño complejo.

Respecto a las jornadas realizadas, se evidencia una alta participación de alumnos, una baja participación de docentes superando a estos el número de profesionales y técnicos con lo cual se detecta también desinterés y resistencia por parte de algunos docentes hacia la arquitectura con tierra, lo cual explica el bajo uso de esta tecnología en los diseños que realizan los alumnos.

Existen dos modelos o paradigmas de la arquitectura que guían su enseñanza: el paradigma de una arquitectura globalizada o internacional, que se produce y difunde desde los grandes centros urbanos de las culturas dominantes, la cual no guarda relación con el lugar y las culturas regionales; y el paradigma de la arquitectura local, vernácula, relacionada a la diversidad cultural, al lugar donde se produce, al uso de las tecnologías apropiadas, de las cuales, la arquitectura con tierra cruda es una de sus máximas expresiones.

7 CONCLUSIONES

Si bien la incorporación a la enseñanza universitaria y la realización de eventos de difusión han despertado el interés en el medio local, por la arquitectura de tierra y sus técnicas constructivas ancestrales, todavía existen prejuicios, dentro del cuerpo docente de la carrera, para incorporarla en la enseñanza del diseño.

Aunque queda mucho por recorrer, el camino ya ha sido iniciado, logrando concientizar a estudiantes, profesionales e instituciones sobre los beneficios ambientales, las posibilidades actuales y la necesidad de preservar el patrimonio construido con tierra cruda.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Brizuela E. (2014). Investigación, capacitación y difusión de la arquitectura con tierra en un ámbito universitario. Resumen de conferencia. Primeras jornadas regionales de arquitectura y construcción con tierra. La Rioja, Argentina

Neves, C.; Faria, O. B. (coord.) (2011). Talleres Proterra – Instructivo para la organización. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponible en <<http://www.redproterra.org>>

Neves, C.; Faria, O. B. (org.) (2011). Técnicas de construcción con tierra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. Disponible en <<http://www.redproterra.org>>. Acceso en 20/5/2014.

Plan de Estudios de la Carrera de Arquitectura 2007. Texto Ordenado. Ordenanza del Consejo Superior de la Universidad Nacional de La Rioja

Sosa, M.; Latina, M. S (2014). Arquitectura de tierra cruda. Enseñanza en la facultad de arquitectura y urbanismo de la UNT. Resumen de conferencia. Primeras jornadas regionales de arquitectura y construcción con tierra. La Rioja, Argentina

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los miembros de la red Protierra argentina por la inmensa tarea de divulgación que realizan en todo el país, promoviendo y facilitando la utilización responsable del material tierra. Agradecen también a las autoridades de la UNLaR y a los docentes integrantes del laboratorio de construcciones con tierra, por proporcionar la información necesaria para realizar este artículo.

AUTORES

Eduardo Enrique Brizuela, maestrando en docencia universitaria, arquitecto, profesor a cargo de la cátedra de "Construcciones con Tierra Cruda", profesor adjunto "Taller de Diseño Arquitectónico II", director del "Laboratorio de Construcciones con Tierra Cruda", Escuela de Arquitectura, Universidad

Nacional de La Rioja-Argentina (UNLaR), profesional independiente. Miembro de la red PROTIERRA Argentina.

Verónica Mariana Vargas, maestrando en docencia universitaria, arquitecta, Coordinadora de patrimonio arqueológico y paleontológico, secretaria de cultura, gobierno de la provincia de la Rioja, profesora adjunta a cargo "Morfología II" y "Sistemas de Representación", Escuela de Arquitectura, Universidad Nacional de La Rioja-Argentina (UNLaR). Miembro de la red PROTIERRA Argentina.



RESULTADOS EN LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO DE ARQUITECTURA CON TIERRA

Alejandro Ferreiro, Helena Gallardo, Javier Márquez

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), Universidad de la República; Uruguay,
opcionaltierra@gmail.com

Palabras clave: diseño, materiales, tecnología

Resumen

Desde el año 2013 se ha dictado en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de la República el curso opcional “Diseño de la arquitectura con tierra” correspondiente al área tecnológica y dirigido a estudiantes de tercer año de la carrera de arquitectura. El objetivo de este artículo es comprender la innovación, racionalidad y pertinencia plasmada en los trabajos finales de los estudiantes del curso en relación a los temas abordados en el mismo. La metodología de presentación de la propuesta es a través de un conjunto de trabajos finales representativos de los temas propuestos como tarea de fin de curso. Estos trabajos se mostrarán a través de imágenes de los gráficos originales elaborados por los estudiantes y se analizará su diseño a partir de los ejes temáticos que debían ser desarrollados. En este análisis se podrán encontrar aspectos comunes o divergentes tanto en la resolución formal como constructiva, que contemplan los requisitos de diseño de la arquitectura con tierra en una zona de clima templado subtropical como lo es Uruguay.

1 INTRODUCCIÓN

El curso “Diseño de la arquitectura con tierra” presenta a estudiantes de tercer año de la carrera de arquitectura una primera aproximación al diseño con tierra. Los contenidos están organizados en tres ejes: dos ejes teóricos y un tercer eje en calidad de taller de diseño, cuyos resultados son el objeto de este artículo.

El programa pedagógico y las actividades que se desarrollan durante el curso, toman como referencia a cursos similares de otros centros universitarios de América del Sur como la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán o la Facultad de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica del Perú, sin desconocer experiencias más recientes en otros países como la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá o la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Chile en Santiago. Más información sobre aspectos generales del curso “Diseño de la arquitectura con tierra” puede consultarse en el artículo “La enseñanza de la arquitectura con tierra” (Ferreiro, Gallardo, Márquez, 2015).

El volumen de material generado y la experiencia en su dictado desde 2013, amerita la sistematización de los resultados ya que han asistido al curso aproximadamente 250 estudiantes con más de 80 trabajos producidos. La propuesta pedagógica de este curso opcional ocupa un lugar de relevancia dentro de la oferta que el estudiantado tiene para elegir, con una demanda que superó en sus tres ediciones el cupo máximo establecido.

La metodología de enseñanza del curso se basa en clases expositivas, un taller de diseño y clases prácticas fuera del aula. Se promueve una enseñanza activa, estableciendo bibliografía de lectura recomendada o trabajos de investigación y análisis previo a la clase expositiva de modo de favorecer la discusión y el juicio crítico. La bibliografía recomendada de libros y revistas incluye más de un 30% de trabajos publicados por la Red PROTERRA o realizados por algunos de sus miembros, tales como Neves y Faria (2011) y Neves et al. (2001) o, para algunos temas específicos, los artículos publicados en las memorias de los Seminarios SIACOT.

Esta estructura de ejes alterna el dictado magistral con la propuesta de ejercicios breves, grupales, que permiten visualizar en el campo práctico lo que se presentó de manera teórica.

Dichos ejercicios se constituyen en insumos para tomar decisiones a la hora de elaborar el anteproyecto final propuesto en el curso. Así, por ejemplo, luego de la exposición de temas referidos a selección de suelos los estudiantes trabajan con diagramas de clasificación de los suelos, donde se les asigna una porción de dicho diagrama para deducir a qué tipo de suelo corresponde y evaluar qué sistemas constructivos pueden ser considerados más adecuados para su uso. Las conclusiones son evaluadas de forma oral y en colectivo de modo de ofrecer un espacio de reflexión de los conceptos manejados. De esta forma, los estudiantes adquieren ciertas certezas que tomarán en cuenta más adelante en el desarrollo del curso.

Además de lo trabajado en clase y de la bibliografía sugerida, se realizan visitas a laboratorio donde se acerca al estudiante a diferentes ensayos específicos sobre suelos como el análisis granulométrico por tamiz y la determinación de Límites de Atterberg, así como ensayos de rotura por compresión de mampuestos. Este tipo de visitas, con un carácter de introducción y sensibilización, tienen como objetivo dar a conocer a los estudiantes los procesos normalizados para distintos análisis de componentes y demostrar que no todo tiene que quedar restringido a pruebas de campo en sitio.

También se han incorporado visitas a obra, donde se puede apreciar el sistema en su conjunto y poner en práctica los conocimientos teóricos brindados en el curso. Estas instancias son muy formativas y valoradas por los estudiantes, aunque tienen la dificultad particular que no siempre es posible acceder a una obra que admita la práctica estudiantil lo que se transforma en el mayor desafío de coordinación para el equipo docente: ofrecer a los estudiantes instancias reales de contacto con los materiales, sin que ello significara algo complejo de implementar desde el punto de vista económico y de recursos humanos. La estrategia planteada en todos los años es la de detectar obras de tierra que se encuentren en construcción y permitan la participación del equipo docente y los estudiantes en alguna instancia del proceso constructivo. En tal sentido se pudieron visitar obras en Solymar en el departamento de Canelones, en Sierra de los Caracoles en el departamento de Maldonado y en la localidad de Lascano en el departamento de Rocha.

A modo síntesis de lo evaluado por los estudiantes en el año 2015, se desprende que un 54% que indica que es un curso bueno en términos generales y se evalúa que los conocimientos de los docentes en los temas tratados es bueno (49%) y muy bueno (43%). Se recibe también por parte de los estudiantes y en fuerte medida, la crítica a la necesidad de más instancias prácticas.

En este sentido, se asume este aspecto más débil que pueda tener el curso y se comparte lo expresado en el artículo "Enseñanza en arquitectura y construcción con tierra", como un aspecto a analizar, desarrollar y mejorar:

En los ámbitos de educación formal de nivel universitario (...) se enseña que producir conocimiento es sinónimo de investigar, de poner las manos en la masa, para saber-hacer, porque el interés está puesto no solamente en ejercitar la enseñanza, sino y principalmente, practicar la acción de investigar el contenido enseñado, y de esa manera hacer una retro-alimentación del saber. El alumno que aprende a construir su proyecto-diseño, conviviendo con los procesos constructivos, construye también su propio conocimiento, su autonomía. (Salmar, Etchebarne, Rotondaro, 2013, p.2)

2 DISEÑO

Con los conocimientos adquiridos por los estudiantes en las clases teóricas y con los insumos realizados en los ejercicios breves, se propone un ejercicio de anteproyecto de tres semanas de duración, donde se busca una síntesis plasmada en una forma arquitectónica, sus sistemas constructivos y la relación entre su producción y las condiciones del sitio.

Debido a la simplicidad programática de las propuestas no se pone énfasis en la resolución tipológica sino que se concentra la atención sobre los aspectos constructivos y logísticos referidos a la instrumentación de la obra.

En ese sentido, se estimula la búsqueda por parte del estudiante de cuáles son los recursos locales disponibles, ya sea en el mismo terreno como en el entorno próximo, para ser utilizados en los casos que sea posible y entender de qué modo organizar la obra cuando las condicionantes del ejercicio sean más críticas.

Este trabajo final se basa en cinco situaciones en locaciones de Montevideo y con distinto grado de dificultad:

- 1) un mirador de aves en zona de humedales donde el entorno se presenta como una impronta fuerte
- 2) una cabina de guardaparques donde las posibilidades de extracción de materiales en el lugar está limitada pero es posible obtenerlos en la zona inmediata
- 3) una guardería de botes en una playa donde, al igual que el caso anterior, se debe relevar la oferta de materiales en el área inmediata
- 4) un pabellón de degustación en la ruta del vino, en un contexto de características rurales
- 5) un estudio en la azotea de una vivienda a modo de situación experimental y de tentar una respuesta en un medio urbano consolidado

En todos los casos se supone un tipo de suelo teórico en el que el estudiante deberá basar sus decisiones tecnológicas. Este suelo había sido analizado en los ejercicios previos y allí se determinaron las posibilidades de utilización y los requisitos de estabilización.

Los ejercicios se trabajan en clase en régimen de taller, con críticas orales colectivas y con instancias individuales de correcciones más específicas. En este sentido el acompañamiento docente se centra en atender la técnica más apropiada a cada situación, el uso racional de los materiales, las condiciones naturales del sitio como ser topografía, asoleamiento, vistas, entre otros, y la respuesta funcional al programa arquitectónico propuesto.

En cuanto a los resultados, se encuentran propuestas que exigen a las técnicas desde lo formal y desde lo sensible y que las obliga a tensionar al máximo sus posibilidades constructivas (figura 1).



Figura 1: Mirador de aves, croquis de análisis y vista perspectiva, 2013 (Antunez, Seifong).

Las soluciones muchas veces encuentran respuestas que pueden parecer distanciadas de lo que se presupone de una construcción con tierra. Tal puede ser el caso de la combinación de materiales industrializados y contemporáneos -como revestimientos metálicos o de policarbonato- que coexisten con la tierra. Estas soluciones son propuestas por los estudiantes en forma consciente y justificada, en aquellos casos donde se prioriza proteger los muros exteriores y mantener expuesta la tierra hacia los espacios interiores en un entorno climático como el de Montevideo, expuesto a la combinación de lluvias y fuertes vientos (figura 2).



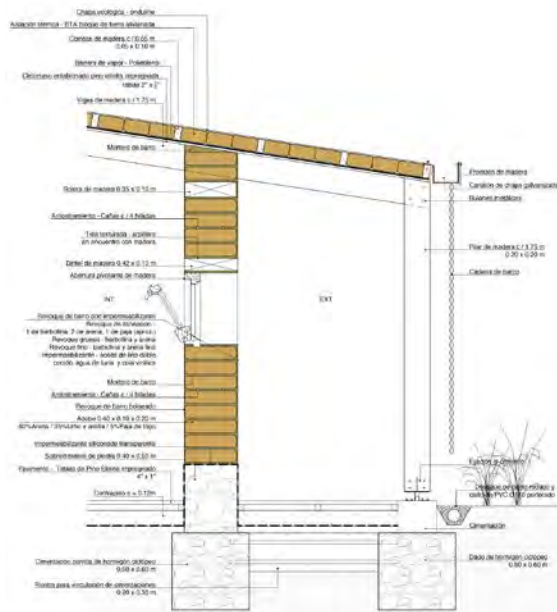
Figura 2: Cabina de guardaparques: esquemas de armado de estructura, osamentas, rellenos y revestimiento exterior, 2014 (Badetto, Larroza, Ocampos)

Existen también propuestas de prefabricación de componentes o incluso de forma más audaz, volúmenes completos que son trasladados al sitio de emplazamiento (figura 3). Se considera que este tipo de planteos más allá de necesitar un desarrollo más profundo, estimula y desafía la búsqueda de soluciones innovadoras.



Figura 3: Estudio en azotea, vista perspectiva de montaje, 2014 (Alborés, Dibarboure, García Vairo)

En todos los casos, se exige a los estudiantes la resolución técnica y constructiva de sus propuestas, mediante detalles constructivos y la explicitación de cómo se organiza la obra a través de memorias y esquemas diversos que se constituyen en piezas gráficas obligatorias en las respectivas entregas (figura 4).



CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El suelo de la zona tiene un alto contenido de arena (50 - 80%), menor cantidad de arcilla (20 - 50%) y un bajo contenido de limo (0 - 30%).

El estudio de composición del suelo es importante a la hora de definir la técnica, ya que determinará si hay compra y transporte de materiales que no existan en el lugar, incidiendo en el costo total de la obra y en el impacto ecológico de la misma sobre el medio ambiente.

ELECCIÓN DE LA TÉCNICA

Una de las técnicas constructivas que pueden realizarse con el material del lugar, para tener un menor costo tanto de materiales como de transporte de los mismos es el **tapial o tierra apisonada** que se caracteriza por su baja proporción de limo y por no contener materia orgánica.

Las proporciones ideales para esta técnica es 30% de arcilla y 70% de arena, lo que se corresponde con las características del suelo de la zona de implantación.



Figura 4: Pabellón en la ruta del vino, corte integral (apud, Cantera; 2014) y guardería de botes, justificación de la técnica (Bonilla, Sánchez; 2013).

Las técnicas utilizadas fueron variadas según el programa pero se pueden establecer similitudes en los distintos trabajos entregados. En el caso particular de los trabajos para el programa de mirador de aves, se observan mayoritariamente propuestas que se posan sutilmente en el sitio, elevándose necesariamente de un terreno inundable y optando por técnicas mixtas ya que por un lado ofrecen ligereza estructural y porque además en el lugar se pueden obtener fibras y otros materiales vegetales para la elaboración de trama de muros. Se destacan ejemplos donde las osamentas de los cerramientos verticales alternan vacíos y rellenos según el sector de la construcción, explotando posibilidades estéticas y logrando juegos interesantes de permeabilidad (figura 5).



Figura 5: Mirador de aves, planta y esquema perspectico (Alvarez, Odriozola; 2014)

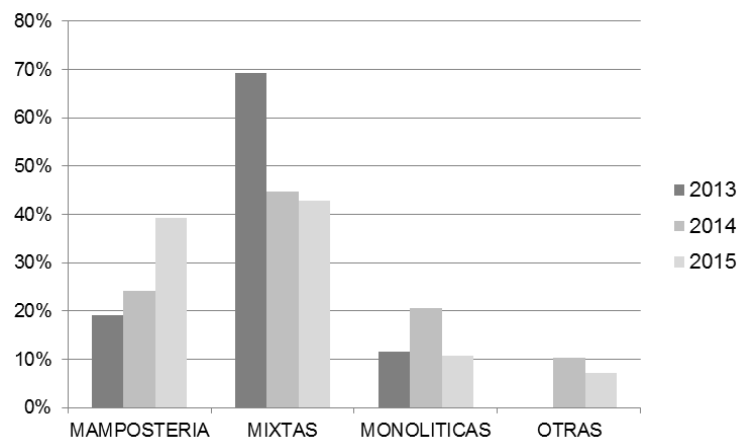
Los sistemas de mampostería aparecen más vinculados al programa del pabellón de vinos y las técnicas mixtas se repiten en el programa de estudio en azotea mientras que en los demás existe cierta dispersión en la elección del sistema constructivo según se puede ver en las tablas 1 y 2.

Tabla 1: Desglose de sistemas constructivos más utilizadas por programa y por año (2013-2015)

		MAMPOSTERIA	MIXTAS	MONOLITICAS	OTRAS
2013	AVE	-	100%	-	-
	AZO	-	100%	-	-
	BOT	20%	60%	20%	-
	CAB	17%	83%	-	-
	VIN	60%	-	40%	-
2014	AVE	-	100%	-	-
	AZO	-	75%	-	25%
	BOT	29%	14%	43%	14%
	CAB	13%	75%	-	13%
	VIN	50%	13%	38%	-
2015	AVE	33%	67%	-	-
	AZO	-	67%	-	33%
	BOT	60%	20%	20%	-
	CAB	33%	33%	33%	-
	VIN	80%	20%	-	-

Referencias: Puesto de avistamiento de aves (AVE), Estudio en azotea (AZO), Guardería de botes (BOT), Cabina de guardaparques (CAB), Pabellón del vino (VIN)

Tabla 2: Sistemas constructivos más utilizados (2013-2015)



3 CONCLUSIONES

Sobre el análisis de los aproximadamente 80 trabajos entregados en tres años de curso, se entiende que se pueden realizar varias conclusiones.

En primer lugar, las condiciones del suelo hipotéticas con las que trabajan con los estudiantes, permiten comprender el rol que este juega en el proceso de diseño, pero a su vez, es el que establece menos restricciones y, por lo tanto sobre el que los trabajos presentan mayor variabilidad. Las condiciones vinculadas al programa y al sitio muestran ser más resistentes a variaciones, mientras que la diversidad de técnicas y sistemas permiten dar respuestas diversas al desafío que plantea el ejercicio proyectual.

En segundo lugar, y observando los porcentajes de técnicas utilizadas para los proyectos se aprecia una notoria inclinación por la selección de técnicas mixtas. Esto está vinculado a una correcta comprensión de la puesta en obra y el proceso constructivo de dichas técnicas, que se entienden ajustadas para proyectos pequeños de ejecución rápida y que en muchos casos también existe una exigencia estructural menos rigurosa como ser los casos del mirador de aves sobre un humedal o una nueva construcción sobre la azotea de una vivienda existente.

Se observa el interés por la búsqueda de una materialidad nueva desde la tecnología con tierra, que se vincula con tecnologías contemporáneas de otros materiales como revestimientos metálicos, plásticos, reciclados, etc., evitando reproducir una concepción estética histórica y tradicional asociada a este material. De esta manera se puede reflexionar respecto a cómo las distintas estrategias de protección de los muros inciden formalmente en el diseño de una construcción con tierra, no como una consecuencia fortuita sino como resultado de un proceso y una búsqueda específica.

Se autoevalúa como debilidad la dificultad por poder integrar en el proceso de diseño, un proceso constructivo en paralelo de modo de verificar algunas decisiones.

Más allá de este último aspecto, se considera que el proceso general desarrollado a lo largo de este curso implica un aporte relevante en nuestro contexto arquitectónico cultural, en función de la cantidad de estudiantes alcanzados y lo evaluado por los mismos, sobre la forma de ver y entender el uso de la tierra como un material de construcción, pertinente y apropiado al presente y al futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Salmar, E.; Etchebarne, R.; Rotondaro, R. (2013). Enseñanza en arquitectura y construcción con tierra: experiencias y reflexión crítica en tres universidades latinoamericanas de Argentina, Brasil y Uruguay. En Memorias del 13 SIACOT, Valparaíso: S/D

Ferreiro, A.; Gallardo, H.; Márquez, J. (2015). La enseñanza de la arquitectura con tierra. En 15 SIACOT, Cuenca – Ecuador. Anales: “Tierra, sociedad, comunidad”, p. 650-657

Neves, C.; Faria, O. B. (Org) (2011) Técnicas de construcción con tierra Bauru: FEBUNESP/PROTERRA, 2011. Disponible en: <http://www.redproterra.org>

Neves, C.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Cevallos, P. S.; Hoffmann, M. V. (2009). Selección de suelos y métodos de control en la construcción con tierra – prácticas de campo. Rede Ibero-americana PROTERRA. Disponible en: <http://www.redproterra.org>

NOTA

Las imágenes presentadas en este artículo son de los estudiantes de grado de la FADU: Vicente Bonilla, Carolina Sánchez, Gimena Antúnez, Katia Seifong, Juan Manuel Alborés, Gonzalo Dibarboure, Maximiliano García Vairo, Ana Lucía Alvarez, Tania Odriozola, Agustina Apud, Valentina Cantera, Mauro Badetto, Martín Larroza y Maximiliano Ocampos

AUTORES

Alejandro Ferreiro: arquitecto egresado en 2005 de la Facultad de Arquitectura (UdelaR, Uruguay). Participó de los proyectos “Proyecto Hornero” (2002-2006), “Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción” (2007-2008) y “Cohesión social y desarrollo de la cuenca del Arroyo Carrasco” (2009-2011). Profesor Adjunto de la Cátedra de Arquitectura y Tecnología. Docente del curso “Diseño de arquitectura con tierra”. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Helena Gallardo: arquitecta egresada en 1994 de la Facultad de Arquitectura (UdelaR, Uruguay). Participó en el Proyecto “Elaboración de un programa regional de formación en técnicas de bioconstrucción” (2007-2008). Profesor Adjunto de Taller Apolo de Anteproyecto. Docente responsable del curso “Diseño de arquitectura con tierra”. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Javier Márquez: arquitecto egresado en 2008 de la Facultad de Arquitectura y diplomado en especialización en investigación proyectual en 2015 (UdelaR, Uruguay). Integrante de proyecto de extensión e investigación universitario “Proyecto Hornero” (2002-2006). Profesor Adjunto de Taller Berio de Proyecto. Docente del curso “Diseño de arquitectura con tierra”.



CAPACITACIÓN RESTAURACIÓN DE FACHADAS BELÉN, REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA, CHILE

Camilo Giribas Contreras

Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés, Arica, Chile. Escuela de Construcción en Tierra Ecot. camilogiribas@gmail.com

Palabras clave: adobe, restauración patrimonial, escuela taller, cultura tradicional

Resumen

El poblado de Belén se ubica en la pre-cordillera de Arica y Parinacota a 3279 msnm, específicamente en el cordón montañoso conocido como Sierra de Huaylillas, siendo parte de la comuna de Putre. El asentamiento se origina con la llegada de los españoles y la instalación de la ruta comercial y cultural de la plata de Potosí, que tiene su primer puerto de embarque en Arica y que utiliza los ancestrales corredores andinos que conectan la costa del pacífico con el altiplano. Estas viviendas andinas, emplazadas en medio de una geografía sorprendente, son testimonio del complejo encuentro entre la cultura europea y la americana ancestral. Durante el año 2013 se ejecuta en Belén la primera etapa de la capacitación para la restauración de fachadas cuyos trabajos se enfocaron en la calle principal llamada Baquedano. Ésta segunda etapa del proyecto, incluye la calle 21 de Mayo, que junto a calle Baquedano, conforman el circuito procesional de las celebraciones religiosas del pueblo. Los objetivos principales del proyecto son conservar y potenciar el valor patrimonial de las viviendas y garantizar la permanencia de su imagen original. Se entiende que las viviendas de Belén poseen un alto valor patrimonial. Con la restauración de sus fachadas se pretende preservar de manera segura este valor, contribuyendo al desarrollo sostenible y fortalecimiento de la comunidad que habita la localidad. Los objetivos vinculados son recuperar los oficios constructivos tradicionales del mundo andino, que dieron forma a sus viviendas y a sus bienes culturales: albañilerías de adobe, techumbres en par y nudillo, cubiertas de torta de barro y de paja brava, etc. Se busca capacitar a la comunidad en la conservación de su patrimonio cultural mediante la participación activa en los trabajos de restauración, además de colaborar con la investigación y el desarrollo de la restauración y conservación del patrimonio de tierra en Chile.

ANTECEDENTES

El patrimonio cultural andino en la región de Arica y Parinacota es la herencia de los bienes materiales e inmateriales fruto del pasado de su comunidad que se han ido transmitiendo de generación en generación hasta hoy. Las construcciones patrimoniales en las localidades rurales de la región son parte importante de la herencia cultural de los antepasados de la comunidad.

Las casas de la comunidad de Belén son lugares sagrados y ejes de la vida comunitaria de los pueblos andinos que habitan la zona, y funcionan como centros de preservación de su cultura tradicional y punto de encuentro en tiempos de festividad.

La gestión responsable para el mejoramiento de las fachadas de Belén se trata como un desafío de intervención prioritaria para la implementación de alternativas reales de desarrollo sostenible en la región de Arica y Parinacota.

Ubicación

Coordenadas UTM: 7957957 S, 445717 E; Altitud: 3.279 msnm.

El poblado de Belén se ubica en la pre-cordillera de Arica y Parinacota, específicamente en el cordón montañoso conocido como Sierra de Huaylillas, 143 km al este del puerto de Arica

y 67,2 km al oeste de Putre¹. Administrativamente, pertenece a la Comuna de Putre, Provincia de Parinacota, XV Región de Arica y Parinacota.

Poblado de Belén

La traza urbana de Belén corresponde a la tipología colonial de edificación en torno a la plaza principal. El poblado se desarrolla en una cuadrícula de aproximadamente 15 manzanas, con las calles principales dispuestas de oriente a poniente. Belén conserva en su mayoría casas de adobe de planta rectangular sin divisiones interiores con sobrecimientos de piedra canteada, techumbre de par y nudillo y techo de calamina; quedan algunas casas con techumbre de paja brava original. Algunas conservan pisos de tierra y de madera con sus cocinas exteriores a leña. Hay algunas casas que mantienen la pintura roja colonial. Las calles del pueblo están pavimentadas con piedra laja proveniente de una cantera cercana al pueblo. Sobresale la disposición de casas en pendiente y la plaza principal en tres niveles, con la Iglesia de San Santiago en el más bajo y la Iglesia de la Virgen Candelaria en el más alto.



Figura 1. Imagen aérea del poblado de Belén (Google Earth)

Valor patrimonial de la vivienda andina

Como primer ejercicio el proyecto plantea la definición del valor patrimonial de las viviendas de Belén. Para ello, la Fundación Altiplano trabaja con una metodología donde se define el valor patrimonial con tres variables que son el valor histórico, que se basa en la investigación de documentos, escrituras, fotografías y fuentes orales. El valor estético que está definido por los estilos arquitectónicos, los sistemas constructivos y tipologías que presentan las viviendas. Y el valor cultural que se entiende por los usos, costumbres y tradiciones que tuvo, o tiene en el presente, la vivienda.

a) Valor Histórico:

La región de Arica y Parinacota tiene una remota historia de ocupaciones humanas. Las primeras evidencias corresponden al Período Arcaico (8.000-1.500 a.C.), cuando vivían pequeños grupos de cazadores recolectores en el altiplano y la pre-cordillera, mientras en la costa grupos de pescadores recolectores conforman la denominada cultura Chinchorro. Las primeras poblaciones de ocupación permanente se relacionan con el desarrollo de una economía agraria en los valles y agro pastoril en los territorios de altura. En el Período

¹ SERNATUR. Atractivos turísticos región de Arica y Parinacota, Arica-Chile, 2008. Disponible en: <http://www.sernatur.cl/>. p. 172. Visitado el jueves 7 de enero de 2010.

Medio (500-1.100 d.C.) el Imperio Tiwanaku se expande hacia la costa desde el lago Titicaca, caracterizando el paisaje cultural de Arica y Parinacota hasta hoy. En el Intermedio Tardío (1.100-1.400 d.C.) surgen los denominados Desarrollos Regionales. Hacia 1.470 llega el Periodo Inca. Con la llegada de los españoles en 1536 se desarrolla la Ruta de la Plata de Potosí y en torno a esa ruta se constituye uno de los conjuntos patrimoniales más destacados de América (Benavides, 1977; Moreno, Pereira, 2011). Belén tiene su origen en las reducciones de pueblos creadas con la llegada de los españoles. Se pretendía con ello concentrar a los indígenas en un espacio determinado para que así su evangelización fuese más efectiva y la mano de obra mejor controlada. Las primeras referencias documentales de Belén son de comienzos del siglo XVII, y refieren al poblado de Tocaroma. Durante el siglo XVII se le llama indistintamente a Belén Tocaroma o Tocaroma, en el siglo XVIII ya se le menciona normalmente con el nombre de Belén. El trazado urbano de Belén corresponde a la tipología colonial de edificación en torno a la plaza principal, en donde el templo se encuentra estratégicamente ubicado en el centro del poblado. Belén alcanzó tal grado de importancia durante la época colonial que en 1777 fue nombrado cabecera de la Doctrina de Belén.



Figura 2. Foto de las viviendas de Belén (Fuente: Juan Benavides, 1968).

b) Valor estético:

La arquitectura doméstica es por tanto, una manifestación de este proceso cultural e histórico y un reflejo de la adaptación de sus habitantes al medio y a las adversas condiciones climáticas de la región. Como consecuencia aparece una arquitectura de tipología sencilla, resultado de la agregación de volúmenes rectangulares conectados entre sí, con estructura de muros portantes de adobe, generalmente de 50 cm de espesor, con fundaciones de piedra rústica y mortero de barro. La techumbre se resuelve con sistema de par y nudillo de madera que en muchos casos se apoya directamente sobre los muros de adobe, la cubierta fue tradicionalmente de paja brava, sin embargo se ha ido reemplazando cada vez más por el uso de planchas zinc-aluminio. Destacan en algunas viviendas andinas las portadas de acceso, muestra del oficio cantero del periodo colonial durante los siglos XVIII y XIX que recogen la tradición y simbolismo de las puertas europeas con las puertas de piedra andinas de origen preincaico.



Figura 3. Vista de la plaza de Belén hacia la iglesia la Candelaria (Fuente: Archivo Vicente Dagnino, 1986))

c) Valor cultural:

Elementos que dan cuenta de la cultura del poblado. Por consecuencia un recurso de desarrollo sostenible para la comunidad en actividades de turismo. Se respeta y se potenciará Belén como lugar sagrado y de devoción, donde se desarrolla la espiritualidad de la comunidad, a través de sus celebraciones. De hecho, el criterio de selección de las calles donde se encuentran las viviendas que se restaurarán, responde al circuito procesional de las fiestas religiosas, como la celebración de la virgen de la Candelaria el 2 de Febrero, o la fiesta patronal de San Santiago el 25 de Julio. También en semana santa se realiza la procesión por dichas calles, donde cada familia construye estaciones, en las cuales se realizan ofrendas como parte de las costumbres del pueblo. Destaca la celebración de las cruces de Mayo, donde cada familia realiza recorridos hacia las cumbres cercanas, apus o antiguos mallkus sagrados como lo son la cruz del milagro, Tojo-Tojone y Tablatablane entre otras.

Estado de conservación

Actualmente las viviendas de los pueblos andinos de la región sufren un fuerte abandono, debido a la creciente migración de los pueblos del interior hacia la urbe en busca de mejores oportunidades laborales, educacionales y vitales en general; y sólo vuelven a ser habitadas en ocasiones festivas o para fechas relacionadas con el calendario agrícola. El rápido crecimiento demográfico de Arica y su demanda de viviendas han seguido la tendencia actual de una arquitectura tecnológica y prefabricada, contribuyendo de este modo al olvido de una sabia tradición constructiva fruto de miles de años de herencia arquitectónica.

La falta de mantenimiento no es el único factor que pone en riesgo la conservación de este patrimonio, sino también, agentes naturales como los sismos. La región de Arica y Parinacota sufre eventos sísmicos con distinta frecuencia e intensidad, el último sismo registrado fue en el año 2014. Los sismos han provocado en edificaciones de tierra y/o piedra daños como colapsos, grietas, fisuras y desprendimientos de revoques, daños graves para su resistencia estructural. En las construcciones de adobe es frecuente que los daños evidenciados por los sismos sean consecuencia de problemas preexistentes como erosiones, humedad, fallas del diseño o de construcción, malas intervenciones, etc.

Según el levantamiento crítico inicial de las viviendas de Belén, se concluyó que el estado de conservación es deplorable, daños graves, moderados y leves, que exigen una

restauración integral urgente de las fachadas. Tras la intervención se ha observado el beneficio directo en su comunidad y el desarrollo de la región.



Figura 4. Lámina con diagnóstico de daños previo a la liberación de revoques (Fundación Altiplano)

Filosofía de diseño

La filosofía de diseño persigue dar seguridad sísmica a la construcción patrimonial de tierra, definiendo un comportamiento estructural adecuado teniendo presente al alto valor patrimonial de la vivienda. El cumplimiento de esta filosofía deberá conceder durabilidad a las viviendas de adobe frente a los terremotos y a otros fenómenos naturales. La filosofía de diseño sismoresistente se expresa a través de objetivos de desempeño estructural durante los terremotos. Las estructuras de adobe deben ser reforzadas para conseguir el siguiente comportamiento: durante sismos leves las edificaciones de tierra podrán admitir la formación de fisuras finas de los muros y otros elementos estructurales. Durante los terremotos intermedios, se permitirán fisuras más importantes, pero la estructura debe ser reparable. Durante la ocurrencia de sismos fuertes se admite la posibilidad de daños estructurales importantes, con fisuras y deformaciones permanentes, pero se evitarán las fallas frágiles y los colapsos parciales o totales, que tienen consecuencias fatales.

Criterios de restauración

Fundación Altiplano trabaja con los principales criterios de restauración del patrimonio arquitectónico, recomendados por las principales instancias de conservación a nivel internacional:

a) Investigación: La construcción patrimonial antes de ser intervenida debe ser estudiada, comprendida y valorada en su integridad, atendiendo cada uno de los elementos que componen su valor con una investigación multidisciplinaria. Se trata de fundamentar cada acción de la intervención. Hay que establecer materiales, sistema constructivo, estilo,

patologías, contexto físico y cultural, historia y alteraciones en el tiempo. En restauración no se especula, sino que se actúa con base científica.

b) Autenticidad y seguridad: La materialidad y los sistemas constructivos de un edificio histórico son parte del valor patrimonial que se pretende preservar y, por tanto, deben ser respetados y preservados. Ahora bien, el respeto a la autenticidad debe considerar también la seguridad para los ocupantes del inmueble y su preservación en el tiempo frente a los agentes de riesgo. Esto es especialmente relevante en construcciones patrimoniales de tierra, donde el sistema constructivo puede requerir la incorporación de nuevos materiales y técnicas que aseguren su correcta y segura conservación.

c) Mínima intervención y seguridad: Las intervenciones deben limitarse al mínimo indispensable que exija la conservación segura del inmueble. Se intenta siempre realizar la menor cantidad de intervenciones con objeto de preservar la mayor parte de la construcción original y salvaguardar su autenticidad, consiguiendo al mismo tiempo la meta que motivó la intervención, que es asegurar la conservación de la edificación frente a los agentes de riesgo. Debe existir un equilibrio entre respeto a la autenticidad y seguridad.

d) Reversibilidad: Se espera que las intervenciones sean técnicamente reversibles. Esto es aplicar soluciones a daños que no alteren la construcción y su valor patrimonial y que puedan ser desaplicadas en caso de que surja en el futuro una mejor alternativa. Las tecnologías usadas en restauración van renovándose y reemplazándose por otras más apropiadas. Se descarta toda alteración inapropiada u obsoleta. Es importante documentar y conservar todo elemento que se retire en la intervención, con objeto de que pueda ser reinstalado en el futuro. La reversibilidad implica que las intervenciones permitan otros trabajos de conservación que puedan ser necesarios a futuro y que no impidan acceder a información que está disponible en la estructura del edificio.

e) Equipo multidisciplinario: Para la valorización integral del bien patrimonial que se quiere restaurar, así como para la determinación de sus daños principales, las causas de éstos y las intervenciones a realizar, es fundamental que se constituya un equipo profesional de alta calidad y multidisciplinario, que sea capaz de atender todas las dimensiones del valor que se busca conservar y potenciar.

f) Coordinación con comunidad a cargo de la conservación: El equipo a cargo deberá comenzar por conocer y coordinarse con la comunidad que vive en la localidad. Más allá de complejas argumentaciones conceptuales, el valor patrimonial nace del cariño que una comunidad le confiere a un bien determinado, en el que ve resguardados bienes esenciales de su cultura, de su historia, de su presente y de su futuro.

g) La restauración como hito en la conservación: La restauración de una construcción patrimonial en tierra debe asumirse como un hito más en su conservación histórica. Es fundamental que se considere la restauración como el comienzo de un nuevo ciclo de conservación que exigirá más y mejor cuidado, con una comunidad fuerte y organizada que pueda llevarlo a cabo.

h) Inversión en desarrollo sostenible: La inversión en restauración patrimonial es siempre cara y compleja, y habitualmente supera a la capacidad de gestión de la comunidad usuaria y a cargo de la conservación histórica del inmueble. Es importante que la inversión considere esto y dirija parte del esfuerzo a fortalecer a quienes quedan a cargo del bien restaurado, como una inversión directa en la conservación adecuada de la vivienda. Esto supone conocer la comunidad, sus debilidades, fortalezas y anhelos con respecto a su potencial desarrollo futuro y al rol que en esto puede cumplir su patrimonio cultural como recurso disponible.

i) Capacitación a la comunidad usuaria: En directa relación con lo anterior, la restauración debe considerar como una cuestión principal la capacitación de miembros de la comunidad en técnicas de restauración y mantenimiento de las viviendas. Cada restauración debería ser ejecutada a modo de Escuela Taller, para incorporar miembros de la comunidad y

profesionales que estén interesados en investigar y ganar experiencia en restauración y conservación patrimonial.

MEMORIA DESCRIPTIVA

Programa de capacitación para la restauración de fachadas de Belén

El programa de capacitaciones tiene como objetivo principal la instalación de capacidad en conservación, restauración y gestión del patrimonio en las comunidades andinas en la localidad de Belén, Comuna de Putre (Fundación, 2015).

Definidos el alto valor patrimonial de las viviendas, su estado de conservación y establecidos los objetivos, la filosofía y los criterios de restauración, se ejecuta en Belén durante el año 2013 la primera etapa de la capacitación para la restauración de fachadas cuyos trabajos se enfocaron en la calle principal llamada Baquedano. Esta segunda etapa del proyecto, cuyas obras comenzaron el 8 de Enero del 2016 y finalizan en Enero del 2017, se incluye la calle 21 de Mayo, que junto a calle Baquedano, conforman el circuito procesional de las celebraciones religiosas del pueblo.

Se considera la implementación de refuerzo estructural sismoresistente en las nuevas viviendas propuestas. Además, la implementación de 4 prototipos adicionales: prototipo de restauración integral de 3 viviendas de alto valor patrimonial, prototipo de pavimentación urbana sectorizada, con justificación de accesibilidad de recorridos, prototipo de Iluminación patrimonial sectorizada y un prototipo de señalética patrimonial.

Se intervendrán aproximadamente unos 2000 m² de fachadas, que representan las 50 viviendas seleccionadas para esta segunda etapa.

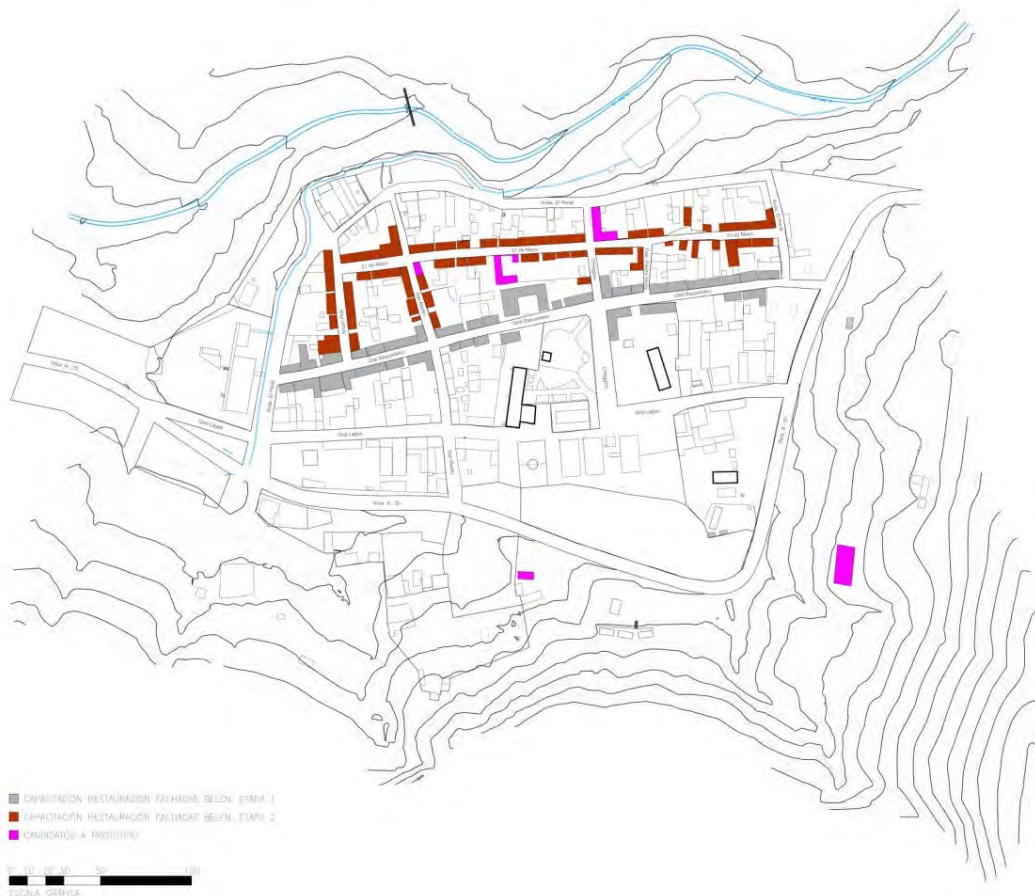


Figura 5. Planta del poblado de Belén con las dos etapas de intervención (Fundación Altiplano)

Objetivos

Los objetivos principales del proyecto son conservar y potenciar el valor patrimonial de las viviendas y garantizar la permanencia de su imagen original. Se entiende que las viviendas de Belén poseen un alto valor patrimonial, por lo que con la restauración de sus fachadas se pretende preservar de manera segura este valor, contribuyendo al desarrollo sostenible y fortalecimiento de la comunidad que habita la localidad.

Los objetivos vinculados son recuperar los oficios constructivos tradicionales del mundo andino, que dieron forma a sus viviendas y bienes culturales: albañilerías de adobe, techumbres en par y nudillo, cubiertas de torta de barro y de paja brava, etc.

Se busca capacitar a la comunidad en la conservación de su patrimonio cultural mediante la participación activa en los trabajos de restauración, además de colaborar con la investigación y el desarrollo de la restauración y conservación del patrimonio de tierra en Chile.

Capacitación a través de Escuela Taller

Es un instrumento de formación ocupacional que capacita a través del trabajo, dentro de un ambiente de formación didáctico-pedagógica que coteja la formación en oficina con la aplicación en obra.

En el caso de la Escuela Taller de Fundación Altiplano MSV, se aprecia una experiencia inédita que marca una distancia formal con el modelo de escuela taller española, pero es concurrente y complementaria en el afianzamiento de las capacidades culturales, intelectuales y técnicas de sus beneficiarios.

Los objetivos primordiales de la experiencia de Escuela Taller Fundación Altiplano son:

Fortalecer las capacidades locales de las poblaciones rurales; Convertir al aprendizaje patrimonial como un vehículo transformador y propiciador de desarrollo; Formar sistemáticamente a maestros especialistas en intervenciones del patrimonio inmueble; Integrar a las personas con su entorno territorial; Reactivar la economía local; Fomentar la empleabilidad y recuperar el patrimonio local, regional y nacional.

Los beneficios a mediano plazo de la existencia de la Escuela Taller son visibles y tienen que ver con su propia existencia, con su operatividad en obra, con la cualificación de miembros de las comunidades rurales que, en consecuencia, los ha proyectado en la generación de emprendimientos personales. Esa es la escala humana.

La escala arquitectónica ha merecido la mayor de las atenciones con la restauración de los conjuntos religiosos, la rehabilitación de viviendas y la generación de prototipos innovadores.

En la escala urbana, es verificable la implicancia de las iglesias dentro del conjunto monumental. Además, el trabajo de las viviendas ha mejorado la lectura del espacio público.

El paisaje urbano ha ocasionado una transformación en pro de la estética de los pueblos y sus entornos inmediatos.

PARTIDAS INVOLUCRADAS

Fabricación de adobes

Se contempla la fabricación de aproximadamente 2000 adobes para los trabajos de consolidación y restitución de muros.



Figura 6. Secado de adobes fabricados

Muros

Se debe mantener el predominio del lleno sobre el vacío en la composición de los muros de fachada, siguiendo como ejemplo el diseño de las fachadas antiguas construidas en mampostería de piedra o adobe.

a) Consolidación y/o restitución de muros de adobe y/o piedra: de acuerdo a la verificación estructural, que será posible realizar luego de la liberación de los revoques, se definirá que componentes de cada muro deben ser consolidados o restituidos. Para los muros que presenten grietas no superiores a los 2 cm. de espesor y desaplomes menores se propone su consolidación a través de calzaduras e inyección de nuevos morteros, en caso que el muro presente colapso parcial, grietas pasantes o desaplomes evidentes, será necesario su desarme controlado y la posterior restitución del muro con la misma materialidad y sistema constructivo.

b) Calzaduras de muros de adobe y/o piedra: la calzadura consiste en el reemplazo controlado de nuevas piezas de adobe y/o piedra por piezas fracturadas o críticamente erosionadas. Para ello, es fundamental apuntalar previamente los muros y realizar las calzaduras desde la base del muro hacia arriba.

c) Inyecciones de morteros de barro y/o cal: se realizarán inyecciones de morteros de barro para reparar las fisuras y grietas que no requieran de calzaduras en muros de adobe y piedra con morteros de barro.

d) Restitución de muros de adobe: existen casos que es necesario restituir muros de adobe en avanzado deterioro, por lo cual se debe realizar el desarme controlado, para ello es necesario; apuntalar la techumbre, registrar la intervención y conservar en el desarme la mayor cantidad de tierra, adobes sanos y/o piedras para la posterior restitución del muro.

e) Tramados de muros: el tramado de los adobes será según cada caso, dispuestos en soga o a tizón según corresponda a la albañilería original. Para el caso de muros de piedra conservar la disposición de su mampostería. Lo importante es considerar la traba en esquinas y en cada hilada del muro.

f) Consolidación de zócalos de piedra: se realizará la verificación estructural del estado de conservación de los zócalos de piedra, la que determinará, dependiendo de los daños que se establezcan, qué zócalos deben ser consolidados o restituidos.

g) Aplicación de revoques de barro: para el revoque base en muros, se utilizará tierra harneada similar a la de los adobes, paja brava no mayor a 5 cm. de largo y arena fina.

h) Aplicación de enlucidos de tierra color: hasta ahora, de acuerdo a evidencias encontradas en algunas edificaciones y al uso tradicional de tierra de color en construcciones de adobe en Belén, se define utilizar enlucidos de tierra de color ocre, rojo y verde.

i) Restauración de carpinterías de puertas y ventanas: los trabajos en las carpinterías de puertas y ventanas consideran la reintegración de piezas faltantes, integración de dinteles en casos donde se requiera, limpieza, decapado, consolidación y acabados según evidencias encontradas.

Cubiertas

Para las cubiertas se recomienda reemplazar las planchas de zinc-alum en mal estado y pintar de color rojo colonial la totalidad de las cubiertas, para así minimizar el brillo de las calaminas y proteger del óxido. Sólo si es estrictamente necesario, se deberá consolidar la estructura de techumbre utilizando la materialidad, dimensiones y sistema constructivo originales.

En la pre cordillera de Arica y Parinacota, las cubiertas tradicionales estaban compuestas por armadura de par y nudillo de madera rolliza, trama de caña, estera de totora y torta de barro con cubierta de paja brava. Esta tecnología milenaria, en especial el rol de la paja brava, permitió resistir durante mucho tiempo las lluvias torrenciales durante los meses de enero a marzo de cada año. Hoy, la restitución de este tipo de cubiertas tiene un alto costo operacional y de adquisición que el presente proyecto no puede cubrir.

Especialidades

Se considera una partida de especialidades que involucra estudiar la posibilidad de integrar iluminación exterior para resaltar el valor estético de las viviendas; se propone generar accesibilidad para discapacitados en relación al circuito procesional; y una partida de señalética que busca identificar calles e información de valor turístico patrimonial.

CONSIDERACIONES FINALES

Luego de la ejecución del programa de capacitación se espera cumplir los objetivos planteados, los cuales generarán como consecuencia los impactos esperados. En términos generales el principal impacto será la puesta en valor de la localidad de Belén y su importante impacto a la sustentabilidad de la actividad turística en el destino, lo que además generara otros efectos deseados, tales como:

Concientizar a la comunidad local de la importancia del cuidado de su patrimonio, considerando la arquitectura tradicional del poblado un recurso tanto turístico como identitario, que ellos deben proteger y mantener, como los principales responsables de mantener en el tiempo su identidad urbana tradicional.

Empoderar a los vecinos en la mantención de sus propios inmuebles, capacitándolos en las técnicas necesarias para la recuperación y mejoramiento de sus viviendas.

Sensibilizar al municipio en la urgente necesidad de normar aspectos urbanísticos del poblado, mediante un instrumento que permita la declaración de Zonas de Conservación Histórica en los lugares beneficiados con el programa. De esta forma se puede asegurar un real desarrollo sostenible de la actividad turística en el destino, mediante la protección de este patrimonio con un instrumento de planificación territorial.

La ejecución del proyecto “Capacitación en restauración de fachadas Belén” (2da Etapa) se inició el 8 de Enero del 2016 y está programado para terminar a comienzos del 2017. La obra se encuentra en pleno desarrollo de las partidas descritas, tomando como referencia los proyectos de capacitación de fachadas ya ejecutados en los pueblos de Socoroma, Codpa y la primera experiencia vivida en Belén.

El propósito del trabajo realizado tiene objetivos a largo plazo que consisten en asegurar la conservación del patrimonio arquitectónico y cultural de Belén, y por sobre todo promover el

desarrollo sostenible de los pueblos andinos, entendiéndose esto como una activación del desarrollo social a través de la capacitación y empoderamiento de la comunidad; el desarrollo económico a través de la reactivación de la agricultura y la generación de emprendimientos turísticos; y un desarrollo medioambiental que proteja el contexto natural del poblado y su entorno.

A través de iniciativas o emprendimientos se busca generar más vida en los poblados que han sufrido un fuerte abandono debido a la creciente migración. Lo interesante es que, en rigor, no es un abandono total, ya que por motivos espirituales, como lo son las celebraciones religiosas, y temas relacionados a la agricultura, la comunidad Beleneña vuelve a su pueblo y mantienen vivas sus costumbres y tradiciones.

A corto plazo los resultados son visibles. Se genera empleo, se capacita a la comunidad en los oficios tradicionales, se potencia el arraigo de las personas con su pueblo, y se observa un impacto positivo en relación a los trabajos en obra y a los resultados técnicos que han mejorado considerablemente la imagen de Belén. Esto hace que la comunidad le dé más valor no sólo a sus viviendas, sino también al desarrollo que se podría generar en la localidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archivo Histórico Vicente Dagnino (1986). Archivo fotográfico. Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.
- Benavides, J. (1977). Arquitectura del Altiplano: caseríos y villorrios ariqueños. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés (2015). Perfil programa capacitación restauración de fachadas Belén, 2da etapa, Putre. Arica, Chile. Gobierno Regional de Arica y Parinacota.
- Moreno, R.; Pereira, M. (2011). Arica y Parinacota: La iglesia en la ruta de la plata. Viña del Mar. Ediciones Altazor.

AUTOR

Camilo Giribas, arquitecto de la Universidad Tecnológica Metropolitana, dirige las obras de restauración del Ex-Congreso Nacional de Chile. Es miembro y docente de la Escuela de Construcción en Tierra de Chile, miembro de la Red Iberoamericana Proterra. Hace 2 años trabaja como arquitecto residente en la Fundación Altiplano dirigiendo las obras de restauración de la iglesia de San Pedro de Atacama y actualmente la capacitación para la restauración de fachadas de Belén.



INVESTIGACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN EL NOROESTE ARGENTINO (NOA)

Stella Maris Latina¹, Mirta Eufemia Sosa²

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán
Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda cridati@fau.unt.edu.ar
¹smlatina05@gmail.com; ²mirta_sosa@hotmail.com

Palabras clave: Seminario, investigación, extensión, arquitectura de tierra, NOA

Resumen

En la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) desarrolla actividades de formación en tres niveles de grado en el dominio de la arquitectura de la tierra con el dictado de: Materia Electiva “Arquitectura de Tierra Cruda” (48h); Práctica Profesional Asistida (120h) y Seminario de Iniciación en la Investigación y Extensión denominado “Atlas de la Construcción con Tierra y su Producción en el Noroeste Argentino (NOA)” con 180h. El presente artículo desarrolla lo realizado en este último, de modalidad teórico-práctico, tiene el objetivo tanto de iniciar y formar alumnos y graduados de la carrera de Arquitectura, en tareas de investigación y extensión, como de realizar un registro y zonificación de la construcción y producción de técnicas de construcción con tierra de la arquitectura tradicional y contemporánea de la región del NOA. Se plantea una investigación de carácter documental descriptivo, definiendo como área de estudio las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca. La metodología comprende: a) búsqueda de información bibliográfica sobre la producción de la arquitectura de tierra; b) relevamiento¹ de campo, basado en entrevistas a propietarios, constructores y profesionales; fichas de registro de datos; tomas fotográficas y croquis de los edificios y c) llenado de fichas y mapeo en el Google Earth a fin de inventariar, cartografiar y generar una base de datos sobre la producción y ubicación de la arquitectura de tierra en el NOA. El registro realizado permitió: a) la individualización de técnicas constructivas y expresiones arquitectónicas de edificios dispersos y de aquellos situados en poblados rurales y centros urbanos, b) identificación a través de los distintos componentes tipológicos de los sistemas constructivos, de la permanencia o pérdida de las tradiciones constructivas en tierra. Con lo desarrollado en el Seminario hasta 2015 se realizó la publicación del Atlas de la construcción y su producción en el NOA.

1. INTRODUCCION

El presente artículo se refiere y se enmarca en un trabajo de investigación de macro escala, el “Atlas Tierra Argentina”, que, a su vez, tiene como meta principal formar parte del Atlas Iberoamericano de Arquitectura de Tierra. El proyecto surge en la Asamblea de la Red Iberoamericana PROTERRA que se celebrara en Perú en el año 2012 con motivo de la XI Conferencia Internacional de Estudio y Conservación del Patrimonio Arquitectónico de Tierra (TERRA 2012) y del XII Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (SIACOT). Argentina².

Considerando la importante impronta de la tecnología de tierra en el territorio del NOA y teniendo en cuenta uno de los principales objetivos del CRIATiC que es la formación, [es que] se plantea el Seminario de Pre Iniciación a la Investigación y Extensión con el propósito de iniciar a los alumnos -de los últimos años de la carrera- y graduados en actividades de

¹ El término relevamiento si bien no figura en el diccionario de la Real Academia Española (DRAE) es muy utilizado en Argentina. Refiere a un estudio o investigación que se lleva a cabo para establecer la realidad existente sobre un tema determinado. Comprende observar, recoger, recopilar y registrar información.

² El compromiso de coordinar el relevamiento y registro del estado actual y del futuro de la arquitectura de tierra en Argentina fue asumido por los arquitectos Rodolfo Rotondaro del Programa ARCONTI IAA-FADU-UBA y Mirta Sosa del CRIATiC-FAU-UNT.

investigación y extensión en el área específica de la arquitectura y construcción con tierra en el NOA.

En esta región, la tierra fue el material natural más utilizado en la construcción, aún desde antes de la llegada del español a nuestro territorio. Era el material que se encontraba en el mismo sitio del emplazamiento y el que daba y sigue dando respuesta a las exigencias del clima del lugar. Se puede estimar que aproximadamente el 80 % de las construcciones de los poblados rurales de valles, quebradas y puna, tienen sus muros de tierra, con la técnica tradicional de mampostería de adobe y cerca del 20% utilizan el tradicional techo de torta de barro.

En las últimas décadas, el desarrollo de nuevas actividades económico-productivas -entre ellas el turismo, en franco crecimiento- y socio-culturales está provocando cambios e innovaciones de la tecnología tradicional y como consecuencia -paulatinamente- una pérdida del saber autóctono que fuera transmitido oralmente de generación en generación.

Tanto en la región del NOA como en el país, son pocos los escritos referidos a este tema. Las primeras publicaciones se dieron en el campo del patrimonio arquitectónico y son los que permitieron identificar históricamente la arquitectura de tierra. Entre las décadas del 40 al 70 del siglo XX, gran parte de las iglesias y viviendas construidas con tierra que datan de los Siglos XVII, XVIII y XIX, fueron declaradas Monumento Histórico de la Nación por la Comisión Nacional de Museo, Monumento y Lugares Históricos. Es reconocido lo publicado por Alberto Nicolini (1981a) en El patrimonio arquitectónico de los argentinos, Noroeste: Salta y Jujuy; Jujuy y la Quebrada de Humahuaca (Nicolini, 1981b); Arquitectura y urbanismo en el noroeste argentino (2000), así como Arquitectura de los Valles Calchaquies, (Gutiérrez, Viñuales, 1971); El patrimonio arquitectónico de los argentinos de Marta Silva (1987); Salta: Patrimonio urbano y arquitectónico (Martínez Montiel, Giles Castillo, 2005).

Desde el conocimiento de la tecnología se destacan antecedentes como La arquitectura de tierra en Iberoamérica de Graciela Viñuales y otros (1994) y el libro sobre Técnicas mixtas de construcción con tierra elaborado por varios autores (Neves, 2003); Identidad y expresión cultural. La arquitectura y tecnología en el noroeste argentino (Sosa, 2006); La vivienda tradicional en la provincia de Tucumán. Arquitectura y tecnología (Chaila, Sosa, 2006); Muros monolíticos de tierra estabilizada en la construcción del CRIATIC (Latina et al, 2006); Diseño de vivienda con BTS articulados. Prototipo experimental (Latina, Mellace, 2007); entre otros.

2. OBJETIVOS DEL SEMINARIO

2.1 Objetivos generales

- Potenciar -en los estudiantes- el desarrollo de capacidades de integración e inserción en comunidades a fin de lograr la articulación del conocimiento adquirido y su ejercicio profesional en el medio.
- Realizar un registro de la producción de las técnicas de construcción con tierra y sus arquitecturas en el territorio del Noroeste argentino.

2.2 Objetivos específicos

- Elaborar una base de datos sobre la producción bibliográfica, fotográfica y audiovisual de los trabajos realizados por constructores, profesionales y grupos de investigación.
- Realizar un registro, sistematización y zonificación de la producción en tierra.
- Desarrollar una base de datos de la información relevada, empleando una plataforma informática sobre base SIG, que permita la consulta, divulgación y actualización de la información registrada.

3. REQUERIMIENTOS PARA LA INSCRIPCIÓN EN EL SEMINARIO

Los inscriptos en el Seminario debían ser alumnos regulares de 4º y 5º año o graduados con menos de dos años de recibidos, con conocimientos sobre Arquitectura de tierra; en consecuencia, era preciso tener aprobada la materia electiva “Arquitectura de Tierra” o realizada la Práctica Profesional Asistida “Aplicación de Tecnologías Sustentables en la Materialización del Hábitat y el Desarrollo Local”³.

De acuerdo a la reglamentación de la FAU debía tener una duración de 120h. El Seminario se desarrolló desde septiembre de 2013 hasta marzo de 2015. Comprendió dos etapas de formación: la teórico-práctica, y la de investigación y extensión propiamente dichas. Tenía las siguientes exigencias:

- a) asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas programadas para los seminaristas por el/los profesor/es responsable/s;
- b) asistir al 80% de los encuentros planificados con las comunidades rurales.
- c) cumplir con las tareas de investigación/extensión definidas por el docente responsable del Seminario de acuerdo a las necesidades y naturaleza del mismo.

4. METODOLOGIA

Se plantea una investigación de carácter documental descriptivo de las construcciones de tierra. Se define como área de estudio el ámbito físico de valles, quebradas y puna de las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca teniendo en cuenta:

- a) edificios construidos con tierra como material principal o complementario;
- b) centros urbanos, poblados rurales y viviendas dispersas accesibles ubicadas sobre las Rutas Nacionales 40 y 9.

Para orientar la investigación y organizar la información obtenida se toman dos criterios principales: identificar los estilos arquitectónicos (vinculados a los períodos históricos) y las tipologías constructivas.

Los estilos arquitectónicos permiten aportar las características de la producción según el período histórico y social existente. Se consideran cuatro momentos arquitectónicos-históricos: prehispánico, colonial, italianizante y contemporáneo.

Las tipologías constructivas reconocen e identifican las características que adoptó la producción de la arquitectura de tierra en nuestro territorio desde el enfoque tecnológico: técnicas constructivas y materiales empleados. A la vez, permite analizar el surgimiento, predominio o abandono de las mismas detectadas a partir del análisis de los datos recopilados.

Este Seminario persigue -como se indicara en párrafos anteriores- la búsqueda y actualización sobre la presencia, distribución y producción de las diferentes técnicas de construcción (tradicional y contemporánea), que caracterizan y definen a la arquitectura de tierra en la región. Este objetivo implica un proceso que arranca con la indagación sobre la información existente, sigue con el registro de datos en campo donde los estudiantes trabajan gestionando, averiguando e integrándose a las actividades de la comunidad y finaliza con la tarea de cartografiar las construcciones existentes. Como corolario de lo enunciado se realiza una formación que permita y posibilite la óptima participación y rendimiento de todos los integrantes en las etapas de desarrollo de las distintas tareas de la investigación y la extensión.

³ Materia Práctica Profesional Asistida (PPA) aprobada por Resolución N° 043/11 del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán con el nombre mencionado en el texto.

4.1. Fase 1. Formación

La formación teórico-práctica con una duración de 50h presenciales se desarrolló en cuatro módulos temáticos.

A.1. Formación metodológica para el trabajo en comunidades rurales⁴. Comprendió:

- Taller de metodología de trabajo de campo “Instrumentos de recolección de datos en comunidades rurales”: Módulo 1: Instrumentos: ficha de caso y entrevista; Módulo 2: Organización de la salida a campo (Figura 1).
- Taller de diseño de entrevistas a informantes claves.

Se realizan actividades grupales con entregas finales de trabajos prácticos como ejercitación de los temas desarrollados en los talleres con base en los apuntes de Montenegro (2000) y de Tenorio Bahena (1994).



Figura 1 - Taller de Formación metodológica para el trabajo en comunidades rurales

A.2. Formación en aspectos de la formulación del plan de trabajo de la investigación⁵. Se desarrolló:

- Tipos de investigación. Diseño de Proyecto de Investigación.

A.3. Formación teórica disciplinaria⁶. (Figura 2). Abarcó:



Figura 2 – Taller de técnicas constructivas

- Identificación y composición de la tierra.
- Sistemas y técnicas constructivas.

⁴ A cargo de la Arq. Susana Montenegro, Programa Universitario de Extensión y Desarrollo Social (PUEDES)-UNT.

⁵ A cargo de la Arq. Josefina Chaila, Departamento de Coordinación de la carrera de Doctorado de la FAU-UNT.

⁶ A cargo de las Arq. Stella Latina, Mirta Sosa e Irene Ferreyra, del CRIATiC-FAU-UNT.

- Recomendaciones generales para área sísmica.
- Sistemas de gestión y producción en la arquitectura de tierra.

En la fundamentación teórica se utilizaron las cartillas técnicas realizadas por Sosa (2003) y Latina (2003), entre otros.

A.4. Formación instrumental⁷ (Figura 3). Incluyó:

- Conceptos básicos en el manejo de programa cartográfico del sistema de información geográfica (SIG) y de base de datos Access (Busnelli, 2004; Apuntes sobre la Guía del Usuario-Ejemplos de aplicación. (Busnelli, 2004; Ormeño Villajos, 2006)



Figura 3 – Taller sobre manejo de programa cartográfico (SIG)

4.2. Fase 2. Investigación

B.1. Búsqueda y recopilación de información.

B.2. Actividades de campo: registro de construcciones con diferentes técnicas constructivas.

B.3. Actividades de gabinete: organización y almacenamiento de la información.

- Registro de datos: La información y los datos son cargados en una base de datos -Excel-cartográficos (SIG)
- Representación y análisis de datos: elaboración, representación gráfica y cartográfica para su divulgación y publicación. (Figura 4)



Figura 4 – Actividades de gabinete

Cumplimentadas las 60h de formación teórico-práctica requerida por la Facultad, los seminaristas emprendieron las actividades correlativas.

4.2.1. Etapa 1. Recopilación de información. Antecedentes

Se llevó a cabo la recopilación y la reseña de la información bibliográfica y audiovisual sobre la producción de técnicas constructivas de la arquitectura de tierra -tradicional y contemporánea- de lo existente y referido, principalmente, a la región del NOA. La búsqueda

⁷ A cargo del geólogo Dr. José Busnelli del Instituto de Geociencias y Medioambiente de la Facultad de Ciencias Naturales de la UNT.

se realizó en bibliotecas de instituciones públicas, volúmenes existentes en el CRIATiC y en la FAU. Comprendió libros, capítulos de libros, archivos históricos, revistas, trabajos publicados en las Memorias de Congresos, Jornadas y Seminario (SIACOT) y artículos obtenidos en internet. Con la información relevada se confeccionó una base de datos en Excel que se organizó de acuerdo a los siguientes capítulos: Arquitectura Contemporánea, Estado del Arte, Normativa, Producción (estudio de materiales, tecnología tradicional, innovación tecnológica, patologías de la construcción), Patrimonio y Otros temas. Este inventario servirá para orientación y consulta en la biblioteca del CRIATiC.

4.2.2. Etapa 2. Actividades de campo.

El registro de la producción tecnológica responde a una investigación de carácter descriptivo, analítico y deductivo de las características arquitectónicas y tecnológicas de las construcciones. Comprendió:

- Entrevista a los propietarios, pobladores, profesionales y constructores vinculados a las construcciones de tierra.
- Ficha de datos.
- Imágenes y croquis de las áreas de estudio.

Los seminaristas, conjuntamente con los coordinadores del Seminario⁸ diseñaron fichas para el registro de información a utilizarse en las entrevistas y en los relevamientos diferenciándose las obras patrimoniales y no patrimoniales. Se consignaron:

- aspectos particulares del edificio: nombre, año de construcción, autor, tipología constructiva y arquitectónica; ubicación geográfica⁹: provincia, poblado, accesibilidad, clima, grado de sismicidad;
- características tecnológicas: de cerramientos verticales (muros) y horizontales (pisos y techos) en los cuales se especifican sus cualidades particulares; y
- aspectos generales: como observaciones técnicas, participantes e información complementaria que pudiera resultar de interés.

Se finaliza con la bibliografía donde se deja constancia de los autores de la planimetría y fotografías utilizadas, como así también, el agradecimiento a quienes contribuyeron de una u otra forma en la elaboración de la ficha.



Figura 5- Relevamiento y entrevista con propietarios

El ítem de cerramientos verticales se dividió en los distintos componentes funcionales: muro, revoques, pintura, zócalos, carpintería, dintel; se procedió de igual manera con el de cerramientos horizontales, techo: cubierta, estructura, cielorraso y solados en el caso de los

⁸ Arq. Sosa y Arq. Latina

⁹ Según DRAE ubicación es el lugar donde está ubicado algo.

En geografía una ubicación o localización geográfica es la forma de localizar algo o alguien mediante coordenadas geográficas (latitud, longitud) mapa, GPS.

pisos. En ellos se precisaron características físicas, tipo y composición de los materiales utilizados así como su resolución constructiva y estructural.

Los relevamientos (Figura 5) se realizaron en las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca; en las ciudades de San Salvador de Jujuy, Cafayate, San Miguel de Tucumán, Tafí del Valle, San Fernando del Valle de Catamarca, Tinogasta y en los poblados rurales de Tumbaya, Maimará, Huacalera, Abra Pampa, León, Río Blanco y Paypayá, El Volcán, San Antonio, Nazareno, San Carlos, El Siambón, La Cocha, Villa Chicligasta y Chaquiago.

4.2.3. Etapa 3. Actividades de gabinete

En gabinete se procedió al registro de datos obtenidos. La información conseguida y registrada en borradores -de las distintas construcciones seleccionadas- fue trasladada a fichas (de edificio patrimonial y edificio no patrimonial) cuyo formato final fue el resultado de correcciones y ajustes que se fueron realizando durante el desarrollo de la investigación. Cada ficha consta de seis carillas.

Agrupados según su función, los edificios con una breve reseña e imagen fueron situados en el *Google Earth*; actualmente se encuentran en la etapa de vinculación al sitio *Facebook* del CRATiC.

5. CONSIDERACIONES FINALES

5.1. Relacionadas con las técnicas constructivas

En anteriores investigaciones -llevadas a cabo por el CRIATiC- se identificaron los sistemas constructivos predominantes en la región del NOA: mamposterías de adobes y bloques de suelo cemento, muros monolíticos y entramados. Con la presente investigación, se puede comprobar y afirmar que la mampostería de adobes es la más utilizada en la región para la construcción tanto de viviendas como de edificios públicos y religiosos; mientras que la técnica monolítica (tapial)¹⁰ -si bien se usó en algunos muros de viviendas y capillas en la puna- fue más empleada para delimitar los terrenos.

Al mismo tiempo, la técnica del entramado, denominada quinchá (entramado de cañas o ramas del lugar revestidas de barro) utilizada preferentemente en la llanura húmeda, evidencia escasos a nulos ejemplos en muros de viviendas, siendo su empleo más común en equipamientos complementarios como depósitos o fogón; no así su uso en techos donde la mayoría de los ejemplos están resueltos con esta práctica constructiva.

Asimismo, se observa la incorporación de materiales y productos industrializados en la construcción de muros y cubiertas de la arquitectura de tierra contemporánea, así como innovaciones introducidas en las técnicas constructivas tradicionales. Entre estas últimas, se puede mencionar el uso creciente del mal llamado Superadobe (tierra estabilizada embolsada); mampostería de PET (botellas de plástico rellenas con tierra y usadas a la manera de mampuestos) y sistema Ecocimbra (combinación de doble entramado metálico con bolas de tierra estabilizadas introducidas en el mismo).

5.2.- Relacionadas con la producción de la arquitectura de tierra

La publicación final llevada a cabo, Atlas de la construcción y su producción en el NOA (Sosa, Latina, 2015), que consta de 289 páginas, muestra la documentación de 40 edificios seleccionados del total realizado; ésta es la primera referida a la producción de edificios construidos con tierra en el Noroeste argentino, en ella se destacan las características generales y particulares de las técnicas constructivas tradicionales, mejoradas y con innovaciones; servirá de base para futuras investigaciones.

¹⁰ Según el Glosario de terminología de la Red PROTERRA, (ES; PE; BO; AR, MX) 1- el término 'tapial' habitualmente se emplea para definir tanto la técnica constructiva, como el elemento resultante. Es un proceso constructivo que consiste básicamente en construir muros de tierra apisonada y compactada mediante su apisonamiento en estado ligeramente húmedo, dentro de encofrados deslizantes de madera (tapialera).

5.3.- Relacionadas con la formación de grado

Como cierre de este primer seminario, en mayo de 2015, se realizaron dos acciones importantes, la Muestra fotográfica itinerante con la exposición de imágenes recogidas en el trayecto realizado y la publicación del Atlas de la construcción y su producción en el NOA arriba mencionado; ambas se hicieron con la colaboración de los alumnos seminaristas.

Es importante destacar el empeño y compromiso de los estudiantes en llevar a cabo las tareas desarrolladas en el Seminario durante su dictado; en las investigaciones realizadas en las entidades públicas; y en el trabajo efectuado en las comunidades donde cumplieron con uno de los principales objetivos de esta práctica que es desarrollar actividades participativas entre la Universidad y la comunidad local.

En vista de los excelentes resultados logrados, en septiembre del 2015 se inició el Seminario con una nueva matrícula de alumnos.

5.4.- Relacionadas con la transferencia de conocimientos y la difusión

La presentación de la publicación Atlas de la construcción y su producción en el NOA y la Muestra fotográfica fueron exhibidas para su difusión y divulgación, en primer lugar, en el Hall de la FAU – UNT y posteriormente, en los colegios de arquitectos de las provincias del NOA. Se prevé llevarlas, también, a municipios y comunas de las localidades estudiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Busnelli, J. (2004). Sistemas de información geográfica (SIG). ILWIS 3.1 (Integrated Land and Water Information System) Apuntes sobre la guía del usuario-ejemplos de aplicación. Apunte Interno del Instituto de Geociencias y Medio Ambiente (INGEMA) y la Cátedra de Geomorfología y Geología del Cuaternario de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán.

Chaila, J.; Sosa, M. (2006). La vivienda tradicional en la provincia de Tucumán. Arquitectura y tecnología. In Congreso Nacional de Vivienda y Asentamientos Humanos en el Medio Rural. Chubut, Argentina.

Gutierrez, R.; Viñuales, G. (1971). Arquitectura de los Valles Calchaquies. Resistencia: Departamento de Historia de la Arquitectura, FIVP-UNNE

Latina, S. M. (2003). Cerramiento horizontal superior en construcciones de tierra. Cuadernillo temático para alumnos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Tucumán

Latina, S. M.; Mellace, R. F.; Alderete, C.; Arias, Lucia; Ferreyra, Irene; Sosa, M.E. (2006). Muros monolíticos de tierra estabilizada en la construcción del CRIATIC. In 5º SIACOT. Cirvini, S. INCIHUSA CONICET, Mendoza.

Latina, S. M.; Mellace, R. (2007). Diseño de vivienda con BTS articulados. Prototipo experimental. In 2º Seminario Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el hábitat popular. CEVE, Córdoba.

Martínez Montiel, E.; Giles Castillo, B. (2005). Salta: patrimonio urbano arquitectónico. Salta: Ministerio de Educación de la Provincia de Salta.

Montenegro, S. (2000). Apuntes de práctica de campo. Proyecto UNIR, Gobierno Provincia Tucumán, F. Kelloggs. UNT. No publicado

Neves, C. M. (Ed.) (2003). Técnicas mixtas de construcción con tierra. PROTERRA/HABYTED/CYTED

Nicolini, A. (1981a). El patrimonio arquitectónico de los argentinos. Noroeste: Salta y Jujuy. Vol. 1 Buenos Aires: Sociedad Central de Arquitectos

Nicolini, A. (1981b). Jujuy y la Quebrada de Humahuaca. Buenos Aires: Academia Nacional de Bellas Artes. Buenos Aires.

Ormeño Villajos, S. (2006). Teledetección fundamental. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Tercera Edición.

Silva, M. (1987). El Patrimonio arquitectónico de los argentinos. Tucumán /Santiago del Estero/Catamarca. Tomo IV. Buenos Aires: IAIHAU y Sociedad Central de Arquitectos.

Sosa, M. E; Latina, S. M. (Eds.). (2015). Atlas de la construcción y su producción en el NOA. CRIATiC/FAU/UNT. ISSN 2451-6287

Sosa, M. (2003). Sistemas constructivos en arquitectura de tierra. Cuadernillo temático para alumnos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. CRIATiC/FAU/UNT. Tucumán

Sosa, M. (2006). Identidad y expresión cultural. La arquitectura y tecnología en el noroeste argentino. In VIII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación. Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio CICOP. Salta. ISBN 987-97641-9-6.

Tenorio Bahena, J. (1994). Introducción a la investigación social. Mexico: Ed. Mc Graw-Hill.

Viñuales, G.; Neves, C. M. M.; Flores, M. O.; Ríos, L. S. (1994). Arquitecturas de tierra en Iberoamérica. Buenos Aires: PROTERRA/Habiterra/HABYTED/CYTED.

AUTORES

Stella Maris Latina, Arquitecta, Maestrando en auditoría energética, FAU – UNT, Profesora adjunta cátedra Construcciones I, materia electiva Arquitectura de Tierra Cruda y Práctica Profesional Asistida (Modalidad práctica de extensión) de la FAU – UNT, Co-conducción del CRIATiC-FAU-UNT; directora de proyectos de investigación CIUNT- integrante proyectos de ANPCyT, miembro PROTERRA.

Mirta Eufemia Sosa, Arquitecta, Máster DPEA-CRATerre- Francia, Doctorando FAU-UNT, Profesora adjunta cátedra Construcciones I, materia Arquitectura de Tierra Cruda y Práctica Profesional Asistida (Modalidad de extensión) de la FAU-UNT, directora de Proyectos de Investigación CIUNT – Integrante de proyectos de ANPCyT, Co-conducción del CRIATIC-FAU-UNT. Miembro PROTERRA, ISCEAH-ICOMOS y de APTI.



LA ARQUITECTURA DE TIERRA EN EL LITORAL ARGENTINO. MATERIALES, TÉCNICAS Y PRÁCTICAS

Ángela Sánchez Negrette¹; Edgar Antonio Piñeiro²

¹ CONICET / Instituto de Investigaciones Geo históricas, Argentina, asancheznegrette@gmail.com

² FAU-UNNE, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste, edantonio63@yahoo.com.ar

Palabras clave: Tipologías constructivas. Registro. Divulgación.

Resumen

La arquitectura de tierra del litoral argentino, posee una tradición guaraní que pervive en los pueblos de origen colonial y parajes rurales dando testimonio de técnicas, procedimientos y materiales. Para su rescate y difusión cultural, el Centro de Estudios Históricos Arquitectónicos y Urbanos, CEHAU FAU/ UNNE viene elaborando fichas de Arquitectura de ciudades, poblados y parajes; y a la vez, está coordinado con otros Centros de Investigación universitarios (UBA- UNLR- UNT) con el objeto de confeccionar un Atlas. El objetivo general es el registro y difusión de los resultados de la investigación para poder establecer relaciones con otros estudios similares donde se puedan definir alcances y límites de la arquitectura de tierra. Los objetivos particulares son: Registrar mediante el relevamiento y fichaje los testimonios de arquitectura de tierra en el litoral argentino y articularlo, con la Red PROTERRA en Iberoamérica, integrando el Atlas de Arquitectura de Tierra en Argentina. Los lineamientos se desprenden del proyecto interinstitucional centrado en cumplimientos de etapas de trabajo. El diseño de fichas se basa en las diversas formas regionales, con el registro al menos de tres tipos de obras: las de valor patrimonial declaradas, las obras residenciales o de equipamiento urbano y por último, las viviendas vernáculas rurales. Se revisan documentos y publicaciones, fuentes editas e inéditas sobre técnicas constructivas, procesos de elaboración y herramientas empleadas conformando una bibliografía de consulta. Este proyecto, si bien en lo nacional se encuentra sujeto a los avances de la coordinación del Instituto de Arte Americano y del Centro Regional de Investigación de Arquitectura de Tierra Cruda, en lo local respalda las fases investigativas y refuerza el interés académico de los Centros Universitarios. Dada las características locales se avanzó en un glosario de léxicos técnicos y de materiales, en sus particularidades territoriales, con el fin de reconocer los modos de construcción.

1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura de tierra del litoral argentino posee una tradición guaraní que pervive en los pueblos de origen colonial y en los parajes rurales, dando testimonio de técnicas, tecnologías, procedimientos constructivos y uso de materiales ya empleados por los pueblos originarios en tiempos precolombinos que, con el mestizaje cultural se amplió el repertorio de posibilidades constructivas. En la actualidad gran parte de esta herencia pervive. Para su rescate y difusión cultural, el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATiC (FAU-UNT) en San Miguel de Tucumán, el Centro de Estudios Históricos Arquitectónicos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste (CEHAU-FAU/UNNE) vienen elaborando fichas de arquitectura de tierra con datos obtenidos en ciudades, poblados y parajes. A su vez, con otros Centros de Investigación (UBA-UNLR-UNT) se articularon acciones con el objeto de confeccionar un documento de rigor académico que forme parte del proyecto denominado "Atlas Argentino de Arquitectura de Tierra". Este Atlas, que reunirá una importante información de todo el país, formará parte a nivel iberoamericano del Atlas de la Red PROTERRA.

En dicho contexto interinstitucional, el CEHAU elaboró fichas de arquitectura abarcando ciudades, poblados y áreas rurales de las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa, documentando las de reconocimiento y declaratoria como "bien patrimonial", además de arquitectura modesta y de construcción vernácula.

En áreas rurales se sistematizaron los relevamientos que fueran realizados por la ONG Asociación UNESCO Corrientes entre 1990 y 1996 en Corrientes, en el Paraje El Asustado, Primera Sección del departamento de San Luis del Palmar y en El paraje El Caimán Departamento de San Miguel; En el Chaco, en el paraje “El Asustado”, Colonia Santa Rita, en el Departamento Libertador General San Martín. Y en la provincia de Formosa se tomaron los parajes rurales de Ituzaingó, Rincón Nandú y Yataí pertenecientes al Departamento de Misión Laishí (Contreras, Piñeiro, 2009).



Figura 1. a) Área del litoral argentino (surdelsur.com/mapas) b) Vivienda del poblado de Santa Ana (Foto CEHAU) c) Vivienda Rural, Misión Laishí, Formosa (Foto: Piñeiro, 1996)

Para la identificación y descripción de técnicas constructivas, se avanzó con la identificación de las diferentes técnicas y modos constructivos en base a la información recopilada, permitiendo analizar las técnicas en sus variantes regionales.

En paralelo a esta tarea se trabajó en un glosario, tomando como base los distintos glosarios publicados en libros y artículos nacionales e internacionales. (Viñuales et al, 1994). Así se fueron incorporando particularidades regionales, voces indígenas, definiciones, etc. Otro aspecto a destacar fue la tarea para la identificación de las diferentes técnicas y modos constructivos registrados en sus variantes regionales, con sus denominaciones y léxicos propios. El análisis crítico de cada término, abrió las discusiones del equipo para determinar sus alcances conceptuales y poder así llegar a la redacción final de las definiciones.

Un ejemplo de ello constituye la palabra del “enchorizado” que deriva de chorizo y se refiere a la técnica constructiva que hoy en día se usa en el litoral. En el glosario se consignaron los conceptos como el del siguiente ejemplo:

Chorizo: Sistema de construcción...consta de una estructura independiente sobre la que se le adosa una trama....El enrejado de chorizo tiene principalmente elementos horizontales, colocándose cada tanto algunos verticales... Tradicionalmente entre uno y otro pie derecho se colocaban dos o tres elementos verticales perforados que permitan cruzar por ellos palitos o cañitas que armaban el sistema horizontal. Actualmente el uso del alambre ha simplificado la factura...Armada la trama se amasan en el suelo los chorizos...El amasado se hace con barro y fibras (normalmente vegetales) sin cortar...Armado el chorizo, este cuelga de un alambre cruzándose las puntas por abajo del siguiente armándose un ocho Inmediatamente se arma otro y se coloca al lado tocándose, para que ambos fragüen juntos. (Viñuales, 1980, p.13).

El resultado se contrastó con los léxicos de la arquitectura vernácula tomada de fuentes inéditas, como cuadernos de trabajo de campo y anotaciones de las explicaciones realizadas por lugareños sobre la forma de construir las viviendas de tierra. Esta tarea, en un proceso de retroalimentación, permitió nutrir el glosario técnico para la elaboración de las fichas.

El relevamiento fotográfico, así como el relevamiento in situ de los edificios referentes de la arquitectura de tierra, permitió tener un acercamiento directo y poder determinar las medidas de los espacios y sus componentes tecnológicos y constructivos. Todo esto proporcionó un

material gráfico en donde se incluyeron plantas, cortes, vistas y esquemas a mano alzada de detalles de muros, estructura de techo, piso, revestimientos y aberturas.

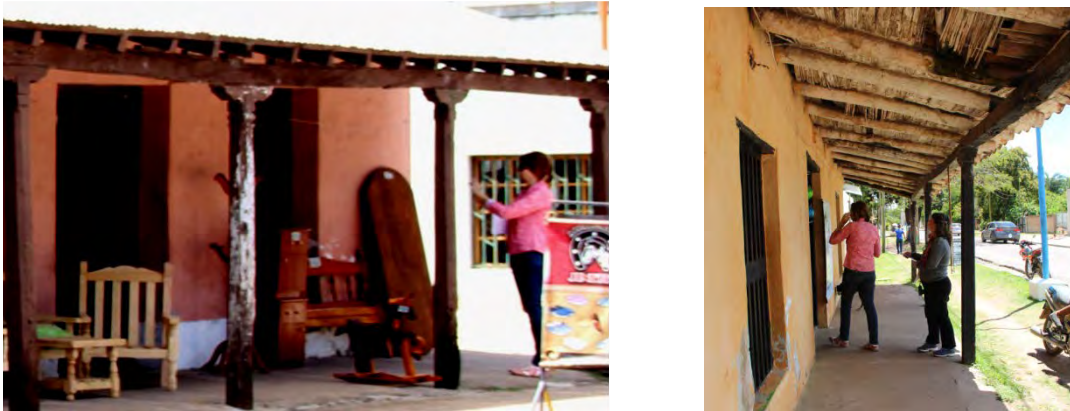


Figura 2. Relevamientos de viviendas con galería en poblados correntinos (Foto: ASN- CEHAU)

Se relevaron y registraron datos bibliográficos vinculados a la temática desde la perspectiva histórica, geográfica, cultural y antropológica, como parte del proceso de ocupación del territorio, desde la práctica aborígen de la construcción del hábitat. Este trabajo se basó en la consulta de la bibliografía existente en la Biblioteca del CEHAU, Biblioteca Central de la UNNE y la Biblioteca de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Los tipos de bibliografías consultadas fueron: 1) Referencia bibliográfica, 2) Citas bibliográficas de artículos de revista, 3) Citas bibliográficas de artículos en páginas Web y 4) Citas bibliográficas de artículos en diarios locales. Se registraron un total 59 fuentes bibliográficas.

2. OBJETIVOS

El objetivo general es el registro y difusión de los resultados de la investigación para poder establecer relaciones con otros estudios similares donde se puedan definir alcances y límites de la arquitectura en tierra.

Los objetivos particulares son los de registrar mediante el fichaje los testimonios de arquitectura de tierra en el litoral argentino para coordinándose con la Red PROTERRA a nivel iberoamericano, e integrar en ésta el Atlas de Arquitectura de Tierra en Argentina; así como proponer métodos para su conservación.

3. METODOLOGÍA/PROCEDIMIENTO

De las bases y metodología detalladas en el Proyecto del Atlas se desprende que este proyecto interinstitucional se ha centrado en cumplir las siguientes etapas de trabajo (Rotondaro et al, 2010): Recopilación de información bibliográfica, fotográfica, cartográfica y audiovisual sobre la producción de la arquitectura de tierra (AT) haciendo énfasis en sus técnicas constructivas. La búsqueda de información en bibliotecas dependientes de la FADU – UBA, de la FFyL – UBA, de la FAU – UNLP, del CEDODAL, de la SCA, del CPAU, del INTA, de la FAU – UNT, y de Organismos Nacionales vinculados a la vivienda, la Comisión Nacional de Monumentos y Lugares Históricos, etc. Se realizará búsqueda en Internet por medio de buscadores bibliográficos (como Scopus, Science Direct, SciElo, Dialnet y Google scholar) referente a publicaciones nacionales o extranjeras que aborden la producción de la AT en [el ámbito] el territorio de la República Argentina y en páginas especializadas sobre el asunto que se aborda...Se elaborará una ficha para estudios de casos, con especial atención a las técnicas constructivas y en el ámbito nacional, que se remitirá a distintos actores que actualmente se encuentran vinculados a la producción de la AT en sus distintos aspectos (investigadores, docentes, profesionales y constructores). También se realizarán entrevistas filmadas a profesionales, constructores, docentes e investigadores vinculados directa e indirectamente con la producción de la AT.

Según el documento del proyecto, el estudio de “técnica constructiva” permitirá identificar las características que adoptó la producción de la arquitectura de tierra desde el enfoque tecnológico: técnicas constructivas y los materiales empleados. Posibilitará, asimismo, analizar el surgimiento, predominio o abandono de las tradiciones constructivas que se identifiquen a partir del análisis de los datos recopilados. Las técnicas constructivas serán diferenciadas y clasificadas, en un primer momento, de la siguiente forma: tradicionales autóctonas (champas, adobes), quinchas, chorizo, estanteo, tapias, piedra con barro, palo a pique); mejoradas (tapia estabilizada, torta mejorada, quinchas moduladas, revoques estabilizados); y con fuerte innovación (bloques de tierra comprimida BTC, bloques de paja embarrada, tierra aligerada apisonada, tierra vertida, pisos, techo verde) (Rotondaro et al, 2010).

Con el empleo de una ficha tipo, establecida por el programa a nivel nacional, se volcaron los datos de tres tipos de obras: las de valor patrimonial declarado, las obras residenciales o de equipamiento urbano y por último las viviendas vernáculas rurales.

ATLAS TIERRA ARGENTINA

Ficha N° 1

Caso/Nombre: Familia Sánchez

Localización (Provincia, Región): Departamento de Misión La Hija - Región Nordeste.

Forma: Estructura independiente de madera tipo derecho, horqueta y vigas. Pared de estanteo. Techo de paja.

Elementos Constructivos / Sistema Constructivo:

1. Cimentaciones: La estructura va clavada en el suelo a aproximadamente a 30 cm de profundidad y está conformado por palo de madera de un o semidiámetro.

2. Muros: Están conformados por un esqueleto o tramo, densa de madera de 3 a 6 cm de diámetro en sentido vertical y en horizontal por otros de menor diámetro, utilizados unos 40 cm unos de otros y clavados con alambre a las maderas verticales (Foto 3). Los intersticios del esqueleto se tapan con una masa de tierra agua y bosta. Lleva un revoque de terminación en ambas caras del muro, las paredes tienen un espesor variable de 30 a 35 cm (Foto 3).

3. Estructura independiente: las columnas están unidas en una trama estructural variable según el largo de las vigas. En las columnas apoyan dos tipos de vigas principales: las vigas cubiertas y las vigas laterales. El largo de estas últimas - la cruz - varía entre 3,60 a 4,20 m. la viga cubierta se alza a una altura aproximada 2,50 m y las laterales a una altura de 1,80 m. Sobre estas vigas se distribuyen los cabios, cada 40 a 50 cm. El sistema estructural de techo es de madera - urunday y o palo leña (Foto 4).

4. Cubierta: la cubierta es de paja cortada en mechales y van untados con alambre a los listones o embarillados de madera semidiámetro cada 25 cm que son clavados o sujetos con alambres a los cabios. Cada mechal de paja va untado con barro. La inclinación de la pendiente es de 45° a 50°.

5. Revoques de terminación: de mortero de barro - compuesto por tierra, agua, bosta y yeso.

6. Pisos: Es de tierra del lugar compactada con un pisón de tronco de quebracho.

Procesos de Construcción:

1. Espacios e infraestructura necesarios:

Se utilizó el sector oeste de la chacra para la extracción del barro. La cancha se ubicó cerca del pozo de agua, en el sector de leñadero. La madera para la estructura se extrajo del monte ubicado a 3 km del rancho.

Ninguna madera lleva tratamiento con productos industriales.

Figura 3. Ejemplos de fichas cumplimentadas con la información según cada ítem (CEHAU).

Las fichas fueron llenadas siguiendo los siguientes ítems: caso/nombre; localización (provincia, región); las técnicas constructivas empleadas; los materiales (naturales, Industriales); las herramientas y los equipos y elementos constructivos y o los sistemas constructivos (se utiliza la descripción o el esquema del elemento constructivo o del sistema constructivo de las cimentaciones, los muros, la base de cubierta, la cubierta, los revoques y los pisos). En el ítem denominado “procesos de construcción” se engloban los siguientes puntos: los espacios e infraestructura, las tareas previas y preparación de los materiales, la preparación de mezclas y agregados, la fabricación de componentes, la construcción de elementos, los actores y participantes en la construcción (personas, organismos e instituciones), informaciones técnicas anexas. La ficha se cierra con el ítem “bibliografías, publicaciones y sitios web consultados”.

La organización de la información obtenida y su clasificación respondió a los criterios establecido en el proyecto. Se tuvieron en cuenta la técnica constructiva específica en el tipo de obra, así como los actores y la población involucrada. En este punto se prestó atención sobre todo a los casos de las construcciones vernáculas, ya que la familia juega un rol

fundamental en el proceso de construcción, al ser depositaria de técnicas, que varían según las regiones estudiadas.

Se revisaron documentos y publicaciones, fuentes editas e inéditas sobre técnicas constructivas, procesos de elaboración y herramientas empleadas conformando una bibliografía de consulta.

Para la elaboración de las fichas, se organizó un equipo con pasantes, becarios e investigadores de la FAU - UNNE. Las reuniones de trabajo se realizaron de manera periódica en la sede del CEHAU. Se destaca, en la modalidad de trabajo, el constante proceso de retroalimentación entre los miembros, originado por la catalogación, la lectura y la valoración de lo documentado.

Los datos sistematizados en las fichas fueron enviados a los referentes del Proyecto perteneciente al Programa ARCONTI-IAA-FADU-UBA, Ciudad Universitaria para su análisis¹ y para la comunicación de resultados. Así también, el programa pone al tanto al equipo del CEHAU, por medio de informes periódicos, sobre los avances en la elaboración del documento integral y las etapas que se cumplimentan.

4. RESULTADOS

Los principales resultados obtenidos del estudio sobre “La arquitectura de tierra en el litoral argentino. Materiales, técnica y prácticas” fue evaluado en dos niveles: a) El primero se corresponde a mantener los avances propios en concordancia a los avances de la coordinación nacional (Instituto de Arte Americano y del CRIATiC) quienes están sujetos a un Programa Base. b) El segundo nivel concierne al cumplimiento con los objetivos propios del CEHAU cuyo interés se centra en lo local, tanto en obtener un respaldo a las fases investigativas llevadas a cabo, cuanto a reforzar el interés de vinculación académica con los Centros Universitarios con la que articula.

a) En el primer nivel y con las fichas entregadas en el 2015 al Programa del proyecto “Atlas de las técnicas de construcción con tierra y su producción en Argentina”, este dio a conocer su tercer informe que en su ítem 1/Patrimonio construido en tierra dice:

Se continuó y finalizó en un 95% el relevamiento bibliográfico del Patrimonio de Tierra en las diferentes bases de datos por internet y centros de consulta seleccionados. Se continuó con el ordenamiento de la información registrada en fichas técnicas, completando los listados elaborados y comenzando la primera selección y descarte de casos definitivos a incluir en el Atlas.” Y en su ítem 3 se informa que “...se comenzó la selección y análisis por técnicas constructivas presentes en las mismas. Se finalizó con la difusión para el relevamiento en esta área temática.” En su punto A “Identificación y descripción de técnicas constructivas” se explica que “A partir de toda la información recopilada se avanzó con la identificación de las diferentes técnicas y modos constructivos registrados, y se elaboró y discutió de manera preliminar una clasificación de técnicas constructivas y sus variantes. (Rotondaro et al, 2016, s/p)

¹ El proyecto establece que el análisis de los datos se realizará teniendo en cuenta cuestiones ambientales y culturales tales como: a. Similitudes y diferencias de las técnicas y su relación con aspectos ambientales y con recursos materiales naturales disponibles. b. Comparación de las características principales de las técnicas de acuerdo con los contextos culturales de su producción. c. Vigencia de las tradiciones constructivas y la pérdida de prácticas populares. Cátedras UNESCO Arquitectura de Tierra, Culturas Constructivas y Desarrollo Sostenible d. Expansión o atomización de los desarrollos tecnológicos en la AT. La elaboración de conclusiones se basará en los siguientes aspectos e indicadores: a. Los principales sistemas constructivos con tierra y las distintas técnicas (constructivas) vigentes en el país. Zonificación de las mismas. b. La vigencia de las tradiciones constructivas y el abandono de algunas de ellas. Zonificación de las mismas. c. El predominio de algunas técnicas sobre las otras. d. Los cambios ocurridos en la producción de arquitecturas de tierra a partir de innovaciones tecnológicas. e. La aceptación y el rechazo de la construcción con tierra, sus ámbitos de discusión y las posibles motivaciones que lo generan. f. El conocimiento popular y el conocimiento científico-tecnológico en la producción arquitectónica.

b) En lo que respecta al segundo nivel, el CEHAU está realizando su propio atlas regional de la arquitectura de tierra ampliando el repertorio de bienes patrimoniales y construcciones vernáculas en zonas rurales dando a conocer y organizando información sobre la arquitectura de tierra en la provincia de Corrientes. Dada las características locales se avanzó en un glosario de términos técnicos y de la denominación a los materiales en sus particularidades territoriales (Sánchez Negrette, 2008). El propósito de identificación y reconocimiento en el modo de hacer apuntan a brindar asistencia técnica para la conservación de inmuebles de estas características y también proponer los ajustes que se requieran para su preservación y permanencia.

5. DISCUSIÓN

Cuando se habla de la arquitectura de tierra en la Argentina se cae en el simplismo de creer que este elemento posee una forma y una combinación con otros productos de manera similar a lo largo del territorio sin embargo, estudios regionales como éste demuestran que las técnicas y materiales se caracterizan claramente en función de las exigentes condiciones del medio, como por ejemplo extrema sequía -zonas áridas-, excesiva humedad, zonas subtropicales y que de allí surgen los ajustes para el uso de este noble material; a la vez que incorpora los elementos naturales que le terminan de dar forma y cohesión, desde la dureza del quebracho o el urunday, al flexible y dúctil sauce o el cardón. En definitiva, la tierra es un denominador común por su versatilidad y logra realizar la identidad o carácter identitario de la arquitectura local y regional en cada caso. Por ello es necesario que el estudio sobre la arquitectura de tierra siempre esté acompañado de las características del medio natural, topografía, clima. Si habla de las características del contexto natural también es necesario reconocer el contexto cultural, el hombre, que con los procesos históricos y necesidades propias generan identidades y pertenencias para el desarrollo de su hábitat.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Contreras, María Amelia; Piñeiro, Edgar Antonio (2009). Lineamientos para el desarrollo sustentable en el hábitat rural. 1er. Congreso Internacional de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable. Zacatecas, México, 2009. 1 CD-ROM
- Rotondaro, Rodolfo et al. (2010). Proyecto Atlas de las técnicas de construcción con tierra y su producción en Argentina. Bases y metodología. (Documento Inédito)
- Rotonaro, Rodolfo et al. (2016) Tercer Informe- Programa del proyecto "Atlas de las técnicas de construcción con tierra y su producción en Argentina". 23 de marzo del 2016. Tucumán. (Documento Inédito)
- Sánchez Negrette, Ángela (2008). Itatí restauró la única construcción en pie de su antigua reducción franciscana. Con asistencia técnica especializada de la UNNE. *El universitario*, revista digital de la UNNE. <http://eluniversitario.unne.edu.ar/2008/216/pagina/destacados.htm>
- Viñuales, María Graciela (1980). Restauración de arquitecturas de tierra. Instituto de Investigaciones de Historia de la Arquitectura. Tucumán 1980.
- Viñuales, G., Neves, C., Flores, M., Ríos, M. (1994). Arquitecturas de tierra en iberoamérica. Buenos Aires: Habiterra/CYTED.

AUTORES

Ángela Sánchez Negrette, doctora por la Universidad Nacional del Nordeste con especialidad en Conservación del Patrimonio Arq. y Urbano (FAU-UNNE), maestra en epistemología y metodología de la Investigación Científica (UNNE/FH), arquitecta, investigadora Adjunta del CONICET; miembro de la Red UMIJG. Currículo en <http://www.icomos.org.ar/blog/2009/08/25/sanchez-negrette-angela/>

Edgar Antonio Piñeiro, máster por la Universidad Nacional del Nordeste con especialidad en Docencia Universitaria (FAU-UNNE) y Desarrollo Sustentable (Cátedra UNESCO) Conservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano), Docente en Historia y Crítica II y III (UNNE-FAU). Integrante del Centro de Investigación de la Arquitectura Moderna (FAU-UNNE).



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN EN ÁREAS HÚMEDAS Y EN LA SELVA



IDENTIFICACIÓN DE ESTABILIZANTES EN LA ARQUITECTURA DE TIERRA PREHISPÁNICA EN EL GOLFO DE MÉXICO

Annick Daneels¹; Alfonso Romo de Vivar²; Pedro Morales Puentes³; Areli Linares Jurado⁴

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, annickdaneels@hotmail.com

² Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Química, aromovi@unam.mx

³ Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Departamento de Geoquímica, mopuentes@unam.mx

⁴ Universidad Nacional Autónoma de México, becaria PAPIIT, Proyecto IN400816, linaresareli@gmail.com

Palabras clave: hidrocarburos, adobe, Mesoamérica, isótopos estables, biomarcadores

Resumen

Desde 2012 se documentó la presencia de hidrocarburos en muestras constructivas de arquitectura monumental del sitio La Joya, fechadas entre 200 y 400 d.C. Dado que el sitio se ubica en la planicie costera del Golfo de México, donde naturalmente aflora petróleo, se infirió que los hidrocarburos provenían de yacimientos cercanos. La primera serie de estudios indicó la ausencia de asfaltenos, por lo que los hidrocarburos representarían una fracción ligera de petróleo. Este hallazgo, hasta ahora único, podría ser indicativo de una tecnología antigua de estabilización de tierra en ambientes tropicales de alta pluviosidad. El propósito del artículo es presentar los resultados preliminares de nuevos estudios químicos de: (1) adobes arqueológicos, (2) bitumen aplicado a vasijas prehispánicas y (3) paleosuelos del sitio, usando por primera vez cromatografía de gases asociada a espectrometría de masas en la modalidad de monitorización selectiva de iones, para identificar la presencia de biomarcadores indicativos de petróleo. Estos análisis se complementan con más estudios de espectrometría de masas de isótopos estables de carbono 13, para evaluar si los hidrocarburos de bitumen, construcción y paleosuelos tienen la misma procedencia. Los resultados demuestran que los valores isotópicos de las muestras arquitectónicas y los bitúmenes son suficientemente cercanos como para apoyar la inferencia que los hidrocarburos derivan de petróleo y fueron añadidos de manera intencional como estabilizante. Los estudios de cromatografía confirman que los bitúmenes de las cerámicas provienen de los afloramientos de petróleo locales, pero hasta el momento no se ha detectado la presencia de los biomarcadores diagnósticos en las muestras de construcción, por la poca proporción de materia orgánica que contienen. A pesar de que hasta ahora los resultados no sean concluyentes, se considera que este método experimental y pionero de investigación tiene un potencial en los estudios de tecnología de arquitectura de tierra arqueológica.

1 INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan los avances realizados en la identificación química de los compuestos orgánicos encontrados en muestras constructivas (adobes, pisos y aplanados) de los edificios de tierra cruda del sitio arqueológico de La Joya, que está ubicado en la planicie costera del Golfo de México y cuya secuencia de ocupación abarca el primer milenio de nuestra era. La investigación inició en 2009 con los estudios habituales de propiedades físicas, mecánicas y mineralógicas de los sedimentos usados para la construcción, indicando que se trataba de una materia prima de calidad media a baja, por la presencia de arcillas expansivas, pero con alta resistencia mecánica. Esto llevó a iniciar estudios de los residuos orgánicos que pudiesen haber sido usados para estabilizar la tierra. En 2012 se identificaron hidrocarburos en adobes, que se interpretaron en primera instancia como bitumen. Sin embargo, estudios más avanzados revelaron la ausencia de asfaltenos, que representan la fracción pesada del bitumen, por lo que actualmente se trabaja bajo el supuesto que se usó la fracción ligera del petróleo como estabilizante.

Para poder comprobar que los hidrocarburos presentes en las muestras son en efecto derivados de petróleo, fue necesario iniciar análisis sobre una nueva serie de extractos de mayor tamaño, para obtener muestras en cantidad suficiente para poder realizar los estudios de cromatografía de gases asociada a espectrometría de masas (CG-EM) en la modalidad de monitorización selectiva de iones (modo SIM) y de espectrometría de masas de isótopos estables (IRMS) de carbono 13. El primer método permite separar e identificar los compuestos orgánicos propios del petróleo, dejando de lado el resto de la materia orgánica que pudo ser extraída de las muestras constructivas; el segundo permite comparar los valores isotópicos de los hidrocarburos saturados y aromáticos extraídos de las muestras de construcción con las muestras de bitumen prehispánico del mismo sitio, para saber si tienen la misma procedencia.

El presente trabajo muestra los antecedentes y el planteamiento de la investigación (los supuestos y la justificación de la propuesta analítica), el contexto arqueológico de donde provienen las muestras, la metodología de extracción de materia orgánica y de los estudios aplicados, así como los resultados de la nueva serie, discutidos con respecto a los obtenidos en las etapas anteriores. Los datos de IRMS indican valores más cercanos entre las muestras de construcción y de bitumen que las de paleosuelos, y los análisis de CG-EM en modo SIM confirman que los hidrocarburos de bitumen son de origen local. Sin embargo, para que sea concluyente el análisis, falta encontrar los biomarcadores diagnósticos de petróleo en las muestras constructivas, lo que hasta el momento no se ha logrado, principalmente por la poca cantidad de materia orgánica obtenida en el proceso de extracción. La relevancia del trabajo y la importancia de presentar los resultados preliminares reside en que el procedimiento de estudio químico que se está diseñando es novedoso y pionero en la investigación sobre la tecnología de construcción en tierra cruda monumental, en particular para culturas arqueológicas que carecen de información histórica o etnográfica.

2 ANTECEDENTES

Salvo en Guatemala y El Salvador, la arquitectura prehispánica de tierra aún no es reconocida como una tradición constructiva mesoamericana de pleno derecho, equivalente a la de piedra, a pesar de los numerosos sitios arqueológicos que existen tanto en el altiplano central semiárido como en las tierras tropicales húmedas de México y Centroamérica. Esto se debe a que en pocos sitios se ha excavado la arquitectura de forma extensiva para liberar edificios completos y a que se carece de procedimientos probados para su conservación. Desafortunadamente, ello ha resultado en un desconocimiento de este patrimonio, que por lo mismo está subvalorado y mal protegido.

Es en este aspecto que es relevante el caso del sitio de La Joya, en el municipio de Medellín de Bravo, Estado de Veracruz, México, por la información que está proporcionando sobre las técnicas constructivas prehispánicas y sobre la viabilidad de las estrategias para conservarlo. Ubicado en la planicie costera del Golfo de México, en ámbitos de selva tropical con precipitaciones medias anuales de régimen monzónico en exceso de 1500 mm, es uno de los miles de sitios de arquitectura de tierra que caracterizan las culturas del Centro y Sur de Veracruz desde el segundo milenio antes de Cristo (incluyendo la Olmeca) hasta cuando menos el primer milenio después de Cristo. Este sitio se excavó de manera extensiva a partir de 2004, en una modalidad de rescate arqueológico, debido a que la extracción de tierra por fabricantes de ladrillo había afectado el 95% de sus construcciones. A pesar del avanzado grado de destrucción, se obtuvo amplia información sobre la secuencia y los sistemas constructivos, con el registro de edificios completos o casi completos. Teniendo a disposición abundantes muestras de adobes y aplanados, se iniciaron los estudios habituales de clasificación de suelos de acuerdo al SUCS, límites de Atterberg, porosidad, resistencia a la compresión, mineralogía de sedimentos y fracción fina por petrografía de lámina delgada y fluorescencia y difracción de rayos X, además de análisis botánicos de añadidos vegetales; los resultados indicaron una resistencia mucho mayor que la esperada

en vista de la composición, con finos en exceso de 50%, predominando las arcillas expansivas (Daneels, Guerrero, 2011).

La degradación rápida de las superficies prehispánicas expuestas a la intemperie después de la excavación llevó a inferir la presencia de un componente orgánico que hubiera estabilizado la tierra durante la construcción y uso de los edificios, el cual pudo haberse degradado en los mil años posteriores al abandono del sitio. Los primeros estudios de residuos orgánicos se hicieron directamente sobre muestras estructurales por microscopia electrónica de barrido (MEB) y espectroscopia Infrarroja (FTIR), sin resultados claros. Por lo tanto, se realizó una primera serie de extracciones de residuos orgánicos de adobes, aplanados, bitumen y paleosuelos utilizando disolventes de distinta polaridad (diferente capacidad de disolución). Para extraer todos los compuestos orgánicos posibles, se utilizó éter de petróleo seguido de metanol o diclorometano/metanol (en proporción 1:1). Posteriormente se analizaron los residuos orgánicos por resonancia magnética nuclear (RMN) y cromatografía de gases asociada a espectrometría de masas (GC-EM) en modo de barrido total (modo SCAN). Para finales de 2012, no se había identificado la presencia de mucílagos u otros productos vegetales usados a la fecha en la arquitectura de tierra vernácula en América, sino que se identificaron hidrocarburos. Esto abrió la puerta a una investigación para la que no existen antecedentes en la literatura sobre la arquitectura de tierra. Los hidrocarburos inicialmente se asociaron a bitumen, una fracción pesada del petróleo, cuyo uso está bien atestado en las culturas prehispánicas de la costa del Golfo. Parecía tanto más probable, que las emulsiones asfálticas son usadas desde el siglo XIX en la ingeniería civil para la estabilización de suelos. Sin embargo, los resultados indicaron que los hidrocarburos de las muestras constructivas carecían de asfaltenos (propios del bitumen), por lo que de ser petróleo, provendrían de una fracción ligera del crudo (Kita, Daneels, Romo de Vivar, 2015).

3 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación en curso busca comprobar que los hidrocarburos encontrados en las muestras constructivas prehispánicas provienen de fracciones ligeras del petróleo. Este supuesto parte de las siguientes observaciones: (1) los derivados petrolíferos son de eficacia comprobada en la estabilización de suelos (Hall, Najim, Keikahei, 2012), (2) hay evidencia de obtención y uso de fracciones pesadas de petróleo en los sitios arqueológicos de arquitectura de tierra de la región, para recubrir pisos de tierra, vasijas de cerámica y cascos de canoas, lo que demuestra que los habitantes prehispánicos conocían y explotaban los yacimientos locales (Wendt, Cyphers, 2008), (3) hay una falla geológica que corre paralela a la línea de costa a escasos 30 km tierra adentro, donde todavía hasta los años 1980 afloraba petróleo (Vásquez, 2010, PEMEX, 2013) y (4) los muros experimentales contruidos en el sitio con emulsiones asfálticas tienen un desempeño marcadamente superior a los estabilizados con cal (Kita, Daneels, 2014).

Para poder comprobar que los hidrocarburos encontrados provienen del petróleo (materia orgánica fósil), y no de otros materiales orgánicos recientes, se propone hacer un estudio comparativo entre los hidrocarburos aromáticos y saturados de muestras constructivas y de bitumen prehispánico aplicado a las paredes de vasijas de cerámica prehispánicas encontradas en el mismo sitio, por medio de dos análisis complementarios: GC-EM en modo SIM, para identificar los biomarcadores que sirven de referencia: terpanos y esteranos, compuestos orgánicos fósiles (García, Sánchez, Guzmán, 1999), y análisis isotópico de carbono 13 para evaluar los valores isotópicos de las muestras, que en caso de ser similares indicarían una misma procedencia.

Estos resultados se compararán con los obtenidos previamente de paleosuelos correspondientes a la época de construcción y uso del sitio arqueológico, tanto en la cercanía de los edificios como de zonas alejadas del área construido (Kita, Daneels, Romo de Vivar, 2015). Esto tiene como objetivo evaluar si los hidrocarburos encontrados en las muestras constructivas provienen de contaminación ambiental (los ríos que circundan el sitio atraviesan la falla petrolífera y depositan sedimentos presumiblemente con residuos

petrolíferos en las riberas durante las crecidas fluviales anuales) o si son el resultado de un añadido intencional. En el último caso, se esperaría una mayor similitud con los valores del bitumen usado para cubrir las vasijas, del que se sabe es evidencia de una práctica cultural de obtención y uso del petróleo en la misma región y el mismo periodo.

4 PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS

Desde enero 2016 se trabajó con 21 muestras: ocho constructivas, tres paleosuelos y diez bitúmenes; la cantidad es reducida pero esto se debe al tamaño mínimo de extracto necesario para que sea posible correr los análisis de CG-EM en modo SIM y de IRMS en cada fracción: hidrocarburos saturados y aromáticos, resinas y asfaltenos. Salvo los bitúmenes, que producían grandes cantidades, la materia orgánica extraída de los materiales constructivos y los paleosuelos es muy poca, lo que requiere hacer extracciones de varias muestras de 100 g. En promedio, el proceso de extracción y separación en fracciones de cada muestra tarda entre cuatro y cinco días (ver abajo, metodología).

Las muestras constructivas son de dos edificios (la Plataforma Norte y la Plataforma Este) y de dos etapas constructivas distintas: la etapa II, de 200-400 d.C., y la etapa III, de 400-600 d.C.: hay cuatro adobes (A1-A4), un repello o aplanado (R1) y tres pisos (P1 a P3) (las claves hacen referencia a las figuras 2 y 3). Se obtuvieron de subestructuras que habían sido desmanteladas intencionalmente y recubiertas por tres a cuatro etapas constructivas posteriores, por lo que estuvieron protegidas del deterioro ambiental.

De las muestras de paleosuelos, una (S3) se tomó en la capa de humus debajo del relleno de la pirámide. Se fecha hacia 200 d.C., cuando se erigió la pirámide sobre la cumbre de una paleoduna del Terciario, que sobresalía sobre la terraza aluvial circundante. Las otras dos provienen del corte del río a unos 500 m al suroeste del sitio: el paleosuelo más profundo (S2, a 2.5 - 2.7 m bajo la superficie), por lógica estratigráfica corresponde al momento de la construcción de la zona sur del sitio (200 d.C.), mientras el paleosuelo superior (S1, de 1 a 1.3 m bajo la superficie) puede corresponder al momento de su abandono, hacia 1000 d.C.

Las muestras de bitumen se obtuvieron de recubrimientos de vasijas prehispánicas: nueve (B1-B9) se recolectaron del mismo sitio de la Joya y pertenecen al momento de uso del sitio (1 milenio d.C.). Para fines comparativos, se procesó una décima muestra (B10) arqueológica que procede del sitio de Vista Hermosa, del periodo postclásico (1000 a 1500 d.C.) ubicado en el área de la Huasteca, mucho más al norte del Golfo de México y en una provincia petrolera distinta.

5 METODOLOGÍA

5.1 Procedimiento de extracción de residuos orgánicos

Hasta principios de 2016 se utilizó un método convencional para tratar las muestras de material constructivo, utilizando diclorometano para extraer los compuestos orgánicos de baja polaridad (entre los que se ubican los hidrocarburos) y metanol como disolvente de compuestos orgánicos de mayor polaridad. Sin embargo, con este tratamiento sólo se obtuvieron rendimientos entre 0,001-0,002% (es decir, entre 1 y 2 mg de materia orgánica por cada 100 g de muestra), además de que requiere entre 4 y 5 días para procesar y separar una muestra de 100 g. Debido a que se necesita al menos 13 mg de materia orgánica, en los últimos meses se ha trabajado con un pre-tratamiento ácido siguiendo el procedimiento de Hace y Anderson (1963), que obtiene un rendimiento hasta cuatro veces mayor. Esto es importante para reducir la cantidad de muestra necesaria y acortar los tiempos de procesamiento, puesto que el extracto de baja polaridad debe separarse en diferentes fracciones de acuerdo a su composición: hidrocarburos saturados, hidrocarburos aromáticos y resinas. Cada fracción debe pesar al menos 4 mg para no inferir en la sensibilidad del análisis de GC-EM en modo SIM y 1.0 mg para el análisis isotópico.

El protocolo es el siguiente: se muelen 300 g de muestra constructiva o paleosuelo en un mortero de porcelana, se pasa el polvo por un tamizador para eliminar impurezas (ramas, piedras, cerámica, etc.) y a continuación se inicia con el tratamiento ácido (disolución de ácido clorhídrico 18%) dejando reposar la muestra en 250 mL de dicha disolución durante 12 horas (x2); se filtra el extracto ácido y se lava la tierra con porciones de 100 mL de agua hasta estar libre de ácido (se mide el pH del agua de lavado hasta obtener un pH de 7) y en seguida se hace una extracción con 250 mL de acetona dejando reposar durante 4 horas. Luego se filtra el extracto y se deja secar la tierra; posteriormente se realiza un ciclo de tres extracciones con hexano (250 mL cada una) dejando en reposo de 4 horas con agitación ocasional, después se hace un ciclo de tres extracciones con metanol (250 mL cada una) bajo las mismas condiciones que con hexano. El extracto ácido se neutraliza con una disolución saturada de hidróxido de sodio (NaOH) y se desecha; los extractos acetónico, hexánico y metanólico se concentran a presión reducida y se determina la cantidad de materia orgánica extraída mediante gravimetría. El extracto hexánico (de baja polaridad) es separado en hidrocarburos saturados (HS), hidrocarburos aromáticos (HA) y resinas (NSO) utilizando una columna cromatográfica de vidrio de 20 cm de largo y 0.8 cm de diámetro interno, cuya parte inferior se empaca con 1 g de gel sílice, sobre la que se deposita una capa de 2 g de alúmina. La fracción HS se obtiene al eluir la columna con 15 mL de hexano, HA con 15 mL de diclorometano y NSO con 15 mL de diclorometano/metanol (1:1) (García, Sánchez, Guzmán, 1999).

Para el caso de bitumen prehispánico, se retira con escalpelo la capa que cubre las cerámicas para obtener la muestra de bitumen, la cual se disuelve con diclorometano y se filtra para eliminar residuos inorgánicos; la fase líquida se deja secar para posteriormente hacer extracciones con hexano (10 mL cada una) hasta obtener un extracto incoloro (aproximadamente a los 100 mL). A esto se le denomina extracto desasfaltado y al residuo insoluble en hexano se le llama asfalteno. El extracto desasfaltado se separa en HS, HA y NSO de la misma forma que las muestras constructivas (siguiendo el procedimiento de Connan, 2012).

5.2 Análisis de cromatografía

El análisis de cromatografía de gases permite separar los componentes de una mezcla compleja, como lo son las fracciones HS, HA, NSO y los extractos metanólicos. La separación de los componentes de las fracciones se llevó a cabo en un cromatógrafo de gases Agilent 7890B con detector de masas 5977A y automuestreador G4513A, columna HP5-ms 5 % metil fenil siloxano; (30 m x 250 μ m x 0,25 μ m), que usa helio como gas acarreador (flujo de 1.2 mL/min). El programa de temperatura fue al inicio 40°C durante un minuto, después se incrementó a razón de 8 °C/min hasta 310°C, manteniéndose por seis minutos, dando un total de 40 minutos de análisis. Por tanto, los compuestos separados aparecerán en tiempos de retención que van de 0-40 minutos. El resultado de la cromatografía es un cromatograma que muestra por separado cada uno de los componentes de la mezcla compleja en un tiempo de retención específico: cada señal (pico) corresponde a un compuesto químico. Posterior a la separación, cada componente pasa a través del detector de masas donde se realiza la identificación del compuesto a través de la desintegración molecular, es decir, las moléculas que comprenden cada compuesto son desintegradas en todos sus posibles fragmentos para posteriormente obtener el espectro de masas, que permite conocer la estructura molecular de cada componente.

Las fracciones HA, NSO y el extracto metanólico se envían a CG-EM en modo SCAN para determinar su composición química. La fracción de NSO y el extracto metanólico se derivatizan previamente con bis (trimetilsilil)-trifluoroacetamida (BTSTA). Por su parte, la identificación de compuestos orgánicos en la fracción HS se enfoca en encontrar biomarcadores, compuestos orgánicos fósiles que se encuentran en el petróleo. Estos compuestos conservan la estructura química de sus moléculas predecesoras (Guzmán y Mello, 1999) y son fácilmente detectables mediante análisis de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG-EM) en modo SIM (selective ion monitoring). Esta modalidad de análisis muestra en el cromatograma sólo aquellos componentes de la mezcla

compleja que contengan el ion seleccionado previamente (fragmento específico de la molécula) que pertenece a la molécula de interés. En el estudio de petróleo se buscan comúnmente dos tipos de biomarcadores: esteranos (compuestos derivados de esteroides que contienen de 27-30 carbonos) y terpanos (compuestos derivados de triterpenos que contienen de 27-35 carbonos); ambos tipos provienen de la degradación de los compuestos orgánicos de las plantas e incluso de algunas bacterias. En el análisis de CG-EM en modo SIM se selecciona el ion m/z 191 para encontrar los terpanos y m/z 217 para los esteranos.

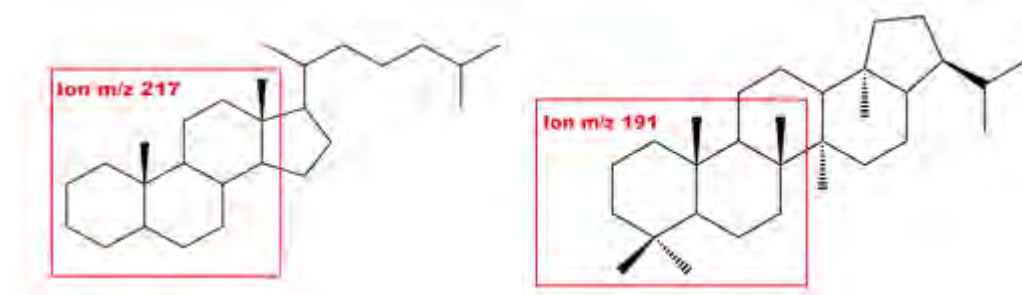


Figura 1. Moléculas correspondientes a esteranos y terpanos

5.3 Análisis de isótopos

El análisis de espectrometría de masas de isótopos estables de carbono 13 se ha aplicado en el estudio de bitumen arqueológico para determinar su procedencia (Connan, 2012). Este análisis determina el contenido de carbono 13 como una relación entre ^{12}C y ^{13}C (isótopo del carbono 12), comparada con un patrón de referencia: VPDB (donde la relación ^{12}C - ^{13}C es conocida). El resultado se expresa en proporción de diferencia con respecto al patrón y se expresa como $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ en partes por mil (‰). Como el carbono es el elemento más abundante en todos los organismos vivos del planeta y ya que la proporción entre ^{12}C y ^{13}C difiere entre los distintos organismos, es posible estimar la procedencia de materiales o compuestos que no es posible distinguir mediante análisis químicos. Los valores isotópicos resultantes del análisis se colocan en un gráfico donde las abscisas pertenecen a la marca isotópica de los hidrocarburos saturados y las ordenadas corresponden a la marca isotópica de los hidrocarburos aromáticos. Si los puntos de intersección son cercanos entre sí se interpreta como del mismo origen, de lo contrario serán de origen distinto.

El análisis de isótopos estables se realizó conforme al método de combustión dinámica tipo Dumas con un analizador elemental Flash HT Plus, con una temperatura de 960°C en la columna de combustión. La separación del gas de combustión (CO_2) se realiza mediante una columna cromatográfica C/N a 35°C, seguida de una columna de perclorato de magnesio para atrapar el agua producto de la combustión. Este sistema dinámico utiliza helio como gas acarreador en flujo continuo, el cual se acopla mediante la interfase Conflo IV al Espectrómetro de Masas (Thermo Finnigan MAT253). Como patrones de trabajo se utiliza un tanque de CO_2 con una pureza de 99.998%, los cuales fueron calibrados previamente con tanques Oztech. Los resultados de $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ de materia orgánica se normalizan utilizando materiales de referencia del NIST y del IAEA como son: NBS 22, PEF1, IAEA CH6, USGS 40 y USGS 41 de acuerdo con las correcciones descritas por Coplen et al (2006).

El análisis se aplicó a las fracciones de hidrocarburos saturados (HS) y aromáticos (HA) de las tres series de muestras. Se toma como base de comparación los valores obtenidos de bitumen, ya que se sabe que éste proviene de petróleo por la presencia de biomarcadores y asfaltenos.

6 RESULTADOS

Lo primero que se observa es que la cantidad de residuos orgánicos en las muestras constructivas y los paleosuelos es muy baja, comparada con los obtenidos del bitumen; en segundo lugar, es notoriamente más alta en los adobes que en los aplanados y pisos (Tabla

1). Esto puede deberse a que las capas superficiales tuvieron mayor exposición a la intemperie que degradó de manera más severa los aditivos orgánicos que en los adobes que protegían.

Tabla 1. Resultados de la extracción de residuos orgánicos en las tres series de muestras

Tipo de muestra		1	2		
		(mg/100 g)	HS (%)	HA (%)	NSO (%)
Muestra constructiva*	Adobe	4,0	29,7	39,3	21,4
	Aplanado	1,7			
	Piso	2,3			
Paleosuelo*		2,9	26,9	43,7	20,2
Bitumen prehispánico**		34,2	14,3	37,4	26,9

1 Cantidad promedio de materia orgánica extraída

2 Porcentaje relativo de la separación del extracto hexánico (o desasfaltado en caso de bitumen)

*Para obtener el promedio se usaron las extracciones de baja y alta polaridad

** Para obtener el promedio se consideró el extracto desasfaltado y los asfaltenos

Además, al separar los extractos hexánicos de las tres series de muestras en sus respectivas fracciones: HS, HA y NSO, se observó que existe mayor cantidad de hidrocarburos saturados en los materiales constructivos y paleosuelos que en bitumen. A pesar de ello se logró detectar en todas las muestras de bitumen la distribución de biomarcadores tanto de esteranos y terpanos como lo demuestran los cromatogramas en modo SIM para m/z 191 (figura 2) y m/z 217 (figura 3).

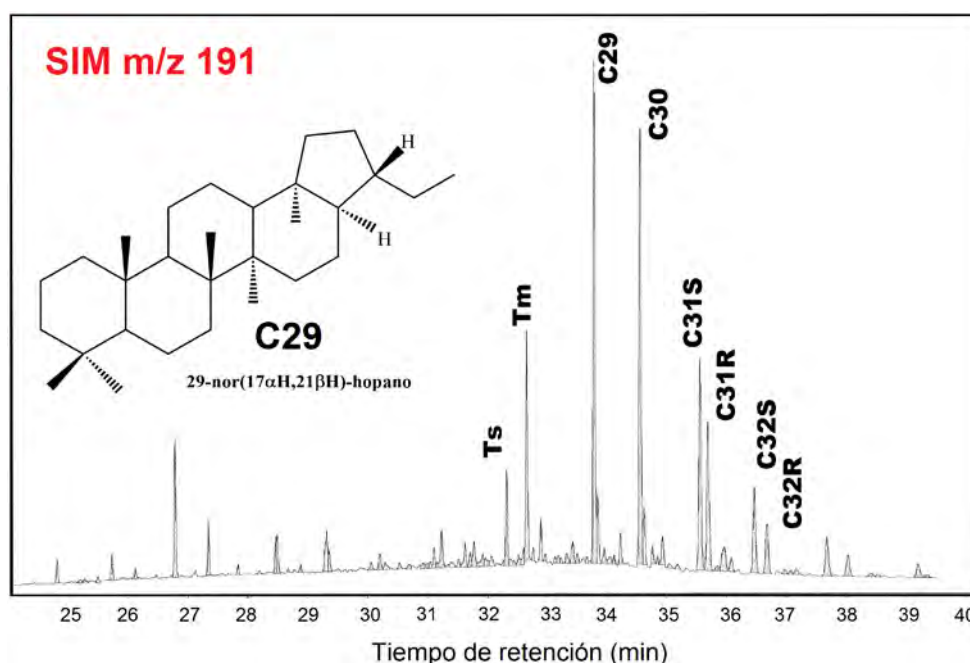


Figura 2. Cromatograma de bitumen B4 en modo SIM para m/z 191, indicativo de terpanos y esteranos

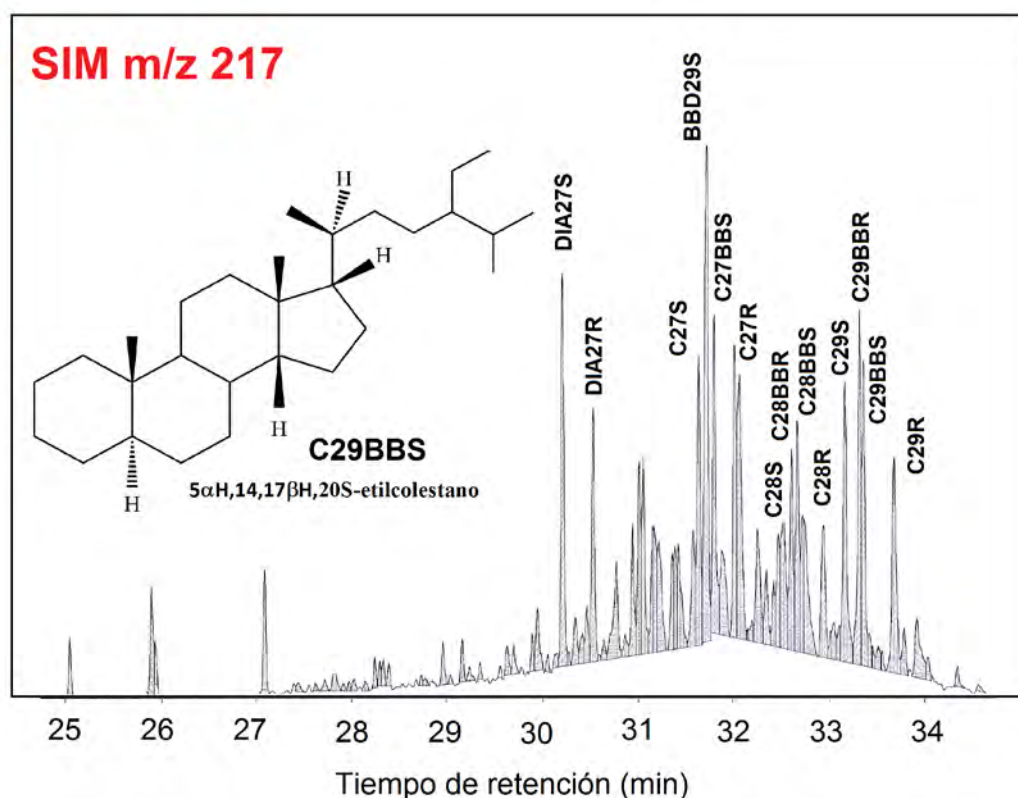


Figura 3. Cromatograma de bitumen B4 en modo SIM para 217, indicativo de terpanos y esteranos

Los estudios de GC-EM en modo SIM realizados en las muestras de bitumen en m/z 191 (terpanos u hopanos) y de m/z 217 (esteranos) mostró la distribución de biomarcadores diagnóstica de petróleo, con una relación diagnóstica entre un pico de C29 más grande que de C30 en el terpano. Estas proporciones son idénticas a los valores de los petróleos de los afloramientos locales que corresponden a los depósitos de Cretácico Medio y Superior de la Cuenca de Veracruz (Vásquez, 2010; PEMEX, 2013).

En cambio, al correr las fracciones HS de las muestras constructivas y paleosuelos no fue posible detectar dichos biomarcadores que de forma general se ubican en el rango de 30-38 minutos del tiempo de retención del cromatograma. Este intervalo no aparecía ya en los resultados obtenidos por el protocolo seguido con el cromatógrafo de gases. Esto puede explicarse por dos razones: 1) la columna capilar que se usó en el cromatógrafo de gases no es adecuada para el tipo de muestras, o el programa de temperatura del equipo no fue el indicado para separar la materia orgánica del material constructivo y paleosuelo, de tal forma que no es apreciable la distribución de biomarcadores que se definieron para las muestras de bitumen, y 2) la sensibilidad del equipo de GC-EM no alcanza para observar los biomarcadores de la fracción HS de material constructivo y paleosuelo, debido a que la cantidad de material orgánico analizado hasta el momento en estas muestras es muy baja.

Los resultados isotópicos de carbono 13 se presentan en la figura 4, que cruza los valores de los hidrocarburos saturados y aromáticos de 18 muestras (las muestras A4, R1 y P3 no fueron analizadas por ser demasiado pequeñas para ser separadas en fracciones). Los datos se analizaron con una estadística de distribución Gaussiana bivalente (con Mynstat 12, software libre), que resulta en una elipse centroide con un intervalo de confianza del 95%. Con ello es posible observar que todos los

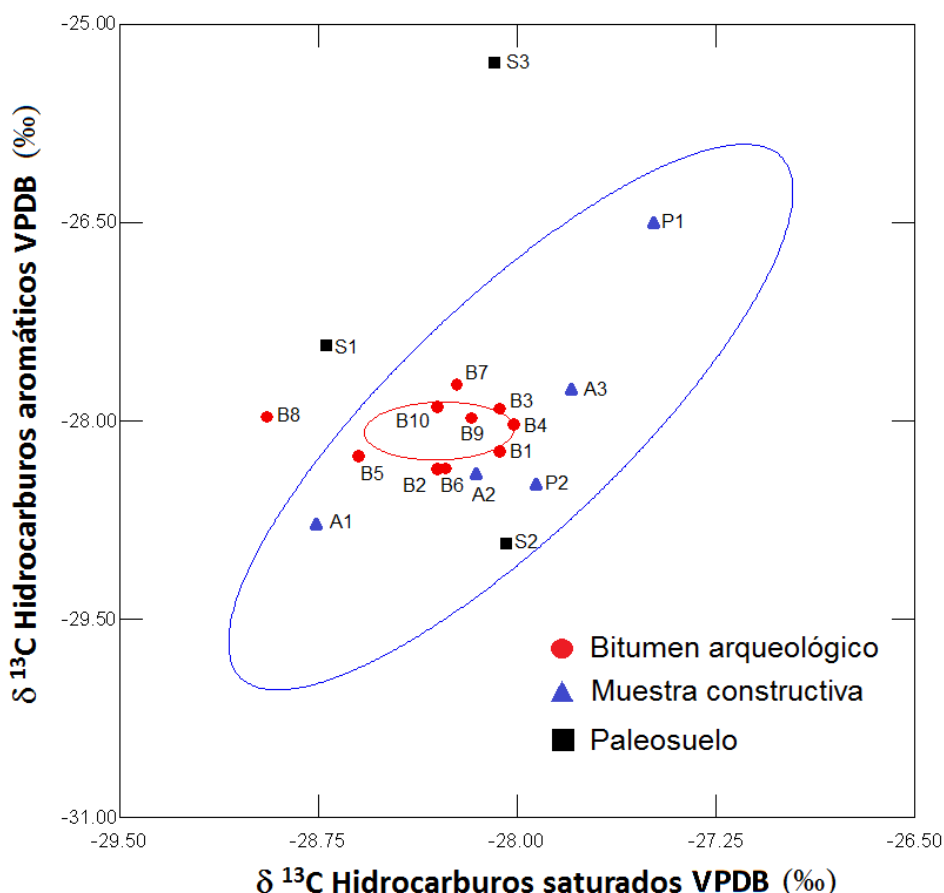


Figura 4. Gráfica de valores isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ de hidrocarburos saturados y aromáticos

bitúmenes están bien agrupados en torno a valores promedios de -28,0 a -28,2 (‰), tanto en los hidrocarburos aromáticos como saturados (elipse roja). Esta relación es característica de petróleo y coincide con los valores de los yacimientos de las provincias petroleras de Tampico-Misantla y de Veracruz (el petróleo de la provincia sureste tiene valores aún más altos, de -30,0 ‰ o más, mientras el de California es más bajo, alrededor de -24,0 ‰) (Guzmán, Mello, 1999, Brown et al., 2014). El intervalo de confianza de las muestras de bitumen queda totalmente comprendido dentro del elipsoide de las muestras de material constructivo (elipse azul), por lo tanto, la inferencia es que los hidrocarburos saturados y aromáticos tanto del bitumen como del material constructivo tienen el mismo origen. Los paleosuelos están muy cercanos, en particular el que es contemporáneo con la ocupación del sitio (S2); los otros dos quedan fuera de la elipse.

7 DISCUSIÓN

Hasta ahora se ha encontrado una mayor proporción de hidrocarburos en adobes que en otras muestras de construcción (en peso de materia orgánica extraída) y aún así es muy escaso el contenido de materia orgánica. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta que la cantidad del petróleo presente en las muestras constructivas puede ser muy baja. Tanto en la ingeniería civil moderna como en la conservación, las emulsiones asfálticas son eficientes para estabilizar la tierra en proporciones tan bajas como el 5% (Hall, Najim, Keikahei, 2012; Kita, Daneels, Romo de Vivar, 2015). Si los constructores antiguos también usaron porcentajes bajos, esto puede afectar los resultados que se obtuvieron de los estudios de GC-EM. La metodología hasta ahora llevada a cabo se usa comúnmente para definir la composición química de materiales con alto contenido orgánico: plantas frescas, biomarcadores en petróleo (organismos fósiles) y suelos como el humus o el gley (para evaluar su fertilidad); es poco usual su aplicación a sedimentos minerales, como son las muestras constructivas prehispánicas bajo estudio (Braids, Miller, 1975). Debido a ello, se

carece de antecedentes de estudios de sedimentos con los que confrontar los resultados obtenidos. Por lo tanto, las inferencias se derivan de la comparación de los extractos de adobes y aplanados con las muestras de bitumen y de paleosuelos.

El hecho de que los valores relativos de esteranos y terpanos en las muestras de bitumen coinciden con los de la provincia petrolera local de la Cuenca de Veracruz confirma que los habitantes del sitio obtenían su bitumen de los afloramientos más cercanos (algo que hasta el momento sólo se infería por la lógica del mínimo esfuerzo). Por su parte, la ausencia de esteranos y terpanos en los hidrocarburos obtenidos en las muestras constructivas aún no es concluyente. Para descartar o asegurar que existen biomarcadores en el material constructivo será necesario procesar muestras que contengan una fracción HS de al menos 20 mg. Para obtener tal cantidad será necesario procesar nuevas muestras de adobe previo tratamiento ácido, y extraer la materia orgánica con diclorometano como disolvente. Además, deberá adecuarse el programa de temperatura con el que se trabaja en CG-EM, así como cambiar a la modalidad de análisis de trazas para aumentar la intensidad de las señales que puedan encontrarse en el tiempo de retención de 30-38 minutos de los cromatogramas modo SIM, donde se encuentran los biomarcadores (en última instancia, es posible que se tenga que cambiar de columna).

Los resultados de IRMS, por su parte, demuestran que los valores isotópicos de las muestras arquitectónicas y los bitúmenes son muy cercanos. Además, los rangos de valores isotópicos coinciden con los de los yacimientos del Cretácico Medio y Superior de la Cuenca de Veracruz, que son los que brotaban hasta la superficie en la región. Esto explica porque también los paleosuelos quedan dentro de los rangos que sugieren la presencia de hidrocarburos petrolíferos, lo que es normal en un ambiente naturalmente contaminado por residuos de los afloramientos río arriba. En este aspecto, es interesante observar en la figura 3 que el valor más alejado proviene del paleosuelo debajo de la pirámide (S3), que por su posición topográfica elevada habría recibido menos impacto de las anegaciones. La composición química por CG-EM en modo SCAN de los paleosuelos indica mayor variación en los compuestos orgánicos, lo que también es de esperarse como resultado de contaminación ambiental (Kita, Daneels, Romo de Vivar, 2015).

8 CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados a la fecha más concluyentes son la demostración que el bitumen arqueológico del sitio fue obtenido de yacimientos locales, tanto por los análisis isotópicos como cromatográficos: esto es significativo para comprobar que los habitantes del sitio conocían y explotaban los yacimientos de petróleo que les quedaban más cercanos. Por su parte, los valores isotópicos de los hidrocarburos contenidos en las muestras constructivas resultaron mucho más cercanos a los del bitumen que a los de los paleosuelos. Esto permite inferir que el petróleo se añadió de manera intencional a la mezcla de construcción, lo que sería otro ejemplo de la práctica cultural de los pueblos del Golfo de usar petróleo en su tecnología de manejo de la tierra (hasta ahora comprobado en su uso del bitumen como impermeabilizante tanto en pisos de tierra como en cerámica).

Para averiguar la presencia de los biomarcadores en los adobes, los estudios de CG-EM en modo SIM tendrán que proseguirse con muestras de mayor tamaño, mejorando el método de extracción de materia orgánica y de análisis en el equipo, de manera a detectar el intervalo correspondiente a los esteranos y terpanos, y tomando en cuenta que su cantidad (concentración) podría ser mucho más baja que en los resultados obtenidos del bitumen. La falta de resultados concluyentes en este análisis por lo tanto no descarta el potencial de la metodología para estudiar la presencia y composición de estabilizantes en la arquitectura arqueológica de tierra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Braids, O. C.; Miller R. H. (1975). Fats, waxes, and resins in soil. En: Gieseking, J. E. (Ed.). Soils components. New York: Springer.

Brown, K. M.; Connan, J.; Poister, N. W.; Vellanoweth, R. L.; Zumberge, J.; Engel, M. H. (2014). Sourcing archaeological asphaltum (bitumen) from the California Channel Islands to submarine seeps. *Journal of Archaeological Science*, 43: 66-76.

Connan, J. (2012). Le bitume dans l'Antiquité. Arles: Éditions Errance.

Coplen, T. B.; Brand, W. A.; Gehre, M.; Gröning, M.; Meijer Harro, A. J.; Toman, B.; Verkouteren, R. M. (2006). New Guidelines for $\delta^{13}\text{C}$ measurements. *Analytical Chemistry*, 78: 2439-2441.

Daneels, A.; Guerrero-Baca, L. F. (2011). Millenary Earthen Architecture in the Tropical Lowlands of Mexico. *APT Bulletin*, 42 (1): 11-18.

García, J.; Sánchez, J.; Guzmán, M. (1999). Esteranos y terpanos como marcadores biológicos en la prospección petrolera. *Revista de la Sociedad Química de México*, 43: 1-6.

Guzmán-Vega, M.; Mello, M. (1999). Origen del petróleo en la cuenca sureste, México. *AAPG Bulletin*, 83: 1068-1095.

Hace, R. J.; Anderson, G. (1963). Extraction and estimation of soil phospholipids. *Soil Science*, 96: 94-98.

Hall, M. R.; Najim, K. B.; Keikahei Dehdezi, P. (2012) Soil stabilization and earth construction: materials properties and techniques. En: Hall, M. R.; Lindsay, R.; Krayenhoff, M. (Eds.). *Modern earth buildings. Materials, engineering, construction and applications*. Oxford: Woodhead Publishing, p. 222-255.

Kita, Y.; Daneels, A. (2014). Evaluación de aditivos orgánicos para intervención de la construcción prehispánica en tierra del sitio arqueológico de La Joya, Veracruz, México, a través de experimentos en el sitio. En: Neves, C.; Nuñez, D. (Eds.), 14° SIACOT - Arquitectura de Tierra: Patrimonio y sustentabilidad en regiones sísmicas. San Salvador: Red Iberoamericana PROTERRA y FUNDASAL, p. 58-65.

Kita, Y.; Daneels A.; Romo de Vivar, A. (2015). Uso de fracción ligera de crudo como estabilizante de tierra. En: M.C. Achig Balarezo (Coord.), *Tierra, Sociedad, Comunidad*. 15° Seminario Internacional de Arquitectura y Construcción con Tierra. Cuenca: Universidad de Cuenca, p. 103-111.

PEMEX (Petróleos Mexicanos) (2013). Provincia Petrolera Veracruz. México: Subdirección de Exploración, Pemex Exploración y Producción. Consultado en línea, 24 de junio 2016: <http://www.cnh.gob.mx/rig/pdf/cuencas/veracruz.pdf>

Vásquez Covarrubias, E. (2010). Los gases de la Cuenca de Veracruz: origen, distribución y perspectivas exploratorias (Maestría en Ciencias, Geología). México: Instituto Politécnico Nacional. Consultado el 20 de junio 2016: tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10243/251.pdf

Wendt, D. J.; Cyphers, A. (2008). How the Olmec used bitumen in ancient Mesoamerica. *Journal of Anthropological Archaeology*, 27(2): 175-191.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) al proyecto PAPIIT IN400816 "Reconstrucción de una tecnología prehispánica de arquitectura de tierra", siendo responsable la primera autora y becaria de licenciatura la cuarta. A su vez, se agradece el apoyo económico por parte del presupuesto del Laboratorio 2-7 del Instituto de Química de la UNAM, a cargo del segundo autor, y del Laboratorio de Isótopos Estables del Instituto de Geología de la UNAM, a cargo del tercero.

Los autores también agradecen a la Dra. Marisol Reyes Lezama y al M. en C. Everardo Tapia Mendoza, quienes realizaron los análisis de GC-EM en modo SIM en el Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y la Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC), y al Dr. Francisco Javier Pérez Flores del Laboratorio de Espectrometría de Masas del Instituto de Química de la UNAM por los análisis de CG-EM. Asimismo se agradece a la M. en C. Edith Cienfuegos Alvarado y al M. en C. Francisco Javier Otero Trujano del Laboratorio de Isótopos Estables del Instituto de Geología de la UNAM por los análisis de isótopos estables de carbono 13.

Todos los análisis de muestras prehispánicas, experimentos en el sitio arqueológico de La Joya y obras de preservación de la pirámide fueron realizados con los permisos otorgados a la primera autora por el Consejo de Arqueología del Instituto Nacional de Antropología e Historia de México.

AUTORES

Annick Daneels, doctora en antropología, doctora en arqueología, arqueóloga; investigadora de la UNAM; miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA; responsable del proyecto Exploraciones en el Centro de Veracruz, que incluye excavación, investigación y preservación de arquitectura monumental de tierra en el sitio arqueológico de La Joya, Ver.

Alfonso Romo de Vivar Romo, doctor en química, maestro en química, químico; investigador emérito de la UNAM y del Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México; fundador de la Revista Latinoamericana de Química; Premio Universidad Nacional y IOCD-Syntex Award for Chemical Excellence.

Pedro Abelardo Morales Puente, maestro en física, físico; investigador de la UNAM, Jefe del Departamento de Isótopos Estables, especialista en espectrometría de masas en isótopos estables de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

Areli Linares Jurado, pasante de licenciatura en química en la UNAM, becaria del proyecto PAPIIT IN400816; realiza las extracciones de la nueva serie de muestras de La Joya, Ver., para definir los compuestos orgánicos en construcciones prehispánicas de tierra, como parte de su tesis profesional.



BIODETERIORO DE CONSTRUCCIONES DE TIERRA Y SU INTERACCIÓN CON AGENTES AMBIENTALES

Guillermo Rolón¹; Andrea Cavicchioli²; Alejandra Fazio³; Gabriella Cilla⁴; Mariana Romiti⁵

¹ CONICET / CRIATIC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán, guillerolon02@gmail.com

² EACH - Escola de Artes, Ciências e Humanidades-USP, São Paulo, Brasil, andrecav@usp.br

³ fazio.alejandra@gmail.com

⁴ Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina, cillagabriela@gmail.com

⁵ Programa Manejo de Recursos Culturales – Administración de Parques Nacionales, mromiti@apn.gov.ar

Palabras clave: Abejas, líquenes, ecorregión de Monte, ecorregión de Mata Atlántica

Resumen

En general, los edificios son construidos con la intención de persistir por largos períodos. Sin embargo, el ataque de organismos (biodeterioro), junto con las modificaciones químicas y físicas infligidas por los agentes ambientales (deterioro abiótico), son capaces de provocar importantes devaluaciones de las construcciones expuestas a la intemperie. En este contexto, los materiales y construcciones de tierra pueden resultar particularmente lábiles frente a la interacción de estos procesos. El objetivo del presente trabajo consiste en describir los biodeterioros y sus interacciones con los agentes ambientales (de eco-regiones radicalmente distintas) en los procesos de deterioro estudiados y/o registrados hasta el momento en diversas construcciones con tierra de Argentina (en la eco-región de Monte) y Brasil (en la eco-región de Mata Atlántica). A pesar de las particularidades de cada caso de estudio, y en función de las descripciones realizadas hasta el momento en cada uno, el procedimiento general realizado consistió en el registro gráfico, fotográfico y el levantamiento planimétrico parcial de las estructuras estudiadas y en la referenciación de los daños observados. En algunos casos se han tomado y analizado muestras de material constructivo, y/o trazas de insectos (nidos de abejas o partes de ellos); también se han colectado y caracterizado –por primera vez en este tipo de sustrato – líquenes (crustosos y foliosos) como agentes biológicos deteriorantes. Los muros exteriores y/o expuestos a la intemperie son los elementos constructivos más afectados, siendo las abejas y líquenes, y en menor medida, plantas y la acción humana los agentes biodeteriorantes involucrados. En ambas regiones, los daños más graves producidos son por causa de la nidificación de abejas distinguiéndose varias especies involucradas y distintos patrones de biodeterioro; la presencia de líquenes corresponde al primer registro que se tiene y fue en hallado inicialmente en estructuras con tierra de Brasil.

1 INTRODUCCIÓN

El biodeterioro consiste en un proceso de degradación de un material por acción directa o indirecta de un organismo. Los deterioros que los organismos involucrados desencadenan pueden ser de orden físico-mecánico, químicos o resultado de la combinación de ambos. Las particularidades que adoptan los procesos de biodeterioro dependen en gran medida del organismo implicado específicamente; sin embargo, en el caso de las construcciones con tierra, las características del sustrato no dejan de jugar un papel central. El ataque animal proviene principalmente por la necesidad de nidificar o la extracción de material por parte de roedores y aves. La excavación, en el primer caso, o la eliminación de elementos de cohesión —como ser fibras vegetales—, en el segundo, son parte de los actividades que estos animales provocan sobre las estructuras de tierra. De la misma manera la acción de diversos insectos puede ser intensa en estos mismos aspectos. En determinadas regiones, y en partes de nuestro territorio en particular, distintas especies de abejas solitarias son responsables de fuertes procesos de biodeterioro a través del intensivo proceso de minería que provocan al excavar sus túneles y celdillas y que en muchos casos colaboran en la

aceleración de los deterioros físicos. Por otra parte, el biodeterioro no ocurre en forma aislada, sino que se desarrolla en sinergia con agentes ambientales complejizado de este modo los procesos y favoreciendo el aumento de la tasa de degradación general (Rolón, Cilla, 2012). La diversidad de agentes biológicos que tienen potencial capacidad de generar deterioros es amplia; entre ellos se pueden encontrar bacterias, hongos, líquenes, insectos, roedores, pájaros, mamíferos e incluso el hombre. Por esta razón, el análisis de los procesos de biodeterioro de la cultura material tiene un amplio campo de estudio. Sin embargo, en lo que atañe específicamente a la arquitectura en tierra, las investigaciones resultan bastante acotadas, notándose que el interés está depositado principalmente para la conservación de sitios arqueológicos (Pozzi-Escot, 2014). La presencia de hongos en eco-regiones húmedas, por ejemplo, ha comenzado a ser objeto de estudio, tanto por la potencial diversidad de especies que pueden presentarse simultáneamente como por su proliferación (Fazio et al, 2015), o incluso como indicador de riesgo para la salud (Morales Gamarra, 2007, 2014). Al igual que los procesos de deterioro, los biodeterioros se presentan en una forma tan diversa que condujo a su estudio y clasificación para poder determinar las patologías que producen y los factores que inciden. Esto se ha visto reflejado en numerosas publicaciones muchas de las cuales fueron comentadas y discutidas en trabajo de recopilación realizado por el *Getty Conservation Institute* (Avrami, Guillaud, Hardy, 2008). En este sentido, Van Balen (1990) propuso una metodología de análisis que permitía orientar la toma de decisiones vinculadas a las acciones de conservación y restauración de las arquitecturas en tierra. Fodde (2006), con similares objetivos, proponen un sistema de codificaciones posibles de emplearse en el registro de los tipos de deterioro y patologías como herramienta para las tareas de conservación y restauración, entre las cuales pueden citarse técnicas de fotogrametría digital (Fujii et al, 2009).

Eco-regiones de estudio

Los estudios sobre biodeterioro que se tienen en curso, o ya se han realizado, corresponden a dos contextos ambientales distintos. El primero de ellos se sitúa en ambientes áridos de Argentina, ubicados en las dos eco-regiones de Monte: la de Sierras y bolsones y la de Llanuras y mesetas. La principal diferencia entre ellas es que la segunda discurre en una región donde prevalecen los paisajes de llanuras y extensas mesetas escalonadas y los relieves abruptos son menos frecuentes que en la primera; asimismo la vegetación es más pobre en comunidades y especies (OBIO, 2012). De acuerdo al tipo de vegetación y fisionomía predominante (Roig-Juñent *et al.*, 2001, OBIO, 2012), el Monte es un bioma xérico y de estepa arbustiva alta (de 1 a 3 m de altura). Sus elementos más representativos pertenecen a la familia Zygophyllaceae, siendo las especies más importantes por su dominancia *Larrea* spp. y *Bulnesia retama* (Michelette, Camargo, 2000). El clima es de tipo subtropical, cálido-templado con una temperatura media anual de 15°C y un rango de precipitaciones de 80 a 200 mm. La temporada de lluvias se distribuyen principalmente en verano para el sector Norte de la eco-región de Sierras y bolsones, en invierno para el sector Sur de Llanuras y mesetas. Para el resto de ambas regiones, las precipitaciones se distribuyen a lo largo del año (OBIO, 2012).

El segundo caso de estudio está localizado en el interior de la megalópolis de São Paulo, una ciudad inserta en el contexto eco-regional de Mata Atlântica brasileña y, en particular, en la provincia geomorfológica de la meseta Atlántica (aproximadamente 700 m de altitud) en correspondencia con el trópico de Capricornio (Dislich, 2002). La región está caracterizada por un clima subtropical húmedo, con veranos calientes y lluviosos e inviernos más secos y temperaturas moderadas, con una media anual entre 18°C y 19°C (Ab'Saber, 1970). Típicamente, las precipitaciones se ubican en el intervalo de 30 mm/mes (invierno) a 240 mm/mes (verano).

Actualmente, toda la región se encuentra en un profundo estado de modificación por el elevado grado de antropización. Si bien, la formación vegetal original no puede ser establecida con precisión, los autores acreditan que en esa zona predominó un paisaje de bosque ombrófilo denso, con ocurrencia de bosque estacional semideciduo, Cerrado y llanuras de inundación (Ab'Saber, 1970; Dislich, 2002).

Por otra parte, *Capela do Morumbi* (el caso de estudio en esta región) está situada en un área particularmente rica en vegetación arbórea, lo cual genera un microclima ligeramente más frío y húmedo) en torno al edificio histórico. A su vez, la incidencia del asoleamiento directo está obstaculizada en gran medida por las ramas de los árboles circundantes.

2 OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo consiste en caracterizar los procesos de biodeterioro de los casos estudiados (de Argentina en las eco-regiones de Monte y de Brasil en la eco-región de Mata Atlântica), las interacciones con el medioambiente, y las diferencias y similitudes que se observan entre ambos contextos.

3 CASOS DE ESTUDIO

3.1 Ruinas de Capayán (La Rioja, Argentina)

Ruinas de Capayán constituye un asentamiento del período colonial (De la Vega Díaz, 1994) que se desarrolló en torno a dos actividades específicas (Figura 1a): agropecuaria y metalúrgica. La presencia de numerosos restos edilicios y rastros de modificaciones del territorio dan cuenta de estas actividades referidas: sectores descampados con evidencias que hacen suponer actividades de cultivo, montículos de tierra artificial formando los muros de contención de represas, canales de acequias, edificaciones con características de depósitos, dos sectores con hornos de fundición de metales y grandes acumulaciones de desechos de esta actividad y las construcciones correspondientes a vivienda y capilla. Los muros de las construcciones indicadas están en su totalidad resueltas con alguna de las siguientes técnicas constructivas: mamposterías de adobe o tapia. Hasta la actualidad, este sitio carece de protección alguna.



Figura 1. Casos de estudio: a) Ruinas de Capayán, b) Vivienda rural, c) Capela do Morumbi, d) La Casona

3.2 Viviendas rurales (La Rioja, Argentina)

Las viviendas rurales en la región de valles de La Rioja que fueron abordadas corresponden a construcciones de fines del siglo XIX y principios del siglo XX. Los casos de estudio específicos fueron viviendas de pequeños productores agropecuarios que en la actualidad se encuentran en estado de abandono. En general, estas viviendas están construidas con muros de mampostería de adobe y, en algunos sectores, de quinchas. Los techos presentan una estructura de vigas de madera y cubierta de torta pesada o liviana¹ (Figura 1b).

3.3 Capela do Morumbi (São Paulo, Brasil)

Capela do Morumbi es una capilla histórica (de principios de siglo XIX) localizada en el área urbana de la megaciudad de São Paulo, Brasil (Figura 1c). La capilla y la Casa Sede son las dos construcciones que formaron parte de una gran estancia (*Fazenda Morumbi*). Ambos edificios están actualmente protegidos por el Departamento de Patrimonio Histórico (CONPRESP, resolución 11/2005). Los muros originales de la Capela están realizados en la técnica de tapial que contiene una importante fracción gruesa (grava) por lo que recibe la denominación local de *taipa de formigão*. Esta construcción fue redescubierta en los años 50 del siglo XX y reconstruida utilizando materiales industrializados para diferenciar el original de la reconstrucción. Los muros originales se conservaron y, como parte de la estrategia de conservación del momento, se dejaron visibles a los visitantes. Por lo tanto, hoy en día, están expuestos a la acción de factores ambientales en la que se observan diferentes procesos de deterioro y biodeterioro.

3.4 La Casona (Lihué Calel, La Pampa, Argentina)

La Casona fue una vivienda localizada en el Parque Nacional Lihué Calel, provincia de La Pampa de lo que hoy se conservan sus muros en ruina. Fue ocupada entre 1943 y 1965, y habría estado compuesta por unos 14 ambientes (habitaciones, cocina, despensa, caballería y capilla, entre otros) junto con un patio interno; siendo su superficie de 960m² aproximadamente.

Los materiales con los que se resolvió la estructura son tierra y piedra del lugar. Las cubiertas fueron de chapa acanalada y los revoques habrían sido a base de cemento y tuvo dinteles de madera de caldén. Algunos de los ambientes presentan tanto subdivisiones internas – con paredes más angostas – como también pequeños hogares localizados siempre en algún vértice. Es el último caso de estudio incorporado y por lo tanto en proceso de análisis. Para este caso se presentan los primeros datos obtenidos y los biodeterioros observados.

4 METODOLOGÍA Y RESULTADOS

La metodología aplicada ha diferido en cada caso de estudio en función de la experiencia adquirida y de las condiciones y recursos específicos en cada instancia. El procedimiento para el registro gráfico y fotográfico de los muros exteriores, con el fin de obtener planimetrías de trabajo, fue la única acción que se ha mantenido similar y aplicado de manera sistematizada. Este registro permitió elaborar un mapa de las áreas biodeterioradas en los casos avanzados (Figura 2). El estudio se centró hasta, el momento, en la determinación taxonómica de dos agentes biodeteriorantes en particular: abejas y líquenes, cuyos especímenes fueron colectados en los diferentes sitios de estudio. Sin embargo, se identificaron otros agentes biológicos también causantes de biodeterioro. En el caso de las abejas, se inspeccionaron visualmente muros y otros elementos constructivos en busca de signos de nidificación: orificios de entrada a los nidos y/o cavidades utilizadas, nidos o partes de ellos (celdillas) en superficie y/o expuestos por deterioro de los muros. Cuando fue

¹ Estos tipos de cubiertas, con muy poca pendiente, están formados por capas inferiores de material vegetal (hojas y/o ramas) cumpliendo funciones sucesivas (estructural, aislante térmico, capa de contención del barro de la torta) y culminada en la parte superior por una torta de barro

posible, se determinó el patrón de nidificación y la orientación de los nidos *in situ*. Para su asignación a un taxón de abeja, se capturaron y determinaron los adultos que ingresaban a los nidos y/o no emergidos en su interior. En los casos en que se contó con nidos abandonados, se analizó la arquitectura y los materiales utilizados para su construcción. Por último, se tomaron muestras de los distintos elementos constructivos para el estudio de los posibles daños causados por nidificación de abejas.

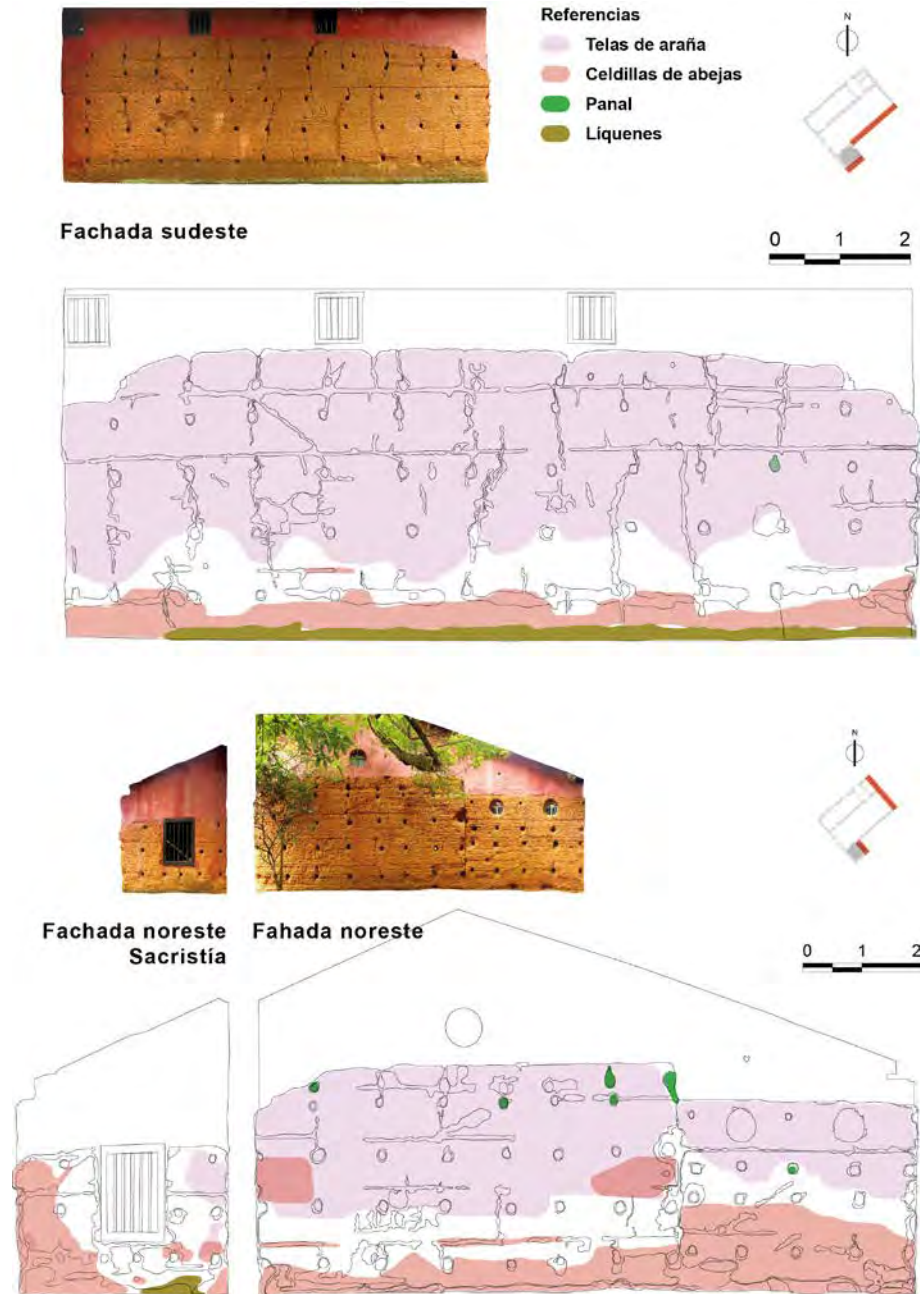


Figura 2. Registro de biodeterioros en las fachadas de *Capela do Morumbi*.

4.1 Líquenes

La presencia de líquenes fue observada principalmente en el caso de *Capela do Morumbi* y en menor medida en La Casona. Los especímenes identificados en el primer caso presentan dos patrones de colonización: uno de ellos corresponde al crecimiento de los talos liquénicos ocupando amplias áreas de sustrato; el otro patrón consisten de pequeñas áreas localizadas. En ambos casos ocupan los sectores bajos y húmedos (inferido por el color del material de la pared) de los muros de las fachadas noroeste y sureste de la nave de la capilla y, en menor grado, en la fachada sudoeste de la sacristía. Las áreas colonizadas por

líquenes reciben luz solar directa en algunos momentos del día, sin embargo se mantienen bajo sombra de la vegetación arbórea circundante durante gran parte del tiempo, lo que garantiza el mantenimiento de las condiciones de humedad. Las colonias de líquenes están compuestas de *Chysothrix candelaris* y *Peltigera* sp. El último fue el que se observó formando una amplia distribución en el sustrato. (Figura 3a y b). En el caso de La Casona, en La Pampa, también se observó la presencia de líquenes (Figura 3c) creciendo en las fachadas de las paredes suroeste, identificándose en este caso una especie crustosa con apotecios color café perteneciente al género *Lecanora* sp. En este caso, los líquenes fueron identificados de acuerdo a la literatura (Barreno, Pérez-Ortega, 2003; Scutari, 1992).

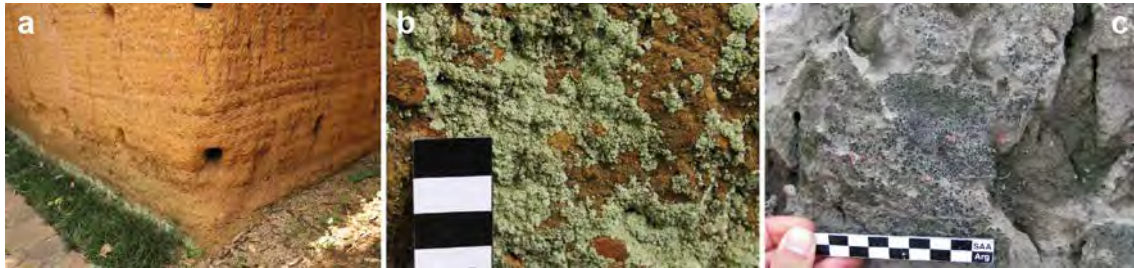


Figura 3. Líquenes: a y b) *Peltigera* sp. en *Capela do Morumbi*, c) *La Casona*, *Lecanora* sp. Fuente: Elaboración propia.

4.2 Abejas

Nidos de distintas especies de abejas silvestres fueron observados en muros y otros elementos constructivos en edificaciones en tierra ubicadas en los distintos sitios de estudio. Adultos de abejas no emergidos permitieron asignar a *Centris muralis* (Apidae) los nidos presentes en los muros de las ruinas Capayán. Los nidos de *Centris* se caracterizaron por presentar una a dos celdillas en serie, con disposición vertical a inclinada. La cavidad de las celdillas presentó un recubrimiento del mismo material del muro. Esta pared construida por la abeja luego de la excavación de la celda, presentaba mayor dureza que el adobe. El patrón de distribución de las celdillas y nidos era agrupado (Figura 4a). En muros con una elevada densidad de nidos se observó la remoción de importantes cantidades de material. Las celdillas vacías eran reocupadas por abejas de la misma especie o por *Epanthidium* aff. *sanguineum* (Megachilidae). Estas abejas nidifican en cavidades preexistentes y elaboran las celdillas con fibras vegetales embebidas en resinas y un fino recubrimiento exterior de barro.

En muros de viviendas rurales de Udpinango y urbanas de Villa Castelli se observaron adultos de *Centris murales* en plena actividad de nidificación. El patrón de nidificación, las características morfológicas y la resolución constructiva de las celdillas, coincidieron con los nidos encontrados en Capayán y viviendas urbanas de Pituil y Anillaco. Un segundo patrón fue observado en las viviendas de Udpinango. Este patrón de nidificación es típico de las especies de *Colletes* (Colletidae) y se caracteriza por la presencia de grandes agregaciones de celdillas concentradas en vanos de puertas y ventanas (Figura 4b). Sin vestigios de pared construida, la cavidad de las celdillas se encontraba tapizada por una película fina y transparente a modo de celofán, rasgo constructivo característico de estas abejas. Este mismo patrón de nidificación, con similar resolución constructiva de las celdillas fue observado en viviendas de Pituil y Antinaco.

Para el caso de *Capela do Morumbi*, se observaron dos patrones de nidificación en la superficie de los muros. Las características morfológicas y la resolución constructiva de las celdillas permitieron suponer la presencia de abejas del género *Centris* (Apidae) (Figura 4c) y *Colletes* (Colletidae) (Figura 4d). Durante la búsqueda de patologías en las paredes no se observó actividad de nidificación por parte de las especies antes mencionadas. Sin embargo, celdillas vacantes atribuidas a abejas *Centris*, eran reutilizadas por abejas del género *Anthodioctes* (Megachilidae). Estas abejas nidifican en cavidades preexistentes y elaboran las celdillas con resinas (Alves dos Santos, 2004). En todos los casos observados, los nidos se distribuyen en el tercio inferior de las paredes, salvo en el sector colonizado por líquenes, donde no se registraron evidencias de actividad de nidificación. En los mechinales

superiores de las tapias se observaron nidos formados por celdillas agrupadas en panales. Este tipo de nidos son construidos por especies sociales cuya morfología y materiales utilizados, mezcla de cera y resinas, permitieron atribuirlos a abejas Meliponini (Apidae). De difícil acceso, los nidos se localizaban principalmente en los mechinales de la fachada noreste, implicando una adición significativa de material que altera la apariencia original de la pared (Figura 4e).

Para La casona, celdillas examinadas con abejas adultas no emergidas en su interior, permitieron señalar a *Centris muralis* (Apidae) como uno de los principales agentes deteriorantes (Figura 4f).

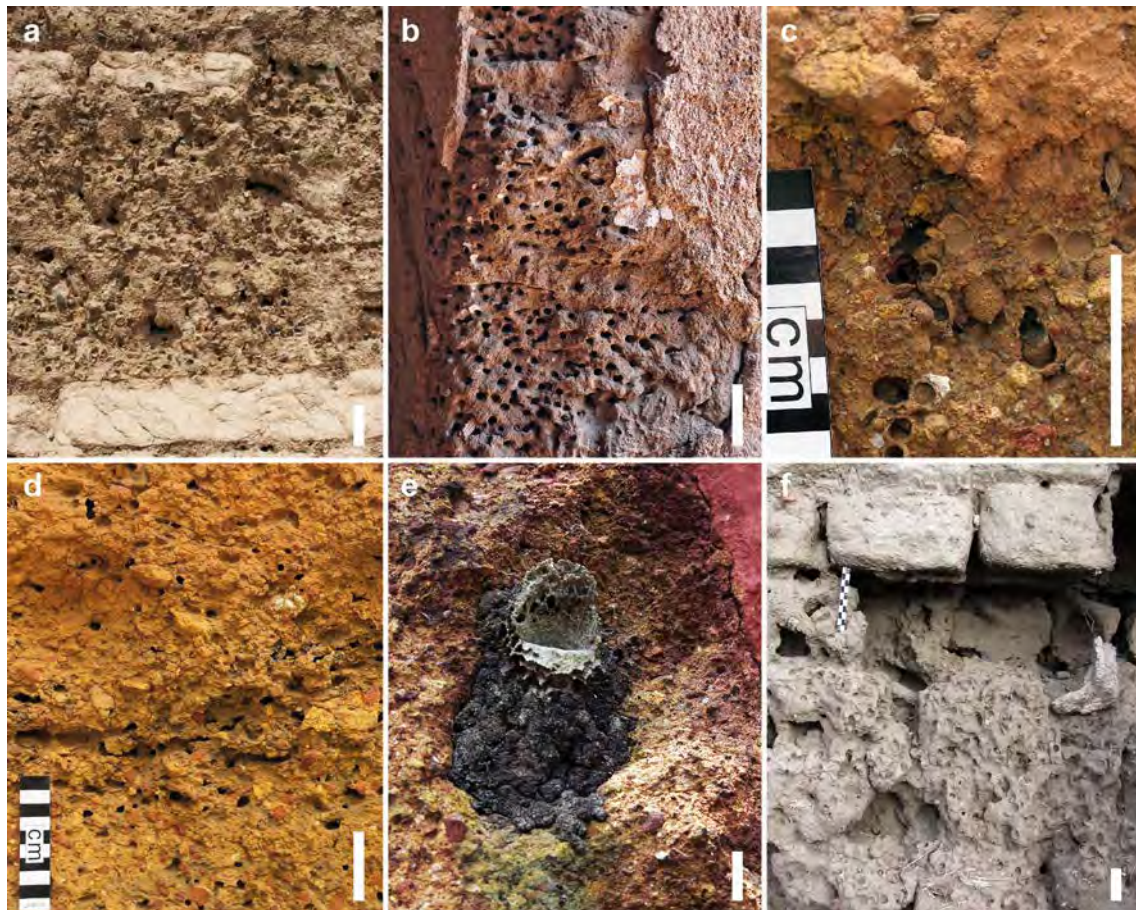


Figura 4. Patrones de nidificación: a) *Centris muralis* (Ruinas de Capayán), b) *Colletes* sp. (Viviendas rurales), c) *Centris* sp. (Capela do Morumbi), d) *Colletes* sp. (Capela do Morumbi), e) *Meliponini* (Capela do Morumbi), f) *Centris muralis* (La Casona). Barra: 5 cm. Fuente: Elaboración propia.

4.3 Otros organismos

Además de estos dos agentes biológicos señalados, se identificaron otros organismos produciendo biodeterioros con distintos grados de intensidad de los cuales sólo se realiza su mención.

Para el caso de Capela do Morumbi, está presente la incidencia de ramas de árboles sobre la superficie exterior de los muros debido a la gran forestación circundante. Este es el único biodeterioro controlado periódicamente mediante la remoción de las ramas. Asimismo se observó la colonización por arañas de la parte superior de los muros. Las telas que producen retienen insectos muertos y hojas produciendo pequeños micro ambientes en cada una de ellas.

Para el caso de La Casona se observaron rastros de presencia de roedores en el sector inferior de las paredes. Las perforaciones que realizan en los muros para alojarse o bien para circular producen una importante alteración del sustrato. Se observó la presencia de celdillas de insectos aún sin determinar, preferentemente ubicadas en la cabecera de los

muros como también varias superficies de muros (en su cara orientada al Sur) colonizadas por musgos.

5 DISCUSIÓN

Fue posible observar que, al colonizar las construcciones con tierra (tapias y mamposterías de adobe), los agentes biológicos participan en uno o más de los siguientes procesos: hábitat y/o nidificación, depredación de otros organismos y recubrimiento de superficies del muro. Los organismos responsables de estos procesos, cuyo ciclo vital prospera normalmente en contextos naturales, encuentran en ambientes antropizados iguales o mejores condiciones para su desarrollo, razón que explica su presencia en las construcciones con tierra. Una vez desencadenado el proceso de biodeterioro, es posible señalar dos factores principales que inciden en la distribución espacial de los agentes biológicos y, por ello, del biodeterioro sobre las construcciones con tierra estudiadas: los factores ambientales (luz solar, temperatura, forestación, viento y humedad) y la presencia / incidencia de otros agentes biológicos. Un tercer factor es la característica del sustrato, es decir, condiciones de los materiales de las construcciones que favorecen o posibilitan el proceso de ocupación/nidificación. El caso más evidente lo constituye la actividad de nidificación de las abejas silvestres observada en los casos estudiados. Los procesos de biodeterioro por nidificación son complejos, no sólo por el daño progresivo que conlleva en sí misma esta actividad (Rolón, Cilla, 2010), si no también por el uso simultáneo del mismo sustrato por diferentes especies de abejas con patrones de nidificación/biodeterioro específicos (como en los casos de Ruinas de Capayán y *Capela do Morumbi*). La excavación del sustrato por parte del insecto es el daño primario y más grave (como el caso de nidificación de *Centris* y *Colletes*), y la construcción de las paredes de la celdilla (como en el caso de *Centris*) o su reocupación (celdillas de *Epanthidium* y *Anthodiocetes*) el deterioro secundario. Por otra parte, el sector cubierto por celdillas presenta un aumento en la irregularidad de la superficie de la pared, el debilitamiento en la cohesión de los elementos constructivos y el incremento de la superficie expuesta a la intemperie, favoreciendo la interacción perjudicial con los factores ambientales (viento y la lluvia) al elevar la tasa de degradación de los mismos. Una situación diferente es el depósito de material para la elaboración de nidos, como sucede en el caso de las abejas Meliponini que, con un impacto mucho menor, modifica la apariencia de la estructura sobre la que se asienta.

En cuanto a los líquenes, éstos son organismos poiquilohídricos, es decir que pueden sobrevivir en condiciones de variaciones importantes del contenido de agua, lo cual les permite vivir en ambientes extremos (Hawksworth, Hill, 1984). Los líquenes producen ataque químico del sustrato, por generación de ácido carbónico, excreción de ácido oxálico, y producción de compuestos quelantes. El dióxido de carbono se disuelve en la humedad que queda en el talo y forma ácido carbónico, el cual reacciona con minerales y depletes cationes básicos (Ca^{++} , K^+ , Mg^{++} , Na^+) y sílica. El ácido oxálico es producido por el micobionte y la producción aumenta con la edad del liquen. El ácido oxálico causa una erosión del sustrato, provocando picaduras (pequeños agujeros), debajo del talo, y deposiciones de oxalato. Existe una relación entre el tipo de oxalato insoluble que se acumula en el talo, y la composición mineral y el estado de hidratación del sustrato (Caneva *et al.*, 1991). Los líquenes producen también ácidos orgánicos, (en el caso particular de *Lecanora*, por ej: ác. caperático, protoconstipático, constipático, protoliquesterínico, liquesterínico), los cuales pueden actuar como agentes complejantes de metales (Thorsten Lumbsch, Guderley, Elix, 1996). En sustratos más porosos, el crecimiento de líquenes puede brindar un efecto de protección, reduciendo los efectos de desprendimiento del sustrato por efecto de la lluvia, el viento y las condiciones atmosféricas.

Los líquenes crustosos, como las especies del género *Lecanora* sp., se adhieren como costras a lo largo de toda la superficie del talo mediante hifas que penetra el sustrato provocando un ataque físico, con lo cual, el crecimiento desordenado de este tipo de líquenes puede llevar a una lenta desestructuración del sustrato atacado. Por otro lado,

sumado a la penetración de las hifas, por movimientos de expansión y contracción del talo debido a variaciones de humedad y sequedad del sustrato, los talos, producen desprendimientos por acción mecánica del sustrato, que son incorporados al talo donde son corroídos (Jones, Wilson, 1985). Las especies del género *Lecanora* encuentran su mayor diversidad en Sudamérica, crecen generalmente en material silíceo y en sustratos con aberturas (*open situations*), en madera, tierra y en los márgenes de la selva tropical (Thorsten Lumbsch, Guderley, Elix, 1996). García y Rosato (2011) y Rosato y García (2014) reportaron especies del género *Lecanora* creciendo en monumentos, uno construido con mampostería de ladrillos y morteros cálcicos, y otros sobre hormigón, morteros de cemento y revoques de estructuras en áreas urbanas y rurales de varias localidades de la provincia de Buenos Aires.

En el caso de los líquenes, *Chrysothrix candelaris* crece principalmente en la corteza de árboles y muestra preferencia por las superficies en sombra. Por lo tanto, es probable que su aparición en los muros de la *Capela do Morumbi* esté asociado directamente con la presencia de vegetación arbórea. Por un lado esta presencia constituye una fuente permanente de emisión de esporas desde los troncos ya colonizados, y por otro, al favorecer la incidencia de luz limitada sobre los muros de la construcción genera condiciones óptimas de desarrollo. Por otro lado, la dirección de incidencia del viento favorece a que ciertas áreas de las paredes sean las más adecuadas para la colonización.

Por otra parte, se cree que las extensas colonias de *Peltigera* sp. causan dos efectos contrarios simultáneos: deterioro y la protección del sustrato frente a otros agentes ambientales y biológicos al mismo tiempo. El deterioro es debido a los procesos físicos y químicos de la actividad de liquen: los efectos químicos resultan de la producción de ácidos (mayormente ácido oxálico) que promueven la disolución de los minerales presentes en el sustrato y, eventualmente, la formación de cristales de oxalatos. Las sales crean incrustaciones débiles en la interfaz entre el talo liquénico y el sustrato, que conducen a la pulverización de la superficie de la pared. Este último efecto se observó en algunos sectores de los muros de la *Capela do Morumbi*. El efecto protector es debido a que el liquen proporciona un recubrimiento a la pared, como ya se mencionó. Este recubrimiento impide la actividad de anidación de la abeja y, al mismo tiempo, protege el sustrato de los efectos de deterioro mecánico del viento y la lluvia.

6 CONSIDERACIONES FINALES

A partir de los resultados alcanzados para cada uno de los casos de estudio, es posible señalar que las construcciones con tierra brindan un adecuado sustrato para la nidificación de abejas silvestres. En ambientes húmedos se observó un mayor número de especies involucradas, posiblemente asociado a la mayor riqueza de estos organismos y, además, a la actividad característica de minería se sumó la acción de depósito de material. Sin embargo, las mayores tasas de degradación por nidificación fueron observadas para los casos de estudio ubicados en ambientes áridos (eco-regiones de Monte). Posiblemente una combinación de factores favorecieron el incremento de la tasa de degradación en estos últimos: las características propias del sustrato (es decir, de las características de la tierra empleada para construir los muros)², la proliferación de las abejas involucradas y la intensidad con la que inciden los agentes atmosféricos, fundamentalmente la fuerza de las lluvias y la falta de una forestación circundante que amortigüe su acción mecánica por impacto.

Del mismo modo, se observa mayor diversidad y magnitud de colonización de líquenes en el caso de *Capela do Morumbi* (eco-región húmeda) que en el caso de La Casona (eco-región árida). La distribución de los mismos en la parte inferior de los muros, fundamentalmente para el caso de *Peltigera* sp., permite asociar la mayor disponibilidad de agua proveniente

² En referencia a este aspecto, aún está pendiente realizar el análisis de material para los casos de *Capela do Morumbi* y de La Casona, lo cual redundará en un mejor diagnóstico de la situación.

tanto del ambiente como por ascenso capilar desde el interior del muro como una de las posibles razones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab'Saber, A. (1970). O mosaico primário de matas e cerrados do planalto paulistano. *Cadernos de Ciências da Terra*, v. 6, 24-26.

Alves dos Santos, I. (2004) Biologia de nidificação de *Anthodiocetes megachiloides* Holmberg (Anthidiini, Megachilidae, Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia* 21 (4): 739–744.

Avrami, E.; Guillaud, H.; Hardy, M. (2008). Terra literature review. An overview of research in earthen architecture conservation. Los Ángeles: The Getty Conservation Institute.

Barreno, E.; Pérez-Ortega, S. (2003). Clave para la identificación de los géneros. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del territorio e infraestructuras del Principado de Asturias. KRK Ediciones.

De La Vega Díaz, D. (1994). Toponimia riojana. La Rioja, Argentina: Ed. Canguro.

Dislich, R. (2002). Análise da vegetação arbórea e conservação na reserva florestal da Cidade Universitária “Armando Salles de Oliveira”, São Paulo, SP. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo – IB/USP. São Paulo, São Paulo.

Fazio, T. A.; Cavicchioli, A.; Penna, D. S. A.; Chambergo, F.; de Faria, D. L. A. (2015). Towards a better comprehension of biodeterioration in earthen architecture: Study of fungi colonisation on historic wall surfaces in Brazil. *Journal of Cultural Heritage*, 16: 934-938.

Fodde, E. (2006). Analytical methods for the conservation of the buddhist temple II of Krasnaya Rechka, Kyrgyzstan. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 8 (3): 136-153.

Fujii, Y.; Fodde, E.; Watanabe, K.; Murakami, K. (2009). Digital photogrammetry for the documentation of structural damage in earthen archaeological sites: The case of Ajina Tepa, Tajikistan. *Engineering Geology*, 105 (1-2): 124-133.

García, R.; Rosato, V. G. (2011). Organismos hallados en muros de mampostería de ladrillos. 2º Congreso Iberoamericano y X Jornadas Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio. Disponible en: http://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2011/12/2011_Organismos-Hallados-en-Mamposteria-de-Ladrillos_2%C2%BACOIBRECOPA.pdf

Hawksworth, D. I.; Hill, D. J. (1984). The lichen forming fungi. Glasgow and London: Blackie.

Jones, D.; Wilson, M. J. (1985). Chemical activity of lichens on mineral surfaces. A review. *International Biodeterioration Bulletin*, 21 (2): 99-104.

Michelette, E. R. F.; Camargo, J. M. F. (2000) Bee-plant community in a xeric ecosystem in Argentina. *Revista Brasileira de Zoologia* 17 (3), 651–665. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v17n3/v17n3a11.pdf>

Morales Gamarra, R. (2007). Arquitectura prehispánica de tierra: conservación y uso social en las Huacas de Moche, Perú. *Apuntes* 20 (2): 256-277.

Morales Gamarra, R. (2014). Arqueoconservación de superficies arquitectónicas de tierra: deslindes teóricos, metodología y resultados. En: Denise Pozzi-Escot (comp.): PACHACAMAC: Conservación en arquitectura de tierra. Proyecto QhapaqÑan, Ministerio de Cultura, Lima.

OBIO (2012). Observatorio Nacional de Biodiversidad. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Disponible en <http://obio.ambiente.gob.ar/>. Acceso en 1/7/2016.

Pozzi-Escot, D. (2014) Pachacamac: Conservación en arquitectura de tierra. Proyecto QhapaqÑan, Ministerio de Cultura, Lima.

Roig-Juñent, S.; Flores, G.; Claver, S.; Debandi, G.; Marvaldi, A. (2001). Monte Desert (Argentina): insect biodiversity and natural areas. *Journal of Arid Environments*, 47:77-94.

Rolón, G; Cilla G (2012) Adobe wall biodeterioration by the *Centris muralis* Burmeister bee (Insecta: Hymenoptera: Apidae) In a valuable colonial site, the Capayán ruins (La Rioja, Argentina). *International Biodeterioration & Biodegradation* 66, 33–38.

Rosato, V. G.; García, R.A. (2014). Clave de líquenes creciendo sobre cemento y hormigón en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Glalia* 6 (1): 1–14.

Scutari, N. C. (1992), Estudios sobre *Pyxinaceae foliosas* (Lecanorales, Ascomycotina) de la Argentina IV: Clave de los géneros y las especies de la Provincia de Buenos Aires. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 28 (1-2): 169-173.

Thorsten Lumbsch, H.; Guderley, R.; Elix J.A. (1996). Revision of some species in *Lecanora* sensu strict with a dark hypo thecium (Lecanorales, Ascomycotina). *The Bryologist*, 99 (3): 269-291.

Van Balen, K. (1990). Méthodologie de la conservation et de la restauration des monuments en terre. En: Grimstad, K. (Ed.) 6th International Conference on the Conservation of Earthen Architecture: Adobe 90 Reprints. 182-187. Las Cruces, New Mexico, Estados Unidos. The Getty Conservation Institute.

AUTORES

Guillermo Rolón, doctor por la Universidad de Buenos Aires con especialidad en arqueología, maestro en restauración y gestión integral del patrimonio construido, arquitecto, investigador Adscripto del CRIATiC e investigador Adjunto del CONICET; miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA. CV completo en <http://lattes.cnpq.br/7173672607554572>.

Andrea Cavicchioli, doctor por la Universidad de São Paulo con especialidad en química analítica, es docente y investigador de la misma institución. Su principal línea de investigación es el estudio de estrategias de diagnóstico e conservación del patrimonio cultural y natural. CV completo en <http://lattes.cnpq.br/2583862022834436>.

Alejandra Fazio, doctora en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires, su línea de investigación es en micología y liquenología. Realizó un posdoctorado en la Universidad de San Pablo con beca FAPESP titulada: “Efeitos químicos da biodegradação de substratos minerais de bens culturais, Pinturas rupestres e edificações” entre 1/08/2012 – 31/07/2015.

Gabriela Cilla, doctora en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires, becaria postdoctoral en el marco de proyectos D-TEC (MinCyT) y docente de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. Su principal línea de investigación es el estudio de la biología de abejas silvestres con especial interés en nidificación, forrajeo y uso de los recursos polínicos.

Mariana Romiti, licenciada por la Universidad de Buenos Aires en Ciencias Antropológicas con orientación en arqueología. Agente de conservación del Programa “Manejo de Recursos Culturales” de la Dirección Nacional de Conservación de Áreas Protegidas de la Administración de Parques Nacionales.

CASA “Uê”: NUEVA OBRA CONTEMPORANEA CON TIERRA EN UN ECOSISTEMA DE PÁRAMO EN COLOMBIA

Lucía Esperanza Garzón

Profesional independiente, Red Iberoamericana PROTERRA, bioarquitecturatierra@gmail.com

Palabras clave: arquitectura sostenible, BTC, tapia pisada artística, bóvedas sin formaleta

Resumen

El propósito al presentar la Casa “Uê” es difundir técnicas no convencionales y visibilizar el potencial técnico, ambiental, estético de la arquitectura contemporánea con tierra en zonas húmedas. La obra se construye durante el año 2016, en la zona andina colombiana, en un ecosistema de páramo, dentro de la denominada “ruta del agua” por el plan gubernamental de ecoturismo andino; y es allí donde se emplaza la obra como un laboratorio vivo de arquitectura contemporánea en áreas de alta pluviosidad/ Por ello se proyectó con un diseño orgánico, implementando varias técnicas con tierra en una vivienda unifamiliar. La cubierta se proyectó con la técnica artesanal de bóvedas con ladrillo recargado, de tradición mexicana, con un diseño que explora a través de un gran volumen, la integración de los niveles interiores y exalta las paredes con técnicas de BTC y tapia pisada, por las propiedades térmicas y acústicas. La casa está proyectada con otros elementos sostenibles al reciclar ventanas de uso industrial (neveras de enfriamiento de refrescos), uso de la cal, energías alternativas, separación de las aguas residuales, e integración del paisaje, al mimetizarse en el lugar con un bajo impacto ambiental.

1 ANTECEDENTES

Casa “Uê”, vocablo de la lengua muisca¹ que traduce “hogar”, es un proyecto demostrativo cuyo proposito es brindar un cobijo confortable en un piso térmico andino, de clima frio e de alta pluviosidad, ofreciendo un producto arquitectónico competitivo y de especial belleza al aplicar y difundir técnicas con parametros sostenibles y bioclimáticos.

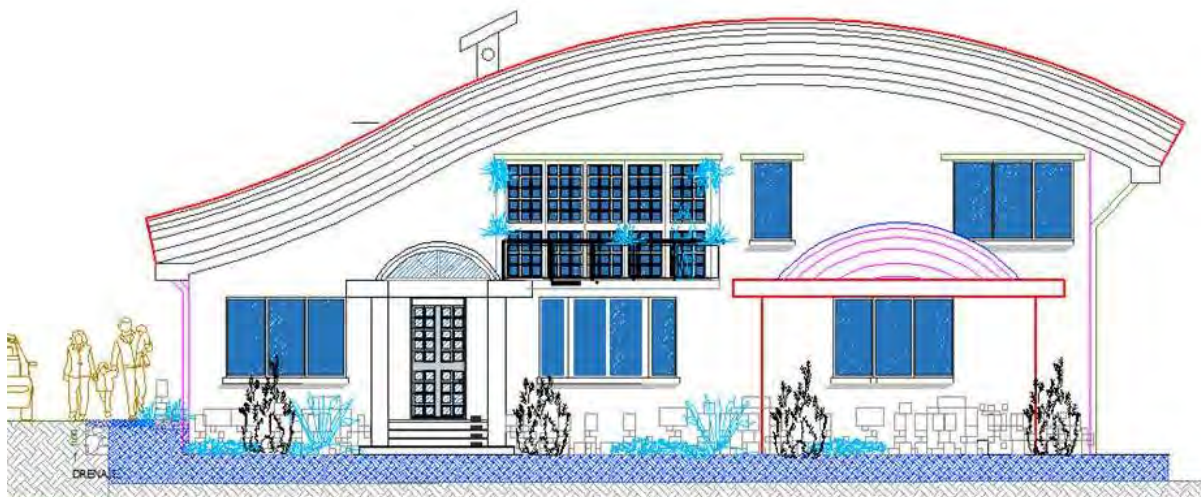


Figura 1 – Fachada del proyecto arquitectonico con las bovedas y cúpulas orgánicas

Desde su inicio se proyectó el uso de la tierra e la integración de algunas técnicas como el BTC, la tapia pisada artística, los pañetes con tierra estabilizada con cal, las cubiertas

¹ Pueblo indígena que ha habitado el altiplano cundiboyacense y el sur del departamento de Santander, en Colombia, desde aproximadamente el siglo VI a.C. hasta la actualidad

orgánicas con bóvedas de ladrillo recargado, todo con el fin de disminuir los costos energéticos, evaluar procedimientos y aprender de los retos que surgen en estos diseños y, durante la construcción, realizar capacitación con la cualificación de la mano de obra.

Ubicación

El proyecto está emplazado en la Vereda Monquentiva, área montañosa en Guatavita, coordenadas 4°56'04"N 73°50'04"O, a una distancia de 32 km del casco urbano de Guatavita, y a 57 km de la capital, en la sabana de Bogotá, zona andina, altitud 2660 m.s.n.m. promedio de temperatura de 12°C y 93% de humedad. Precipitaciones anuales hasta de 3.500 mm, siendo una de las más altas del país.

Guatavita es el nombre de una laguna importante que está en la memoria colectiva y desde la época precolombina ha sido un importante lugar turístico (Cundinamarca/Colombia). Guatavita significa, en lengua muisca, "fin de la labranza" o "punto de la sierra".

La casa "Uê" está localizada en un área rural, con las condiciones de un ecosistema de páramo, dentro de un pequeño valle entre las montañas de niebla, donde convergen dos ríos y los suelos son pantanosos con humedad muy alta. En la región habitan 25 familias ganaderas que son miembros de una cooperativa lechera; el reto de la casa "Uê" es más que técnico y científico, por cumplir con nuevos paradigmas de desarrollo.

En estas condiciones, la premisa central para la obra es la economía, la salud y el confort térmico, por ello el diseño priorizó crear ambientes naturales que regulen la temperatura, la humedad y se integren de forma holística con lo social y con elementos de la arquitectura eco-sostenible.

2 CRITERIOS DE DISEÑO

Esta obra representa una posibilidad técnica y profesional atractiva, al competir en el mercado local con obras de materiales no convencionales y conjugar con la normativa actual.

El área de 198 m² está distribuida en el área social, cocina, lavandería bar, tres habitaciones, dos baños, estar integrado al salón en doble altura, garaje y todo el paisajismo exterior. Está proyectada en dos pisos, de acuerdo al interés de la vista y ajustada a la norma sísmo resistente NSR10 (2010). A la casa se le instaló un sistema de calefacción de losa radiante, con bajo consumo energético, material importado y que pretende mejorar las condiciones térmicas. Todo el sistema de iluminación es tipo LED.

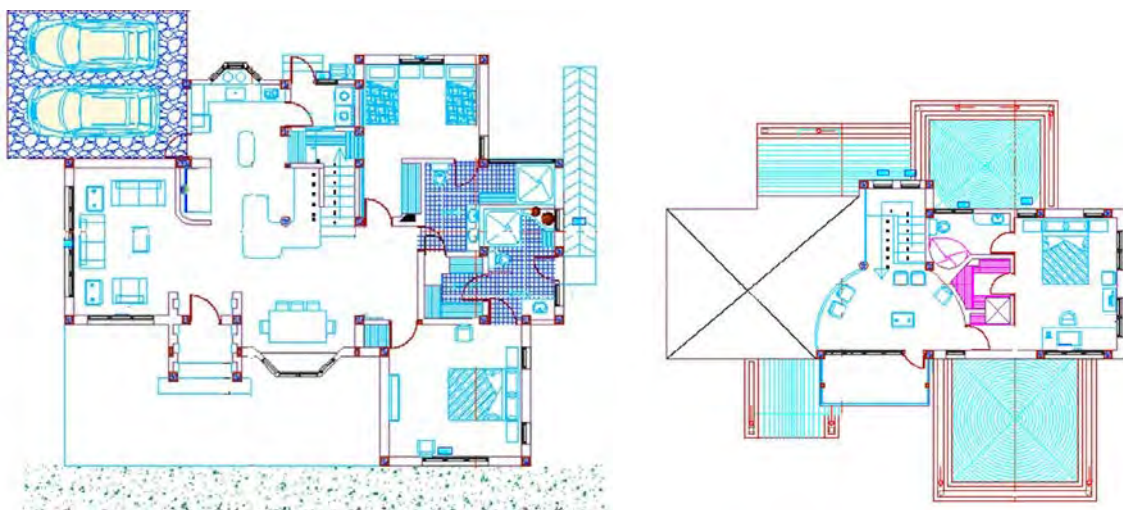


Figura 2 – Planta arquitectónica Casa UE / primero y segundo piso

El proyecto demuestra fortalezas y debilidades de los sistemas constructivos alternativos con la aplicación de técnicas constructivas con tierra, y espera incluir aspectos socio-

culturales, entre ellos los temas psicológicos que permitan dimensionar las limitaciones y dificultades en la aceptación social de este tipo de proyectos. El proyecto propone sistematizar tópicos culturales, técnicos, económicos, y ambientales.

La obra se inició en enero y debe estar concluida en diciembre de 2016; se programó en 11 meses con un seguimiento sistematizado y permanente durante el proceso constructivo.

Mes a mes se realiza el registro y avances en diversos aspectos, todo con la finalidad de evaluar el impacto ambiental, identificar las fortalezas y debilidades en los procesos, evaluar los rendimientos de mano de obra, analizar el sistema constructivo fusionado del BTC (NTC 5324, 2004) con el sistema convencional de concreto aportado con cubiertas auto-portantes.

2.1. Aspectos culturales

Los propietarios y futuros usuarios del espacio, conscientes de la importancia de hacer una obra de construcción sostenible, desde un comienzo buscaron la tierra como material por sus propiedades. Este es el proyecto de una segunda casa de una familia pequeña, conformada por una persona de la tercera edad y dos hijos, que eventualmente la visitan con sus dos nietos. Aunque el uso de la vivienda es de forma esporádica, la calidad térmica fue un requisito de prioritaria exigencia.

Como el proyecto está emplazado en el área rural, no ofrece mano de obra calificada y, al estar retirada de la ciudad, se obligó a conformar un equipo mixto de gente local con obreros calificados de la capital y consolidar un campamento permanente para los trabajadores por el emplazamiento de la obra.

Para adquirir los insumos, la ciudad más cercana está a 35 km, se incrementó el transporte. Aunque se tuvo una programación rigurosa y se planificó el trabajo -el tipo de suelo, las condiciones ambientales por la actividad de cimentación- con las distancias, se incrementaron la inversión y se subió el presupuesto.

El propietario y la arquitecta como componente prioritario consideraron la capacitación permanente con la comunidad local, y dentro de marco formativo en julio de 2016, se programó un taller técnico teórico práctico (16 horas) dentro del marco de transferencia tecnológica sobre construcción con tierra que promueve la red PROTERRA.

La cultura local es muy específica, ya que está compuesta por campesinos que se dedican a las labores ganaderas. Los residentes en la zona fueron contratados en tareas relacionadas a la producción de insumos con tierra como fueron la elaboración de los 12.000 bloques de tierra comprimida y, para ellos, se hizo previamente una capacitación e inducción práctica, que dinamizó e incrementó la economía local. Sin embargo, para las actividades de albañilería y otras tareas más exigentes, por la baja calidad en la mano de obra, fue necesario importar personal calificado de la ciudad de Bogotá.

Al haber involucrado a la comunidad en el proceso constructivo, se deseó a futuro que, entre los obreros y vecinos, haya un efecto multiplicador en la producción de otras viviendas campesinas con tierra, donde consideren el recurso local y recuperen la memoria ancestral, para aportar al mejoramiento del hábitat y de paso a la sostenibilidad.

2.2. Aspectos técnicos

Anteriormente, en 2011, fue construida la Casa “Supitina”², proyecto de la misma autora, en el páramo de el Tablazo en la sabana de Bogotá. Esta obra, también innovadora, realizada con parámetros similares, inspiró a diseñar y construir la Casa “Uê”, que integra materialidad y premisas ambientales.

El equipo técnico estuvo conformado por cuatro obreros locales, dirigidos por seis personas más calificadas que tenían mayor experiencia, por haber participado en otras obras. El

² <https://www.youtube.com/watch?v=LWYSfOMy3Fo>

equipo monitorearon la producción las técnicas con tierra y controlaron la calidad de la producción de los bloques realizados con la maquina Cinva ram.

Los obreros del equipo que ya había participado de la otra obra evidenciaran un mayor rendimiento y calidad en los procesos; al haber superar los prejuicios, conocer ya las técnicas, y así se avanzó de forma ágil y segura en la realización de varias labores técnicas, con resultados de calidad que fueron una capitalización de la experiencia.

La tierra fue extraída del mismo terreno, al construir un lago. La excavación fue realizada con dos fines: que sirviera el material para usarlo para la producción de tapia y e de bloques de tierra comprimida (BTC), y que sirviera como un reservorio de agua y pasar a ser un elemento para el paisajismo.



Figura 3 – Producción de BTC in situ con dos máquinas Cinva Ram

Para el uso del suelo local, de dos colores, gris y crema, por ser del tipo limo arcilloso, fue necesario estabilizarlo con arena y con el cementante de la cal, que resultó más resistente mecánicamente, además de ofrecer mayor protección a la humedad.

Así mismo se realizó la tapia pisada, con cal y arena como estabilizantes y para otros colores para la tapia artística, se recolectaron suelos cercanos, extraídos de las vías circundantes.

La tapia estabilizada de 16 m² con un volumen de aproximadamente 4 m³ fue hecha en tres jornadas de 8 horas, con un total de 24 horas, por un equipo de cinco personas, dos pisadores y tres ayudantes que mezclaron y cargaron tierra.

La tapia está confinada entre dos columnas de concreto y amarrada con alambre de púa galvanizado (tipo cerco), colocado cada metro aproximadamente, con el fin de absorber la movimientos telúricos.

La pared de tapia embebida entre las columnas solo carga la estructura superior con una viga que sostiene los patines y apoyo para la cubierta abovedada. Todo va sobre una cimentación reforzada, calculada y reforzada sobre la placa con zapatas y viga de concreto.

El uso de la cal como cementante es un aporte técnico, un recurso primordial dentro de estas obras sostenibles al considerar la disminución en el uso de cemento comercial.

En Colombia no hay industria de cal para revestimientos y morteros. Su manejo en obra es un poco complejo. Apenas están emergiendo empresas con productos para la construcción, mientras tanto, en las obras, actualmente, la hidratación del carbonato de calcio debe lograrse de forma artesanal y para conseguir una buena calidad del hidróxido de calcio, se requieren procedimientos minuciosos desde hacer el pozo, mantener humectado, homogenizar el material para obtener resultados de calidad, texturas, proporciones y nuevos acabados, la calidad depende del conocimiento, procedimientos, selección, apagado e hidratación..



Figura 4. Tapia pisada artística de 3,50 m x 4 m

La cal usada en el exterior con 93% de pureza ofrece una excelente impermeabilización para los revestimientos y los resultados, una vez puesto en obra, son inigualables, ya que va endureciéndose o carbonatándose poco a poco, brinda resistencia mecánica, y resiste a la alta pluviosidad y humedad relativa, ofreciendo perfecta estanqueidad en las juntas con ausencia de retracción y calidad en el tiempo. El uso en los “pañetes” de todas las paredes exteriores garantiza durabilidad e higiene, es incombustible, evita hongos y aporta a la aislación térmica y acústica.

Por estar en una zona con altas precipitaciones (aproximadamente nueve meses del año) y alta humedad relativa, con un alto nivel freático y suelos de limos orgánicos, esponjosos, permeables e inestables, el proyecto exigió algunas recomendaciones técnicas que partieron con el diseño arquitectónico y después se tomaron medidas en el proceso de construcción, entre ellas:

- a) se instaló al iniciar la obra, una cubierta temporal plástica (tipo invernadero); los meses de lluvias son entre abril y noviembre y paradójicamente, ha sido el periodo durante el que se está realizando la construcción de la obra
- b) para evitar la escorrentía por el alto nivel freático, se construyó un canal de drenaje, un filtro de aproximadamente dos metros de profundidad en el perímetro posterior de la casa; y todo el tiempo se ha presentado escorrentía a nivel superficial del suelo.
- c) se diseñó la vivienda con una contra placa a 80 cm sobre el terreno existente, subiendo el nivel del primer piso para evitar la humedad en los pisos de la casa y se revistió todo el exterior con revocos de cal y arena, dejando a la vista el BTC en el interior para así apreciar la esencia de la tierra.

Otro aspecto interesante, desde lo técnico y sostenible, es el uso de materiales reciclados: las ventanas son de doble vidrio, provenientes de las neveras comerciales de bebidas gaseosas, las cuales, fueron conseguidas con recicladores en otra ciudad y adquiridas con el fin de mejorar la pérdida de calor en el espacio interior. Este producto de ventanas nuevas de doble vidrio y sellada en el contexto del mercado de construcción en Colombia es poco usado y es un producto sofisticado y de alto valor.



Figura 5 – Sensación espacial de la obra, vista interior desde la sala al estar.

2.3. Aspectos económicos

El proyecto está dentro de un estrato alto por ser la segunda casa del propietario.

Este proyecto tendrá baja frecuencia de uso, a pesar de presentar una inversión considerable. En orden de inversión, los factores de mayor incidencia fueron las actividades de cimentación y de estructura: con un 41% -la mampostería, carpintería y ventanas, revestimientos y acabados comprendió un 23%, cubierta 12%, el 8% las instalaciones-; 11% los aparatos sanitarios y circuitos eléctricos, incluyendo el sistema de calefacción; y, en tercer lugar, los pisos con 5%.

Los mayores costos responden a varios factores externos a los de la arquitectura con tierra, uno de ellos es la estructura en concreto armado (cimientos, placas, columnas y vigas) por exigencia de la norma colombiana de sismo resistencia. Por el tipo de suelo limoso que, con la humedad, se torna plástico y deformable, y que modifican la consistencia según el grado de humedad, se obligó a profundizar a 1,80 metros las zapatas y cimentación.

El costo promedio fue de 1.000 USD por m² con acabados de alta calidad.

El valor de la mano de obra fue relativamente estable con relación al mercado de la construcción convencional, siendo una obra muy artesanal, tanto en las- actividades de la envoltura – paredes- como en la cubierta.

La incidencia de la mano de obra fue del 42 % del total de la inversión y 58% en materiales, de los cuales, el 18 % de los insumos fueron materiales locales, donde se incluye la tierra de los BTC y, a menos de 200 km, se llevó el insumo de 5 toneladas de cal viva (desde Nobsa /Boyacá), así como los ladrillos para la cobertura -tipo adoquín, llegaron desde la Caro.

2.4. Aspectos ambientales

Una variable importante para el proyecto fue disminuir el impacto ambiental de la casa; el cliente y propietario que eligió la arquitecta, por contacto de internet (medio virtual) pre

seleccionó previamente otros profesionales cuyo énfasis fuese el tema ecológico en la construcción.

1. Un criterio para el proyecto fue la amigabilidad con el entorno y la interacción con el paisaje, por ello las formas orgánicas y el uso de materiales obtenidos de procesos de producción sostenibles y locales. El paisaje se integra al proyecto en lo formal se armoniza con los materiales y cumple con criterios ecológicos y sostenibles.

El uso de la tierra puede garantizar una larga vida útil y en especial el ambiente acogedor, saludable y armonioso con el entorno brindando eficiencia y calidad.

2. Se diseñó la vivienda pensando en la conservación, ahorro y reutilización del agua. Comenzó el proyecto con la recolección de agua lluvia para alimentar el lago que se re-usara para las necesidades de la vivienda y con el excedente, el fluido se integra al paisaje.

Se separan las aguas grises y negras para realizar un tratamiento de los residuos líquidos también y todas las aguas residuales se reciclan.

Para las aguas negras se instaló un sistema comercial y certificado con tanque séptico de filtro anaeróbico y aeróbico, que procesa los residuos y después de procesarlos, son enviados a un humedal artificial, sin causar contaminación en el suelo ni en las aguas subterráneas.



Figura 6. Carpa temporal en la obra de paramo /arquitectura para zonas húmedas en Colombia.

3. El diseño y construcción plantea el uso eficiente y racional de la energía, para ello se localizó las fachadas más amplias hacia al oriente/ occidente, para recolectar la energía solar pasiva y por ello se aplicaron materiales y colores en el revestimiento de paredes y techos, que aporten al confort térmico interior y respondan al clima local como eje del proyecto.

La vivienda está proyectada y construida como un espacio de alta eficiencia, con las paredes dobles de BTC con muros en “estiva”, dejando un espacio de aire al interior que amortigüe la diferencia con el exterior y buscando una convección térmica lenta.

También el hecho de colocar una calefacción eléctrica entre las losas de concreto, e instalar una chimenea eficiente y de bajo impacto, optimizarán el confort térmico.

Se instalaron paneles solares para calentamiento del agua y la producción de energía limpia como parte de la iluminación con algunas fuentes renovables de energía

4. En la gestión del ciclo de vida de los materiales y de la obra, al concluir la construcción se realizará un análisis pormenorizado con indicadores sobre costo energético y evaluar los resultados, incluyendo los riesgos a corto y largo plazo al aplicar técnicas de muestreo.
5. Se enfocó la construcción hacia la calidad del ambiente saludable, no tóxico, tanto para el entorno como para sus usuarios, como resultado de la elección de materiales y el uso restringido de productos industrializados que no cuenten con los certificados e investigaciones sobre el tema.

La coherencia entre la proyectista y el propietario en relación a este tema de eco sostenibilidad permitió fluir con un resultado de una obra donde las adquisiciones se realizaron de forma concertada, y con el conocimiento de buscar materiales que no impactasen, ni en su producción, ni en la calidad de los elementos: aire, agua, suelo o tierra.

De la “cuna a la sepultura” esta obra fue racionalmente construida.

3. CONSIDERACIONES FINALES

El proyecto Casa “Uê” hace parte de un proceso de desarrollo profesional que ofrece resultados técnicos y estéticos, que puede demostrar cualidades exclusivas de la tierra como material; en esta se fusionan conceptos económicos y ecológicos para dar como resultado una obra arquitectónica, concebida espacialmente en m³, con unas proporciones y espacios acogedores y generosos.

La tierra, como material, demostró que puede ser usada en áreas húmedas con un diseño previamente planeado, que responde eficientemente a las condiciones ambientales locales.

Amalgamar materiales como la cal y la tierra para la arquitectura ecológica, debe ser un tema preferente de investigación y seguimiento por la compatibilidad, al permitir regular la humedad y evitar enfermedades para sus habitantes.

El tiempo y el uso de la vivienda serán los encargados de demostrar las hipótesis con las cuales se realizó la obra, hacer un seguimiento post ocupación de la calidad y de las patologías son objetivos posteriores, tareas que se inician a partir del momento que se haga entrega final de la casa, al finalizar el año.

Para lograr niveles de calidad en este tipo de proyectos es necesario mantener la administración directa con estas obras. Se requiere que sean dirigidas por equipos profesionales y de obreros que “dialoguen con la tierra”; que tengan experiencias previas con estos materiales y especialmente que conozcan estas propuestas; que estén libres de prejuicios, ya que se generen resistencias cuando se ignora sus posibilidades; y, por ser trabajos innovadores y no convencionales, aunque son materiales tradicionales, se necesita una apertura mental.

Trabajar y capacitar los equipos técnicos, permite sistematizar procesos, disminuir plazos y obtener resultados eficientes, creando un efecto multiplicador con menos costos de inversión que posicionan a la arquitectura con tierra y garantizan un producto de calidad.

Obras sostenibles de este tipo generan en las comunidades y vecinos expectativas que obligan a que sean eficientes en todos los aspectos y cambian paradigmas.

Los costos de las cubiertas con esta técnica mexicana comprobaron que disminuyen la inversión en un 30% con análisis comparativos con otras alternativas; pero en especial, el aporte está en el concepto espacial y arquitectónico por la percepción. Estos proyectos exigen, al proyectista, realizar un diseño que parte de la cubierta y descende hacia la planta, pensando en la tridimensionalidad o volumetría.

Hablar de arquitectura sostenible y ecológica implica evaluar muchos más aspectos que los materiales, o la energía, ya que el componente humano en la arquitectura con tierra es pilar de un producto eficiente, evidencia que se presenta en este proyecto

Una vivienda que sea proyectada holísticamente causa menos impacto ambiental que los sistemas constructivos convencionales, y merece realizarse el análisis del ciclo de vida post ocupación. Proyectar y construir estas obras son actos éticos que propician la transformación de la realidad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010). NRS-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda e Desarrollo Territorial. Disponible en: <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/9titulo-i-nsr-100.pdf>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2004). NTC5324 – Bloques de suelo cemento para muros y divisiones. Definiciones. Especificaciones, Métodos de ensayo. Condiciones de entrega. Bogotá, Colombia: INCONTEC

AUTOR

Lucía E Garzón, Arquitecta con 25 años de experiencia en diseño, construcción, investigación y formación de arquitectura sostenible con materiales naturales, tierra, guadua, madera y otros. Miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA y ex participante del consejo consultivo; Realiza transferencia tecnológica a través de diplomados y talleres en diversos países. Conferencista, transferidora tecnológica y pedagoga en varios países.



TIERRA Y AGUA, SELVA Y CIUDAD

Silvio Rios Cabrera¹, Emma Gill Nessi²

¹Red Iberoamericana PROTERRA, Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte, habitat.srios@gmail.com

²CEDES/hábitat y Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte, emmgill3@gmail.com

Palabras clave: Tierra, selva, agua, estrategias constructivas, adecuación tecnológica.

Resumen

La intención de este artículo es caracterizar las condiciones que resultan cuando copiosas precipitaciones o inundaciones forman parte de los riesgos a los que se ve sometida la arquitectura de tierra. Esas circunstancias hicieron que las construcciones surgidas en sitios donde confluían por lo general la selva y el agua y desde allí se proyectaban al área urbana y a los edificios, desarrollasen distintas estrategias de protección y técnicas que han asegurado la permanencia de un gran número de ejemplos en condiciones adecuadas de uso, recurriendo para ello a los materiales que el medio proveía, entre ellos la tierra. Considerando que la arquitectura es un reflejo de la cultura del ser humano que habita un sitio, la misma va acompañando procesos de cambio, que a lo largo de cinco siglos han transformado la sociedad paraguaya de una cultura aborigen solidaria a otra donde se ha priorizado lo individual. Adecuar las técnicas a las cambiantes exigencias muestra las potencialidades de las técnicas de tierra, que admiten distintas formas de protección, incluso en el caso de fachadas que han quedado sin ningún tipo de protección física complementaria. La búsqueda de lo moderno y la promesa del material cerámico de ser resistente a cualquier condición climática marcaron el cambio de material y la adopción de muros portantes para esa cultura en proceso de cambio. Estudios reiniciados en la década de los 80 apuntaron ya al uso de material estabilizado, sin olvidar lecciones del pasado e incorporando cierta innovación.

TIERRA Y AGUA, SELVA Y CIUDAD

Tierra y agua son elementos que se asocian para determinados procesos, por lo general necesarios para utilizar la tierra como material de construcción. Lo particular de esta asociación es la búsqueda de que una vez que se ha dado forma al material, al que se lo conoce como tierra cruda, hay que evitar a toda costa que ambos se vuelvan a encontrar para evitar que el ciclo iniciado se deshaga.

El tema de este encuentro pone el acento en relaciones conocidas y existentes entre la selva y el agua, las que parecieran estar en amplio desacuerdo con los parámetros que rigen el uso de las técnicas de construcción con tierra y sin embargo al realizar un análisis pormenorizado, es posible encontrar una variada gama de edificios cuya arquitectura en tierra se puede asumir, surgió al amparo de la selva.

La arquitectura que nace en la selva¹, conoce acerca de los riesgos relacionados al uso de materiales naturales y la presencia del agua en cantidad y acompañada de otros fenómenos, por lo que se sirve de distintas estrategias para proteger las obras y los materiales que ella aporta y se aplica al desarrollo de arquitectura y ciudades que llevan el sello del ambiente en que se han desenvuelto.

La ciudad de Asunción, probablemente una de las más antiguas de la región de la selva en Sudamérica, tiene un muestrario de edificios de distintas épocas que marcan aún la masiva presencia de la tierra como material de construcción y que se encuentran en muy buenas

¹ Selva entendida en un contexto de exuberante vegetación, en un clima sub-tropical con la correspondiente diversidad de fauna que, por muchos siglos permitió el desarrollo de pueblos y ciudades que fueron dando forma a lo que hoy se conoce como el Paraguay.

condiciones a pesar de los rigores de un clima que permite lluvias de 100 a 200 mm en plazos relativamente breves.

El 2015 fue un año de lluvias excepcionales y ha tomado de sorpresa a muchos pobladores ribereños, quienes habían olvidado² el impacto de las inundaciones de los ríos Paraguay y Paraná, entre otros. Los registros pluviométricos muestran, como media en 20 años, precipitaciones pico del orden de 130 a 176 milímetros de agua por mes, mientras que, durante el año 2015, se observan en tres casos valores de 277, 312 y 383 milímetros de agua por mes. Las mismas han afectado a más de un edificio construido en tierra por los niveles de inundación alcanzados. En el Paraguay, incluso lo “normal” a nivel de precipitaciones basta para generar problemas, si no se toman las precauciones. En un día de lluvia, por lo general las personas no se mueven de sus casas.

EL DISEÑO Y LA ARQUITECTURA DE LA SELVA. TECNOLOGÍAS DESARROLLADAS CONFORME LOS MATERIALES

La forma tradicional de construcción con tierra se basaba en iniciar las obras con la construcción del techo, lo que era la aplicación de una costumbre guaraní. De esta manera, se creaban las condiciones de preparación, en sitio protegido, para los adobes u otras formas de construcción con tierra.

El rancho relevado por Azara (1904)³ tiene de particular su “alero continuo”, que, entre otras posibilidades, cumplía la función de dar protección al revoque de tierra del estaqueo que rodeaba la vivienda. En el caso de dichos “ranchos”, la tecnología utilizada para las paredes era de “palo a pique”, que era una suerte de empalizada que recurre a troncos para cercar un lugar, en ese caso dos dormitorios, los cuales luego son terminados como técnica mixta, es decir, con revoque de tierra. Esta técnica es propia del centro del país, en la región donde se iniciaron los primeros poblados de la época de la colonia, llamados “tavas”. La técnica evoluciona luego recurriendo a elementos de maderas de menores secciones y se la conoce hoy como “estaqueo”. La región de referencia podría ser descrita como aquella que se ubica entre las ciudades de Asunción y Villarrica al este y el río Tebicuary al sur. En la ciudad de Pilar se ha relevado una vivienda, probablemente de la misma época de aquellas antes citadas y con las mismas características (Ríos, Gill, 2003).



Figura 1: Viviendas de “paraguayos” relevadas por Azara en 1780 (Azara, 1904)



Figura 2: Galerías en el frente de las viviendas en Yataity, 1987

² Registros de crecidas extraordinarias de los ríos Paraguay y Paraná –los más importantes del país –con niveles excepcionales acontecieron en el año 1983, luego en 1992 y desde entonces hasta los años 2015 y 2016, dichos ríos no habían alcanzado registros similares.

³ La fecha del relevamiento es cercana a 1780, la reedición del libro es de 1904

Además de los aleros, otra forma de protección de un edificio es la “galería”, la cual resguarda a usuarios y a las partes afectables del mismo contra la intemperie. Dicha galería que formó parte de muchos ejemplos de arquitectura colonial, permite aún hoy observar una serie de variantes que se han incorporado como parte de los programas arquitectónicos. Generalmente son las fachadas frontales las que recurren a la galería como forma de protección para sus muros de tierra.

Asimismo es usual encontrar casos, donde al no poderse incorporar una protección a las fachadas laterales, como es el caso de las medianeras, las mismas eran construidas con otros materiales, como ser piedras, ladrillos o el “muro cascara” que es descrito mas adelante.

La figura 3 muestra un techo sobre horcones (columnas) de madera, el que era construido al principio de la obra, para luego realizar las terminaciones, en este caso los muros que se elevan bajo la protección del techo, como simple cerramiento a pesar de sus espesores que variaban de 60 a 80 centímetros (Ríos, González, Gill, 2009).



Figura 3: Imagen hipotética de la construcción de las casas “nuevas” del área de las misiones (graficación Elena Vásquez)

En zonas inundables, las técnicas mixtas fueron una buena respuesta para los edificios de tierra, lo que fue el caso del Cabildo de la ciudad de Pilar. Este último es un buen ejemplo de edificio de dos plantas con esta tecnología. En casos de inundación cae el revoque, pero el edificio con su techo y otras partes se mantiene, dado que tanto su estructura como los soportes de terminaciones de paredes son un sistema de columnas y vigas, así como los entramados también de madera que conforman la urdimbre estructural, a lo que se suman listones horizontales para el soporte de los revoques.



Figura 4: Desplome de muros de adobe en Pilar (Diario Ultima Hora, 2014)

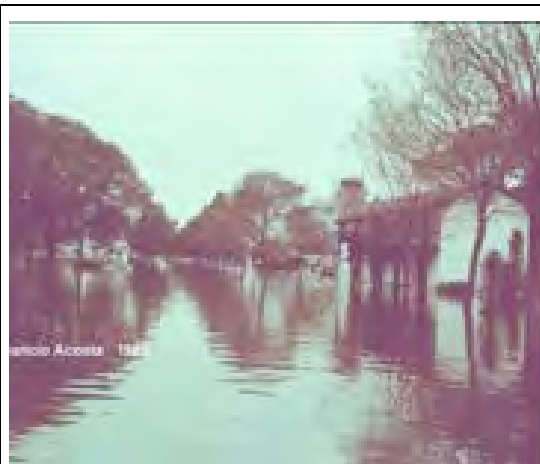


Figura 5: El Cabildo de Pilar como edificio de estaqueo (Diario Ultima Hora, 2014)

La vivienda de adobe en cambio perdió dos habitaciones en la misma inundación, como consecuencia del agua que reblandeció los adobes a nivel de su base, con lo que colapsaron los muros.

Las fotos del Diario Ultima Hora muestran imágenes de la ciudad de Pilar inundada en 1983. En una foto antigua se observa de que forma están estructurados los muros del Cabildo y en la siguiente el mismo edificio una vez que ha sido restaurado luego de la inundación.

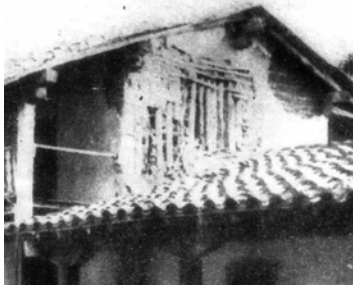


Figura 6: El estaqueo a la vista
(Gutiérrez, 2010)



Figura 7: Cabildo de Pilar ya restaurado, 2008

ARQUITECTURA DE LA SELVA A LA CIUDAD

El análisis de las formas de construcción muestra un recorrido y evolución desde las aldeas de la selva a los pueblos de indios y las ciudades que surgen durante la etapa colonial y el período inicial independiente. Tomando como ejemplo el caso del centro histórico de Asunción, se observa al analizar construcciones de principios y mediados del siglo XIX un alto predominio de las construcciones en tierra, las que fueron evolucionando conforme fueron cambiando las costumbres de la sociedad.

De aquellas formas ancestrales de uso de espacios colectivos, compartidos por toda la etnia, como aquel espacio único propio del área de asentamiento guaraní en las cuencas de los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay, por efecto de la colonia, se pasó a las viviendas individuales en tira con corredores compartidos como el nuevo espacio de uso comunitario, que parece apoyarse en una tradición madrileña (Santa Cruz, 2012). Las galerías se convirtieron asimismo en una buena respuesta a las condiciones del clima del país.

El siguiente paso condujo a formas mucho más individuales, con la fachada tapa, donde las galerías fueron sustituidas, por una fachada plana, con edificios de una sola agua, hacia un patio interior con galería. Así la vida social pasó a relacionarse con los patios privados de cada vivienda. La calle pasó a ser solo una vía de tránsito y encuentros casuales, pero ya no aquel sitio de relacionamiento (Gutiérrez, 2010, p.76)

Se pueden entonces reconocer tres etapas que marcan la transformación de una sociedad silvícola a otras formas de organización. En primer lugar aquella cuya supervivencia está ligada a su capacidad de organización como grupo para enfrentar diversos desafíos, entre los que se encuentra la construcción de la vivienda, conformando aldeas en algunos casos. La mayor expresión de aquella cultura de solidaridad y riesgos compartidos es el Oga Guasú, o casa grande, donde a través del espacio único compartido por múltiples familias en la cultura guaraní ancestral, como en otras de la cultura amazónica, se centra la vida social.

Una nueva etapa urbana, con los pueblos de las reducciones y las “tavas” muestran nuevas formas de relacionamiento de las familias, que comparten un nuevo espacio común volcado a la calle, que es la galería. La calle es el sitio de encuentro y contacto entre las familias.

El paso de la galería frontal al “corredor jeré”, o “corredor perimetral” marca un cambio más bien tecnológico, como forma de protección de los muros de tierra, a criterio de los autores.

El padre Antonio Sepp (2009, p.77) habla de las necesarias tareas de mantenimiento de las viviendas construidas con tierra, como una de las actividades que la nueva forma de vida agrega a los indígenas.

La tercera etapa es de la individualización de las familias, cuya vida social pasa ahora también al interior de las viviendas con la desaparición de la galería frontal a la fachada tapa.



Figura 8: Imágenes de casas “nuevas” de las misiones Guaraní (graficación Elena Vásquez)

MATERIALES NATURALES DE CONSTRUCCIÓN

Mientras que la comunidad Guaraní vivía en la “casa grande” u “Oga Guasú”, para actividades fuera del área del hábitat de uso diario, construían pequeñas cabañas que protegían al cazador o agricultor, allí donde realizaba su actividad prolongada fuera de la comunidad. Una vez solucionada la cubierta, por razones de tiempo es de presumir que, era más fácil construir una superficie de soporte de tipo estaqueo o entramado de madera, con las ramas abundantes en un medio selvático, para luego en la temporada fría, cubrir las hendidias con tierra. Como el Oga Guasú no utiliza tierra, las referencias que aparecen sobre el uso de la tierra por parte de los Guaraní presumiblemente tengan que ver con estas construcciones auxiliares, las que hoy se han convertido en el hábitat permanente de varios grupos de esta etnia.

Algunos estudios de caso permiten observar hasta que punto una construcción se relaciona al entorno, en ese momento en base a materiales disponibles:

La madera para horcones, en especial aquella que tiene horquetas, era un requerimiento, al que se agregaban otros para vigas y/o tirantes. En muchos casos ya se recurría solamente a la caña tipo *takuara* (bambú) o a la palma y a la *picanilla* (bambusea), como elemento de menor diámetro pero muy resistente como basamento para la cubierta final, si aquella era de tejas. Las palmas del tipo *karanday*, *mbokaya* o *pindó* aparecen como troncos rectos para tirantes, entre ellos el primero es el mas adecuado, pero no siempre se encuentra disponible. En la mayoría de los casos, la paja y otras hojas de plantas servían como cubierta vegetal. En los casos donde era necesario crear una superficie adecuada para ubicar tejas la tierra participaba en la solución del techo y agregaba adicionalmente aislación térmica y peso.

Para atar maderos y troncos era usual recurrir al *ysypó* (liana) la que no se cortaba e iba tomando uno a uno los tirantes para sujetarlos a las vigas. El *guembe* y *hu'yvara* son raíces aéreas utilizables para el atado y nudos en la construcción de viviendas. La última es una palmácea silvestre, con usos rituales en nudos para atar manojos de yerba mate. En áreas

urbanas, una vez preparada la superficie de los muros en base a una trama de madera, donde no se conseguía el *ysypó* (liana para atar) era usual recurrir a tientos de cuero, equivalentes al *alambre* en esa época. Finalmente se revocaba la estructura con la tierra, como terminación para los muros.

Vale la pena destacar que muchos cronistas hablan de muros tipo tapia en las viviendas construidas en las reducciones misioneras. Se puede tomar como ejemplo a San Ignacio Guasú, donde en la restauración se ha dejado parte de un muro al descubierto, pudiendo observarse que la tierra forma un cuerpo monolítico, confirmando la presencia de esa técnica que luego se perdió, probablemente, porque el techo construido en forma temprana obligaba a que a partir de cierta altura bajo el mismo se complete la obra con adobes.

LA FACHADA TAPA Y SUS FORMAS DE PROTECCIÓN

La fachada plana sobre la calle pasó a ser la imagen de la vivienda urbana a partir 1850. Observando demoliciones es evidente que esto fue un proceso que requirió su tiempo, por lo que las nuevas exigencias con los antiguos materiales que no podían resistir la intemperie obligó a desarrollar nuevas tecnologías. En el caso de la nueva fachada “tapa” protegida con un “muro cáscara”, este complemento de ladrillos cumple la función de formar cuerpo de manera solidaria con el muro de adobes, insertando un ladrillo cerámico a “soga” como parte de las hiladas en horizontal y otro superpuesto de canto y al exterior, de forma a impedir que el agua de lluvia pueda llegar a los adobes. Además era usual que este tipo de muro esté revocado, por lo que el ladrillo ayudaba a fijar el revoque de arena y cal.



Figura 9: Detalle constructivo de un muro cáscara para una fachada “tapa” (Ríos, González, Gill, 2009)

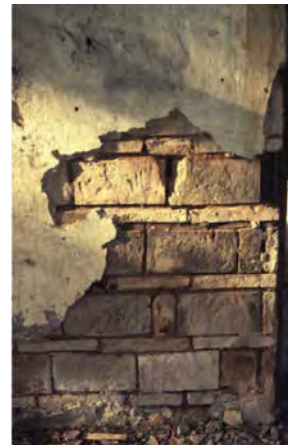


Figura 10: Vista de un “muro cáscara” revocado en parte y con el revoque caído (Ríos, González, Gill, 2009)

La aceptación de los ladrillos cerámicos probablemente requirió de esfuerzos monetarios, para cubrir la diferencia de costos con los adobes, pero al ser tales muros portantes y no requerir horcones de madera, los mismos terminaron convirtiéndose en las nuevas estructuras de soporte de los techos. Con ello se inició el cierre del ciclo del uso de la “tierra cruda” como material de construcción en áreas urbanas. La tierra quedó como material de uso lógico en el área rural, donde vivían aún hasta la década de los '80 del siglo pasado más del 50% de la población del país. En esa misma década se reinician estudios, experimentación y aplicación de tierra estabilizada, especialmente con cemento, como protección contra las condiciones severas que impone el clima del país, buscando reducir los riesgos de erosión y volver a utilizar la tierra, esta vez ya en muros portantes.

LA CASA VIOLA COMO EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN COLONIAL

Uno de los mejores ejemplos de la arquitectura que recurre a “*materiales de recolección de la selva*” trasladada a la ciudad es la casa “Viola” ubicada en la “Manzana de la ribera” en pleno centro de Asunción. Esta obra formó parte de la malla urbana de la Asunción colonial, antes de una reforma del trazado urbano emprendida por el Dr. Francia al inicio del periodo independiente del Paraguay. La misma ha quedado ubicada en forma sesgada a la calle que actualmente pasa por el frente y que responde al nuevo trazado de la ciudad.

Las paredes de la misma son de tierra, los horcones y vigas de maderas duras a la vista, la tirantería del techo es de palmas de tipo *karanday* y a nivel de basamento se observa la *picanilla* (bambucea), que usualmente recibe una capa de cerca de 10 cm de tierra para apoyo de las tejas. Este tipo de vivienda era propio de los grupos con mejor nivel de vida de aquella época, los que agregan objetos propios de la cultura del área rural, como el caso de las hamaqueras, en especial en los ambientes destinados a dormitorio. El uso de las mismas, la siesta en la hamaca en las horas de máxima temperatura, bajo un techo relativamente “fresco”, muros gruesos de tierra y con ventilación a través de aberturas con antepechos bajos y persianas que dejan pasar el viento pero no las vistas, forman parte de las costumbres propias del país.

LA TIERRA ESTABILIZADA COMO RESPUESTA CONTEMPORÁNEA

En la década de los años 80 se ponen a prueba desde la Universidad Católica los bloques de suelo-cemento o bloques de tierra comprimida (BTC) y así como se recurre al uso de revoques con aquel mismo material, con buenos resultados técnicos. Como en otros casos, el material enfrenta prejuicios de los potenciales usuarios, que temen el impacto del agua en la durabilidad de la obra, acostumbrados a la tierra cruda. Experiencias realizadas muestran que cuando es vencida la resistencia, no se encuentran objeciones luego del año de uso del material. Una nueva generación de arquitectos se encuentra trabajando con el material

CONCLUSIONES

Cuando uno vive en un medio dado, muchos objetos particulares forman parte del paisaje cotidiano y por lo tanto no llaman tanto la atención y no predisponen al sujeto a avanzar en la respuesta a preguntas sobre su origen y evolución. Así por lo general no se perciben o registran particularidades que ya en una observación con miras a documentar diferencias con otros ejemplos de arquitectura vernácula, si son observables. La arquitectura colonial el Paraguay ha tomado elementos técnicos de la construcción de los Guaraní en lo referente a los techos y luego ha realizado cambios para adecuarlos a la utilización de las tejas cerámicas. La tierra fue desde siempre un material posible, diferenciándose aquellas experiencias que surgen en el ámbito de las Misiones de aquellas que resultan de las áreas propiamente de desarrollo espontáneo en base a la fusión hispano-guaraní.

Esta revisión busca mostrar aspectos de la arquitectura paraguaya desarrollados a partir de técnicas y experiencias que surgen en la selva y otras que aportan los conquistadores y que ayudan a construir esos nuevos espacios urbanos y de arquitectura rural, apoyados por las circunstancias que surgen de la interacción de los Guaraní con los europeos y los religiosos, que emprenden conscientemente o no las tareas de transformación de una cultura ancestral para generar otra que hoy se conoce como del Paraguay o como de la región, que comparte muchos elementos de ambas culturas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azara, Félix de (1904). *Geografía física y esférica de las provincias del Paraguay y Misiones Guaraníes*. Montevideo: Biblioteca Nacional de Montevideo. Disponible en:

<https://books.google.com/books?id=WqEpAAAAYAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Diario Ultima Hora, 10 de Junio del 2014, 1983: *La gran inundación en imágenes*. Disponible en:

<<http://www.ultimahora.com/1983-la-gran-inundacion-imagenes...>>

Gutiérrez, Ramón (2010). *Historia de la arquitectura del Paraguay 1537 – 1911*. 2ª edición revisada y ampliada. Asunción: Ed. Ramón Gutiérrez y Municipalidad de Asunción (primera edición: Ediciones Comuneros, Asunción, 1983)

Ríos, Silvio; Gill Nessi, Emma (2003). *Uso histórico y actual de las técnicas mixtas de construcción con tierra en el Paraguay*. En: C. Neves, Técnicas mixtas de construcción con tierra. Salvador, Brasil: CYTED/HABYTED/PROTERRA

Ríos, Silvio; González, Gloria; Gill, Emma (2009). *Arquitectura + patrimonio en tierra del Paraguay*. *Serie Cuadernos de Arquitectura*, 3, 103-106. San Lorenzo, Paraguay: FADA-UNA.

Santa Cruz Astorqui, Jaime (2012). *Estudio tipológico, constructivo y estructural de las casas de corredor en Madrid*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica. Disponible en:

http://oa.upm.es/14326/1/JAIME_SANTA_CRUZ_ASTORQUI_PARTE_I.pdf

Sepp, A. (2009). *Los relatos del viaje y de la misión entre los Guaraníes*. *Diario del P. Antonio Sepp*. Edit. Parroquia San Rafael, Asunción.

AUTORES

Silvio Ríos Cabrera es arquitecto por la Universidad Nacional de Asunción del Paraguay, doktor-ingenieur por la Universidad Técnica de Aachen en Alemania y Magister por la Universidad Politécnica de Valencia en España. Es DIDCom por la Universidad Nacional de Asunción, adscripto a la facultad de Arquitectura, Diseño y Arte. Co-responsable de cátedras vinculadas al “Hábitat Popular” en la misma facultad, donde desde el año 2000 es co-responsable del “Taller de Diseño y Construcción con Tierra”.

Emma Gill Nessi es arquitecta por la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Católica de Asunción, especialista en Políticas Habitacionales, Vivienda de Interés Social y Desarrollo Local, becaria de la Japan International Cooperation Agency (JICA) y la Agencia Brasileira de Cooperação (ABS). Es Directora Ejecutiva de CEDES/hábitat, dirige proyectos de mejoramiento del hábitat con tecnologías apropiadas para comunidades vulnerables. Obtuvo con Silvio Ríos, el Primer Premio del Concurso Nacional de Vivienda Construida 2014 de la Asociación Paraguaya de Arquitectos en la Categoría Viviendas de Interés Social: Proyecto OGA'i - Viviendas con participación e identidad para comunidades Mbya Guaraní en Caaguazu.

16º SIACOT

ASUNCIÓN
2016

**Seminario Iberoamericano de
Arquitectura y Construcción
con Tierra**

24 al 28 OCTUBRE

Facultad de Arquitectura,
Diseño y Arte . FADA | UNA
Red Iberoamericana PROTERRA
CEDES / hábitat

siacot.fada.una.py