



SUELO CALICHAL COMO RECURSO PARA LA HABITABILIDAD. EL CASO DE PAMPA UNIÓN CANTÓN CENTRAL, REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE

Sergio Alfaro, Wagner Fleming, Suyín Chau

Escuela de Arquitectura, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica del Norte
Avenida Angamos 610 Antofagasta Chile Tel. 055 355390
salfaro@ucn.cl; wfleming@ucn.cl; schau@suyinchau.cl

Palabras claves: suelo calichal, costrón, arquitectura salitrera

Resumen

Este artículo tiene como propósito la revalorización tecnológica del suelo calichal como un recurso local conocido bajo la denominación de “costrón”, la revalorización de este recurso natural pudiese estar orientada al desarrollo de futuras aplicaciones contemporáneas del uso de tecnologías olvidadas con el uso de la tierra cruda, ya sea para recuperar el patrimonio arquitectónico local de la Pampa salitrera, o para incorporar valor agregado a soluciones constructivas que permitan la innovación tecnológica utilizando un recurso abundante y disponible en esta región.

Para contextualizar esta tesis se presenta como caso de estudio las Ruinas de Pampa Unión, en Chile, ya que es un ejemplo que permitiría relacionar la tecnología de los procesos extractivos de los recursos de explotación y su adaptación a los procesos de construcción.

Pampa Unión cuenta desde 1990 la categoría de monumento histórico, actualmente presenta un deplorable estado de abandono material, que no se condice con el valioso legado histórico que aún se encuentra en los vestigios de la infraestructura que poseía.

El denominado “costrón”, se obtenía como un material secundario del proceso de extracción del salitre natural conocido como “caliche”, sus aplicaciones fueron múltiples, desde simples muros mampuestos conglomerados por un mortero de tierra y agua, rico en sales que finalmente lograba la cohesión del muro como una pieza monolítica producto de un proceso natural de cristalización de sus componentes más finos.

Para verificar la eficacia y características singulares de este recurso natural como material constructivo, se presenta los resultados de una investigación de campo y experimental de laboratorio que aporta datos objetivos para establecer comparaciones de este material con otros conocidos, respecto de sus características físicas, propiedades mecánicas, ventajas y limitaciones para su utilización.

1. PRESENTACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

Un recurso abundante y disponible localmente como el Caliche a través del costrón, constituye una oportunidad para evaluar la posibilidad de considerar este recurso mineral como un recurso constructivo posible de ser incorporado en procesos de edificación contemporáneo, considerando los resguardos que la normativa de construcción permita para asumir su uso constructivo, la investigación propone obtener valores de su comportamiento a la compresión que permitan ser contrastados con su resistencia a la tracción y a partir de esta evaluación considerar la posibilidad de realizar una combinación híbrida entre el costrón y materiales resistentes a la tracción para plantear un ámbito de investigación y exploración como sistema constructivo que permita cumplir con altas exigencias sísmo resistente.

El actual estado de degradación material de la Oficina de Servicio Pampa Unión plantea un desafío de conservación que ha sido poco considerado dentro de las actuales acciones que deberían emprender las instituciones garantes de la conservación del patrimonio arquitectónico regional, existe una escasez de antecedentes de registro de estas ruinas, que impiden conocer evaluar y resguardar este patrimonio único en la Región de Antofagasta, su

degradación material está condicionada a una excesiva exposición a visitantes ocasionales y de inescrupulosos que transitan entre Antofagasta y Calama utilizando este monumento Histórico como lugar de acopio de desechos.

Las carentes intervenciones orientadas a la salvaguarda del patrimonio local provoca pensar en la búsqueda de una alternativa de protección que haga realmente factible su preservación siendo allí cuando surge la necesidad de abordarlo desde una mirada sustentable y sostenible, cuestión con la que cobra una inconmensurable importancia el particular interés de esta ruina consistente en las diversas manifestaciones del uso del suelo calichal como un recurso para el habitar.

1.2 Estado del arte

En la Región de Antofagasta existe una utilización focalizada de la tierra cruda como material de construcción, ejemplo de ello es el uso contemporáneo o tradicional que se le da a este recurso material en la localidad de San Pedro de Atacama, pero también existe el uso activo del patrimonio arquitectónico que actualmente se habita y utiliza en la oficina Salitrera de María Elena, uno de las pocas salitreras que aún se encuentran en funcionamiento y albergan un número significativo de habitantes donde gran parte de la infraestructura habitacional que allí se encuentra está materializada en base a sistemas constructivos que emplearon el costrón, el adobe o el tapial reforzado como sistemas constructivos principales.

El terremoto del 2007 afectó especialmente la ciudad de María Elena, la que estuvo en riesgo de desaparecer completamente, pero que gracias a su pronta declaración como Zona Típica, ha sido protegida y la mayoría de sus edificios emblemáticos han sido restaurados.

En el caso de San Pedro de Atacama la existencia de la zona típica de este poblado obliga a conservar y proteger las características formales y constructivas derivadas del uso del adobe como material preponderante en dicho poblado.

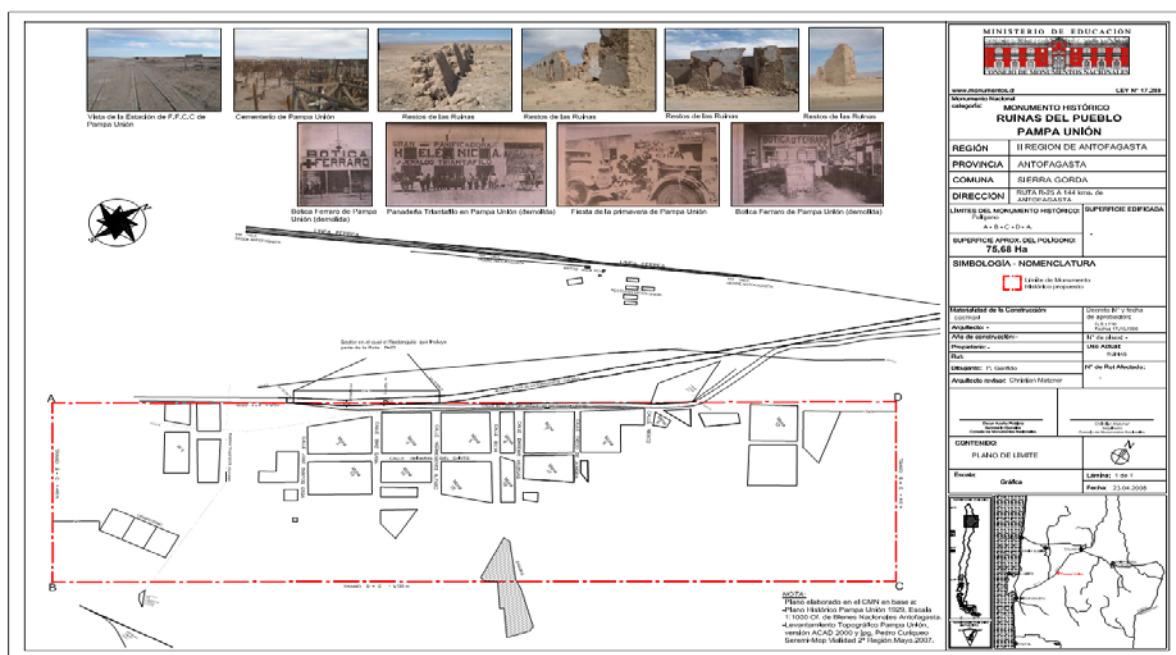


Figura 1: Plano de Límite área de protección del Monumento Histórico Ruinas del Pueblo Pampa Unión, CMN, 23.04.2008. Fuente: www.monumentosnacionales.cl

Existe también en la región un patrimonio en estado de ruina material que no ha recibido más que acciones de resguardo que se han materializado a través de las declaratorias de protección que el Consejo de Monumentos Nacionales ha decidido establecer, tal es el caso de los vestigios del patrimonio arquitectónico del Pueblo Salitrero de Pampa Unión, reconocido como Monumento Histórico y denominado como Ruinas del Pueblo Pampa

Unión, según Decreto Supremo D.S: 716 con fecha 17.10.1990 y consignado en plano de propuesta de límite de Monumento Histórico con fecha 23.04.2008.

El caso expuesto constituye un ejemplo único dentro del contexto de los vestigios existentes de otras Oficinas Salitreras que también están en condiciones de ruina y forman parte del Cantón Central de explotación Salitrera de la Región de Antofagasta y que no han recibido ningún grado de protección y tampoco declaratoria de protección.

1.3 Objetivos

El objetivo general de la investigación consiste en la divulgación de las cualidades y características de un recurso que no ha sido estudiado sistemáticamente para considerar estas cualidades como posibles de ser manejadas en propuestas contemporáneas de recuperación patrimonial o el desarrollo de obras nuevas con el uso del costrón como material secundario.

Objetivos específicos:

- Establecer los nexos entre la producción extractiva del salitre y la adaptación a los procesos de construcción de pueblos campamentos.
- Definir los tipos constructivos que utilizaban el costrón como material principal.
- Determinar las características tipológicas de las edificaciones construidas con este material.
- Establecer las características físicas, propiedades mecánicas, ventajas y limitaciones del costrón para su utilización.

2. PREMISAS CONCEPTUALES

En la materialización de los poblados de la pampa salitrera del Norte de Chile existiría una fuerte conexión entre la tecnología de los procesos extractivos de los recursos de explotación y su adaptación a los procesos de construcción de estos pueblos campamentos, uno de los ejemplos más estudiados que permitirían sostener esta tesis sería el caso de la oficina salitrera María Elena, donde ... *los diseños existentes del poblado deben ser entendidos como productos de la transculturación e hibridación de las normas de diseño* (Morera en Alonso., 2012, p.114), existiría otro argumento que validaría la relación entre producción y construcción al establecer que la rapidez en la fundación de la oficina salitrera exigiría el ajuste de los estilos importados, el surgimiento de soluciones locales y diálogos culturales.

Otro argumento que permitiría sostener la relación entre el proceso de producción, el uso de una tecnología adaptada de construcción y la inversión, estaría condicionada a la escala de la explotación en función de la duración limitada de los terrenos de beneficio, ... *esta causa ha determinado la construcción de campamentos ligeros, tanto bajo el punto de vista del capital empleado, como sus comodidades en conjunto* (Macuer, 1930, p.238), en este mismo contexto se argumentaba que la disposición aislada de los campamentos se debía razones de diseminación de los suelos ricos en nitrato, cuando cambia la política industrial de explotación y se mejoran las condiciones de transporte, se opta por la concentración de la elaboración en pocas plantas de gran capacidad, esta razón significó un mejoramiento de la calidad habitacional en las oficinas salitreras.

En 1930 la modernidad implicaba una sustitución de la materialidad ligera de los campamentos salitreros construidos en base chapa de acero ondulado por materiales de tierra cruda o concreto, la *casa de calamina, que en años pasados constituía el prototipo de la habitación pampina ha sido reemplazada por la moderna construcción de concreto o adobe cuya superioridad es indiscutible* (Macuer, 1930, p.238). Respecto del abobe se indicaba que éstos eran hechos con material encontrado en los alrededores de las Oficinas.

3. METODOLOGÍA

La investigación se sostiene aproximaciones directas e indirectas sobre el caso de estudio para poder caracterizar su naturaleza arquitectónica, funcional y constructiva para ello se procedió a realizar los siguientes pasos:

- a) Observación y descripción del caso de estudio mediante visitas sucesivas, para realizar un relevamiento de los actuales vestigios de Pampa Unión, su estado de conservación material actual.
- b) Recopilación bibliográfica en fuentes indirectas, que permitieran pesquisar las características arquitectónicas, tipológicas, edificatorias, constructivas, particularidades y funcionamiento del asentamiento como oficina de servicio.
- c) Recopilación bibliográfica en fuentes indirectas, que permitieran conocer el proceso de extracción y obtención del costrón.
- d) Aproximación empírica del comportamiento del “costrón” mediante la realización de ensayos, análisis y evaluación de resultados de sus propiedades mecánicas.

4. ASENTAMIENTOS SALITREROS

Como es sabido todos los yacimientos salitreros se encuentran en el norte de Chile y sur de Perú. El nitrato de sodio se encuentra en todo el territorio caracterizado por su aridez específicamente en la depresión intermedia: Esta área geomorfológica, en tanto, corresponde a una planicie desértica originada por hundimientos en la corteza terrestre y rellenada luego por la erosión proveniente de la Cordillera de Los Andes (Instituto, 1970).

La depresión intermedia representada por el denominado Desierto de Atacama se extiende desde Arica a Copiapó contando con una superficie de unos aproximados 105.000 km².

En cuanto al caliche, muchas son las teorías que vienen siendo desarrolladas por geólogos respecto del origen del nitrato de sodio, pasando de ser producto de la descomposición por fermentación de algas marinas, hasta de que es resultado de la destilación por acción volcánica de yacimientos carboníferos y primarios que se encuentran en la Cordillera de los Andes.

La zona, rica en minerales, estaba compuesta principalmente por caliche, conocido ya por los indígenas que habitaban todo el territorio andino ocupándolo como abono para sus plantaciones de maíz, trigo y papas. A pesar de lo beneficioso que era para sus cultivos no fue explotado masivamente por estas culturas debido a que compartían el abono de sus tierras con el guano que era sacado de las costas y principalmente por lo difícil de era su extracción.

La explotación salitrera tuvo lugar en el pie de monte oriente de la Cordillera de la Costa, donde están los mantos calicheros, entre las latitudes 19° y 25° S.

El nitrato no existe en ningún otro lugar en tal extensión geográfica y concentración, por lo que su extracción y producción tuvo lugar en toda la pampa, haciendo predecible que una vez conocidas sus cualidades como abono y como pólvora se iniciaría una ocupación del desierto que terminaría transformando el paisaje desértico en un paisaje poblado. Esto por el interés evidente que tendrían las tierras para muchos capitalistas chilenos y extranjeros, en especial ingleses y norteamericanos, por el potencial económico que tenía su explotación. Se genera así una ocupación territorial compuesta por ciudades campamento directamente vinculadas a las fuentes de explotación, conformando una red conectada por un sistema ferroviario que remataba en las ciudades puertos donde se desembarcaba el producto. Las Oficinas Salitreras, las estaciones de ferrocarriles y algunos pueblos, en conjunto influenciaron directamente el quehacer en la costa, puertos, caletas y valles precordilleranos de toda la región.

El interés por venir a explorar y explotar las zonas se explica por la mentalidad emprendedora propia del siglo XIX, por los avances tecnológicos de la era industrial, por la ampliación del mercado mundial y por la extensión de los intercambios globales. En términos económicos, la explotación del salitre para Chile tuvo una enorme relevancia, dado que su economía en gran parte dependió por más de 50 años (1880-1930) de la riqueza generada por esta industria; también fue de vital importancia para Norteamérica y Europa, cuya producción agrícola intensiva se desarrolló gracias a este recurso.

Ya para principios del siglo XX, en la zona llegaron a existir más de 130 salitreras que operaban simultáneamente.

Pero las influencias de la revolución industrial no sólo se vieron reflejadas en la cultura empresarial traída y aplicada en la zona, sino también en la planificación y posterior construcción de cada asentamiento. Por consiguiente la premisa siempre fue el concretar de la manera más rápida y fácil, concibiendo con antelación su construcción como sistemas prefabricados entremezclados con la utilización de recursos disponibles en la zona.

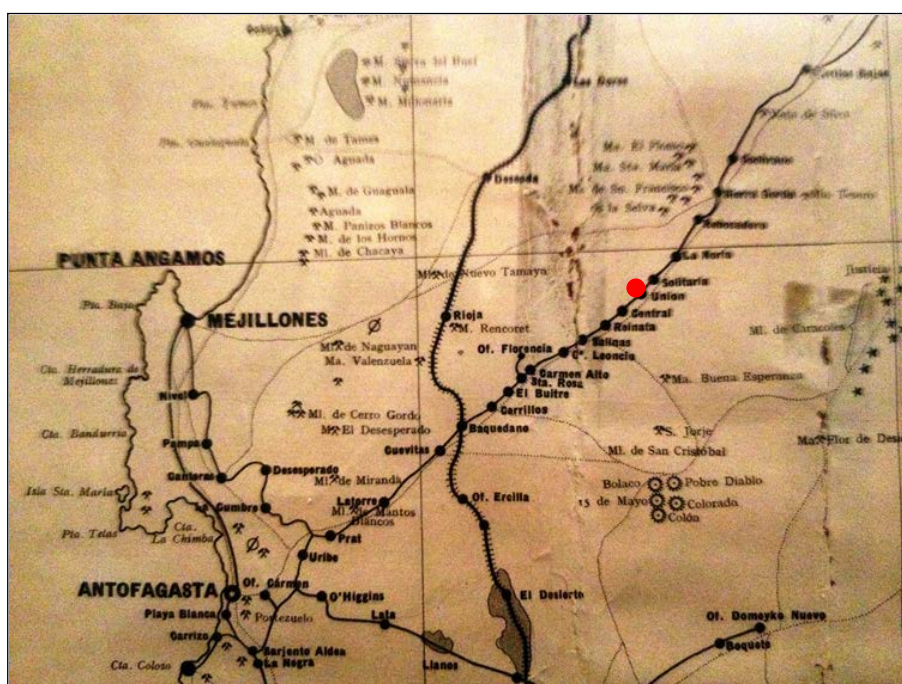


Figura 2: Plano de ubicación Oficinas Salitreras del Cantón Central de Antofagasta, con punto en color rojo se indica localización de la Estación Unión, Cercana al Poblado Pampa Unión. Fuente: Museo FCAB, Antofagasta.

4.1 Las ciudades salitreras

Cada ciudad salitrera era un complejo urbano industrial compuesto básicamente por un sector residencial que albergó a empleados, jefes y obreros, un sector industrial y un sector de equipamiento que acogía las necesidades básicas de sus habitantes. Su estructura obedecía al patrón productivo que diera su origen, y por consiguiente su concreción se realizó planificadamente imponiendo un orden preciso de distribución de las actividades urbanas implicando con ello un montaje o construcción también planificada, privilegiando un proceso constructivo que implicara economía de tiempos y recursos.

...Las oficinas salitreras se entendieron como medio de producción, razón por la cual el conjunto urbano completo estaba al servicio de labores industriales. El Trazado presentaba una organización regular, distribuyendo manzanas de forma predominante rectangular y dimensiones más reducidas que la manzana tradicional chilena, en atención al tamaño, tipología, y forma de agrupación de las viviendas. Las calles, normalmente ortogonales entre sí, tenían medidas que fluctuaban entre 15 y 20 m de ancho, de tierra apisonada, flanqueadas por portales de cañizo para sombra. Su importancia relativa dependía del uso y posición respecto de la industria y los equipamientos. El área industrial

fue la instancia funcional clave, al mismo tiempo que sus instalaciones representaron los hechos morfológicamente más destacados. Compartían esta área diversos elementos, entre los cuales predominaba el galpón industrial... (Garcés, 1999, p.39)

Por esa razón, surgen asentamientos en su mayoría contruidos con materiales que implicaran facilidad de montaje, aprovechando los avances tecnológicos de la época. En las obras de mayor envergadura se da el uso del acero, y en algunos casos muy específicos se trabaja el hormigón.

Se hace uso de las maderas, traídas como lastre de barcos, las planchas de fierro o calaminas y el barro mezclado muchas veces con los ripios de las tortas. El sistema constructivo fue, especialmente en las construcciones más antiguas, de madera, de armado rápido, con carpinteros provenientes del extranjero. Respondiendo a la necesidad de mitigar la incidencia del fuerte sol del desierto, destacan como elementos conformadores de la estructura espacial y significativa los sombreaderos, que dan muestra no sólo de adaptación al medio, sino de una particular forma de trabajar la madera con la caña disponible en sus inmediaciones.

4.2 Pampa Unión

...El cantón central estaba ubicado en el valle que se interna en dirección noreste hacia la ciudad de Calama, de una extensión cercana a los 90 km. El cantón quedaba definido al poniente por la estación y pueblo Baquedano, en el km 96 del ferrocarril, y al oriente por la estación y pueblo de Sierra Gorda, actual capital de la comuna, en el kilómetro 171. Se destacaba también la estación y pueblo de Pampa Unión, hoy abandonado y prácticamente desaparecido, km 144... (Garcés, 1999, p.37)

Pampa Unión perteneciente al Cantón Central es parte de la estructura salitrera, aunque no se configura como una ciudad salitrera tradicional de patrones industriales, debe su origen al interés particular de un médico porteño que tenía como meta generar un lugar que prestara las atenciones necesarias a los trabajadores salitreros ante la emergencia, dado las largas distancias que éstos debían recorrer en caso de accidentes hasta los puntos de atención por salud. *Sus calles eran de tierra y en las principales existían corredores techados de madera.* (http://www.albumdesierto.cl/p_union.htm)

La perseverancia del Dr. Lautaro Ponce Arellano, se vio premiada cuando pudo finalmente obtener la concesión de un sitio para construir un sanatorio, el que una vez entrado en operación atrajo comerciantes que se instalaron en las afueras de éste dando de ese modo origen a la tradición comercial del poblado que con el tiempo paso a consolidar una estructura de intercambio comercial que abastecía todo el conglomerado de las salitreras del cantón.

La ciudad de Pampa Unión es una de las más importantes de las situadas en el corazón de la pampa salitrera de Chile. El comercio y la industria han obtenido un singular desenvolvimiento, por afluir a ella la demanda de mucho de los artículos, que consumen las poblaciones de las oficinas salitreras (Chile en Sevilla, 1929, p.61)

Así el lugar que se desarrolló como un poblado de servicios a los mineros, se fue estructurando a la manera de sus propietarios, todos particulares interesados en obtener frutos económicos con la explotación de sus negocios instalados en el lugar lo que incide en la materialización de sus negocios y de sus viviendas, primando la racionalización de la inversión que demandaba su instalación.

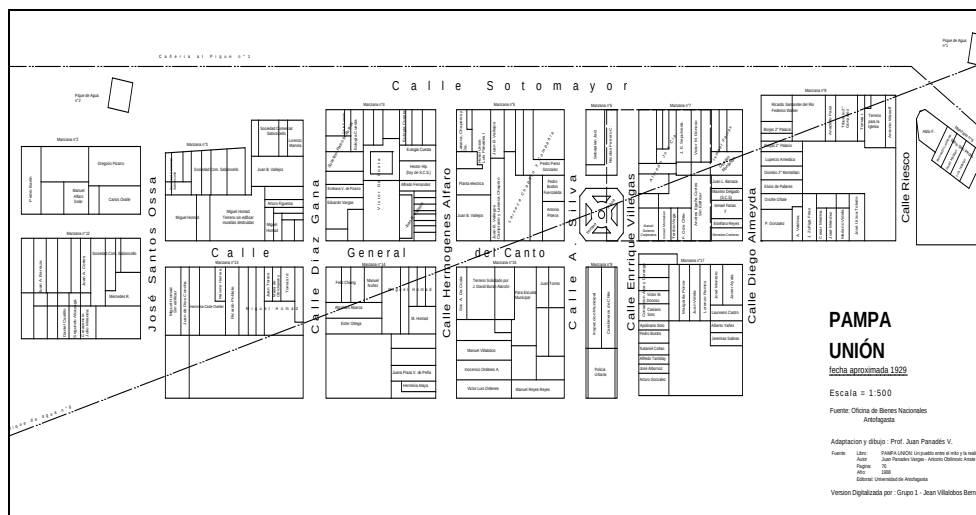


Figura 3: Plano de Concesiones Pampa Unión, adaptación del Plano de Bienes Nacionales de 1929 (Panadés; Obilinovic, 1989)

De esto surge como una medida mitigatoria en la optimización del uso de los recursos el trabajar con lo disponible. El bajo costo que implicaba la reutilización del lastre del salitre que se encontraba en la superficie del suelo de la pampa, permitió construir de manera sólida, con resguardos ante la rigurosidad del clima (las altas temperaturas del día y las bajas de la noche). Aparece la madera como el otro recurso que aunque no disponible se podía contar con ella debido a que era el producto que era regularmente traído para la edificación de las salitreras. Este se utilizaba principalmente en las techumbres como estructura soportante y en los corredores.

5. TIPOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

Las aplicaciones del costrón fueron múltiples, desde simples muros mampuestos conglomerados por un mortero de tierra y agua, rico en sales, que finalmente logra la cohesión del muro como una pieza monolítica a través de la cristalización de sus componentes más finos. Otras aplicaciones observadas en Pampa Unión consistieron en el uso del tapial con suelo calichal fino confinado entre moldajes de plancha corrugada ondulada, que servía de moldaje para la construcción de muros y cerramientos en viviendas o edificios de servicio. También se observan combinaciones de sistemas constructivos que integran la amplia tradición del uso de entramados tipo "balloom framing" adosados a muros monolíticos en base a la técnica del mampuesto de "costrón".

En términos de materialidad, las edificaciones fueron construidas principalmente en base a madera, concreto, calamina y las más modernas con hormigón armado.

La casa de calamina, que en años pasados construía el prototipo de la habitación pampina, ha sido reemplazada por la moderna construcción de concreto o adobe, cuya superioridad es indiscutible (Macuer, 1930, p.238).

- Estructura de madera y revestimiento de calamina: construcción muy precaria generalmente destinadas a obreros o construcciones de menor orden y/o provisorias: Cocinas, letrinas, etc. Consiste en estructuras y revestimiento de muros en madera de pino oregón y cubiertas de calamina.
- Estructura de madera, relleno de barro con caña y revestimiento exterior de calamina: estructuras de madera conformando una estructura de pie derechos y montantes tipo *Balloom Frame* y masa de barro o "concreto pampino" entre elementos como relleno adherido a una malla metálica. En algunos casos se colocaba entremedio del primer revoque una tela tipo arpillera. Finalmente se utilizaba un revestimiento de calamina. Cabe destacar, en este caso, que el revestimiento denominado "concreto pampino", es una especie de hormigón obtenido de la mezcla de tierras de la zona y en algunos

casos con añadiduras de cemento además de ripios provenientes de los desechos industriales.

- Obra gruesa en Costrón. Este recurso fue utilizado fuertemente en el poblado de Pampa Unión y los modos de utilizarlo han sido como relleno en un sistema perfilado al modo de Ballon Frame, como mampuesto. Los muros pueden alcanzar alturas significativas en tal caso se utilizaron contrafuertes para evitar volcamientos y aumentar su resistencia axial.



Figura 4: izquierda, fotografía de la época salitrera que muestra las características del proceso constructivo en obra gruesa, el basamento del corredor está construido con bloques de costrón mientras que en las paredes se aprecian aparejos de adobe. Fuente: registro fotográfico ubicado en Teatro Oficina Chacabuco, Antofagasta.

Figura 5: derecha, muestra muro de costrón con vestigios de estructura exterior adosada de balloon framing. Fuente: registro propio, Pampa Unión 2012

La versatilidad constructiva de este recurso se refleja en la capacidad de adaptarse a los distintos requerimientos dimensionales y solicitaciones estructurales que proponía la vida pampina, como sistema constructivo permitía distintos tipos de acabado, pudiendo recibir revoque de la mezcla del mismo material con otros componentes finos, e inclusive ser capaz de recibir color a través de pinturas en base a cal, o asumir texturas variadas capaces de darle una apariencia distinta de su apariencia en estado original.





Figura 6. Diversas manifestaciones constructivas a escala de obra gruesa del uso del costrón en Pampa Unión. Fuente: registro propio, Pampa Unión 2013.



Figura 7. Diversas manifestaciones constructivas a escala de acabados y terminaciones uso del costrón en Pampa Unión. Fuente: registro propio, Pampa Unión 2013.

5.1 El costrón

Los mantos calicheros poseen un espesor de entre 2 y 4 metros y se encuentran a diversa profundidad, bajo una fina capa de polvillo o “chusca”. Resultaba económico dada por la disponibilidad del recurso el confeccionar bloques de caliche o costrón los que eran extraídos desde la superficie de la pampa o de cavidades no muy profundas llamadas “cuevas”. El denominado “costrón”, corresponde a un bloque monolítico, que poseía un alto contenido de nitrato, o carbonatos de calcio endurecidos, arenas, arcillas y limo. Esta materia se obtenía del suelo estratificado de los diversos cantones salitreros ubicados en la depresión intermedia del Desierto de Atacama, se obtenía como un material secundario del proceso de extracción del salitre natural conocido como “caliche”, sus aplicaciones fueron múltiples, desde simples muros mampuestos conglomerados por un mortero de tierra y agua rico en sales que finalmente logra la cohesión del muro como una pieza monolítica a través de la cristalización de sus componentes más finos.



Figura 8. Las ilustraciones indican las calicatas que se realizaban para obtención del caliche, las fotografías muestran un acopio de costrón *in situ* y la foto de la mampostería que se realizaba en los muros de Pampa Unión. Fuente Ilustraciones: Macuer, 1930; fuente fotografías: registro propio, Pampa Unión, 2013.

El costrón era en muchas ocasiones el salitre de baja ley y que por tanto eran considerados el lastre de las extracciones. Principalmente están formados por arena, arcilla y sales entre las que se cuenta el nitrato de sodio. El caliche (costrón) posee una ley de entre 16-18%, por lo que la obtención del salitre sólo se lograba concentrándolo, es decir, se movían inmensas cantidades de tierra, para extraer el “Nitrato de Chile” (Bermúdez, 1987).

La extracción de este material se realizaba mediante una tronadura con explosivo que perforaba el banco de caliche, la estratificación típica sin que coexistan siempre son las

“Estratas de Tapa” (Macuer H., 1930, p.42) donde se ubicaba la “Chuca o Chusca”, el “Panqueque”, y la “Costra”, esta zona correspondía a un material sin ninguna ley para su explotación, en tal sentido se puede definir al costrón como un material descartado del proceso de obtención del salitre, en zonas más profundas se ubicaba la “Estrata Útil” correspondiente al “Manto de caliche” propiamente tal.

El proceso de descoste se practicaba *con tiros casi iguales a los de explotación del caliche, diferenciándose sólo en que los tiros no son pasados a la coba* (Macuer H., 1930, p.43), esta denominación correspondía al último estrato del banco inferior del caliche, el proceso de obtención indica que ... *los tiros arrebatan, es decir, lancen los trozos fracturados por la explosión a cierta distancia con el objeto de evitar en parte la limpia del descoste* (Macuer H., 1930, p.43). Esta operación permitía obtener un bloque de forma irregular cuyas dimensiones aproximadas se ajustan a un formato de 0,45 m x 0,20 m x 0,30 m.

6 ANÁLISIS DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS MUESTRAS DE COSTRÓN

Las muestras extraídas se analizaron en el Laboratorio de Investigación y Ensaye de Materiales de la Universidad Católica del Norte (LIEMUN), con el objetivo de determinar la densidad y resistencia a la compresión, lo que entrega información cuantitativa del material de construcción bajo análisis, esto permitió realizar análisis comparativos entre el costrón y otros materiales pétreos utilizados en la arquitectura salitrera, se procedió a obtener muestras extraídas de la zona cercana a la Oficina Ruinas del Pueblo Pampa Unión.

6.1 Densidad

Dado que las muestras presentan un alto contenido de sales, se obtuvo la densidad sumergiendo la probeta en agua, previo recubrimiento con cera de parafina, para evitar la disolución de las sales: Las figuras 9 y 10 muestra uno de los testigos obtenidos con y sin recubrimiento con cera de parafina, respectivamente.



Figuras 9. Izquierda: Testigo para determinación de densidad. Figura 10. Centro: Testigo recubierto con cera de parafina. Figura 11. Derecha: Derecha, Obtención del peso sumergido

La determinación de la densidad se realiza pesando la probeta sin parafina de donde se obtiene la masa seca de la probeta (A), luego pesando la probeta recubierta con cera de parafina obteniendo la masa de la probeta recubierta (D). Finalmente se pesa la probeta recubierta en agua, de donde se obtiene la masa sumergida (E) (figura 11).

Con estos valores, junto con la densidad de la parafina $P_p=0,91 \text{ g/cm}^3$ y la del agua $P_w=1\text{g/cm}^3$, se obtiene la densidad de la muestra como

$$\text{Densidad } G = \frac{A}{\frac{D-E}{P_w} - \frac{D-A}{P_p}}$$

El resultado promedio de las muestras analizadas arrojó una densidad de $G=1800 \text{ kg/m}^3$

Resistencia a la compresión

Se determinó la resistencia a la compresión en probetas cúbicas, de 15 cm de arista aproximadamente. Las que fueron comprimidas tal como se muestra en la figura 12. Se produjeron fallas típicas en este tipo de probetas, las que se muestran en la figura 13



Figura 11. Izquierda: ensayo de compresión. Figura 12. Derecha: ensayo de compresión. Probeta después del ensayo.

Los resultados de estos ensayos arrojaron una resistencia promedio de 30 kgf/cm^2 . Los valores reportados por la literatura especializada para el tapial indican una densidad entre 1800 kg/m^3 y 2100 kg/m^3 y una resistencia a la compresión en torno a los 15 kgf/cm^2 (Paredes, 2011, p.345), por lo que el caliche estudiado posee propiedades de resistencia por sobre la media.

7 RESULTADOS PARCIALES Y CONCLUSION

El Monumento Histórico, ruinas del Pueblo Pampa Unión, supone un ejemplo de la hibridación entre un proceso de producción extractiva y un proceso de construcción edificatorio con el uso de un recurso disponible como el suelo calichal o salitroso conocido localmente como “costrón”.

La resistencia mecánica y estabilidad del sistema constructivo en base al costrón ha probado sus altas prestaciones a partir del estado de conservación que a pesar de los años de exposición al ambiente y los daños antrópicos ha logrado preservarse de manera autónoma gran parte de las aún existentes Ruinas de Pampa Unión, desde la perspectiva de los datos obtenidos en laboratorio preliminarmente. Los datos obtenidos permiten considerarlo con prestaciones mecánicas a la compresión superior a valores obtenidos en el adobe de tierra cruda y tapial.

En comparación con el adobe (Bestraten S. et al, 2011) se documentan densidades entre 1200 kg/m^3 a 1500 kg/m^3 y resistencias a la compresión comprendidas entre $5,4 \text{ kg/cm}^2$ a $17,6 \text{ kgf/cm}^2$, por lo que claramente el caliche queda por sobre el adobe en términos de resistencia. Por supuesto esto contrasta con los resultados de resistencia del hormigón armado, donde típicamente se utilizan hoy en día hormigones con resistencia a la compresión del orden de los 250 kgf/cm^2 .

Desde la perspectiva de las interacciones de este material con el medioambiente se debe poner atención a vulnerabilidad que otros elementos constructivos conformados en base a tierra cruda, el Costrón presenta un contenido de sales las cuales son solubles o susceptibles a la humedad, por lo tanto hemos considerado en nuestro estudio el análisis que asegure la impermeabilidad del material cuando sus aplicaciones sean exsitu, no obstante en condiciones ambientales insitu, la escasa humedad ambiente y las condiciones

de aridez propias del desierto de Atacama permiten asegurar la estabilidad natural de este recurso frente al medioambiente.

Otros factores a considerar son aquellos que se relacionan con la evaluación de sus propiedades térmicas, acústicas. Testimonios orales de habitantes que han sido entrevistados hablan de supuestos para nosotros que apuntan a considerar en este material una buena respuesta a los factores del clima, no obstante en investigaciones deberán ser cuantificadas y comparadas con materiales similares.

Con relación a la contribución de este recurso a la huella de carbono, cabe destacar que todos los consumos energéticos empleados en la etapa de extracción y remoción industrial se realizaron durante la última mitad del S. XIX y comienzos del S.XX, hoy en día se puede trabajar con los descostres existentes que se encuentran disponibles en la superficie del suelo de los actuales terrenos de la pampa salitrera desde la primera hasta la segunda región de Chile.

Su aplicación en procesos de edificación contemporánea requiere de una tarea de ensayos y posibles procesos de innovación tal como el desarrollo de elementos constructivos que permitan ser integrados como sistema constructivo, incorporación de elementos de resistencia a la tracción, desarrollo de formatos y modulaciones que permitan su aplicación y una estandarización con miras a una posible cadena de comercialización como producto.

Como tarea relevante se debe realizar otros estudios orientados a determinar la extensión del uso de este recurso en áreas territoriales más amplias que el caso mostrado, para ello se debe realizar un reconocimiento o catastro completo del Cantón Central de Antofagasta para verificar si el uso de este recurso fue una tecnología habitual en otras oficinas salitreras. Fuera del contexto salitrero existen evidencias de su utilización como sistema constructivo en localidades dentro de la primera región tales como Huara y Canchones, así como también se tienen antecedentes en otra áreas dentro de la segunda región, específicamente en el anillo agrícola de Calama.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Z., P. I. (2012). *Deserta: ecología e industria en el Desierto de Atacama*. Santiago: Ediciones ARQ, Pág.114
- Bermúdez, Oscar (1987). *Breve historia del salitre. Síntesis histórica desde sus orígenes hasta mediados del siglo XX*. Iquique, Chile: Ediciones Pampa Desnuda
- Bestraten S., Hormias E., Altemir, E. (2011). *Construcción con tierra en el siglo XXI*. Informes de la Construcción, Vol. 63, 523, 5-20, Julio-Septiembre 2011.
- Chile en Sevilla. Una vista panorámica sobre el Comercio y las Industrias de Chile en 1929. (1929). Santiago: Editorial Cronos
- Garcés F., Eugenio (1999). *Las ciudades del salitre*. Santiago, Chile: Impresos Esparza.
- Instituto Geográfico Militar (1970). *Atlas de la República de Chile*, Santiago de Chile
- Macuer, Horacio L. (1930). *Manual práctico de los trabajos en la pampa salitrera*. Valparaíso: Talleres Gráficos Salesianos
- Panadés V., Juan; Obilinovic A., Antonio (1989). *Pampa Unión: un pueblo entre el mito y la realidad*. Antofagasta: Universidad de Antofagasta.
- Paredes, B. (2011). *La biblia de los materiales*. Barcelona: Ed. FKG, Editorial Project.

Currículos

Sergio Alfaro es Arquitecto por la Universidad Católica del Norte y Doctor en Proyectos de Innovación Tecnológica por la Universidad Politécnica de Cataluña, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona. Sus líneas de investigación incluyen evaluaciones de impacto ambiental y huella de carbono, desarrollo de nuevas tecnologías de producción, reutilización y reciclaje de materiales, arquitectura para la emergencia, sistemas constructivos y estructurales tradicionales e innovadores.

Wagner Fleming es Ingeniero Civil por la Universidad Católica del Norte, y PhD de la Universidad de Kassel, Alemania. Sus líneas de investigación son la dinámica no lineal de estructuras principalmente mediante el método de los elementos finitos, análisis de riesgo sísmico, entre otras.

Suyín Chau es Arquitecta por la Universidad Católica del Norte y máster en instrumentos para la valoración y gestión del patrimonio artístico de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla. Sus líneas de investigación están orientadas a la salvaguarda y protección del patrimonio histórico. Realizó tareas de gestión como encargada de la Unidad de patrimonio del Ministerio de Obras públicas de la región de Antofagasta generando una cartera de proyectos de restauración y de registro documental del patrimonio inmueble de la Segunda Región.