

# CAPA SOBRE CAPA. ALTERACIONES Y RECUPERACIÓN DE LA TORTA DE BARRO DE LA IGLESIA DE UQUÍA, JUJUY, ARGENTINA

Jorge Tomasi<sup>1</sup>, Julieta Barada<sup>2</sup>

CONICET / Laboratorio de Arquitecturas Andinas y Construcción con Tierra, Universidad Nacional de Jujuy, Argentina

<sup>1</sup>jorgetomasi@hotmail.com; <sup>2</sup>ju.barada@gmail.com

**Palabras clave:** cubiertas de tierra, arquitectura andina, Quebrada de Humahuaca, conservación del patrimonio

## Resumen

Las cubiertas no han sido particularmente estudiadas dentro del campo de la construcción con tierra, pese a la significación que tienen en muchas regiones y la incidencia que el mantenimiento tiene en su materialidad. Por su parte, se observan significativos cambios en estas, tanto en edificios históricos como en obras nuevas. La Iglesia de Uquía, en el norte de Argentina, es un caso relevante para analizar las alteraciones y las alternativas técnicas que se han empleado para su recuperación. Este artículo tiene un doble objetivo. El primero es analizar las distintas transformaciones que se realizaron sobre la torta de barro, incorporando materiales incompatibles, en una serie de restauraciones realizadas en el siglo XX, y observar las patologías emergentes de estas acciones. El segundo, es describir la propuesta ejecutada en el presente año para reestablecer la materialidad de la torta de barro, con incorporaciones compatibles, tendientes a mejorar su comportamiento y durabilidad. La presente investigación e intervención se ha basado en una metodología múltiple que ha incluido el registro y relevamiento constructivo de las características del techo con sus alteraciones recientes y de los daños y degradaciones existentes, el análisis de la documentación histórica disponible sobre las distintas intervenciones que ha tenido la iglesia, y la realización de estudios y ensayos, tanto en laboratorio como en terreno, sobre los materiales existentes y aquellos a ser utilizados para la recuperación de la torta de barro. La investigación e intervención realizadas han permitido ponderar las consecuencias del uso de materiales incompatibles en las cubiertas de torta de barro. Por otra parte, se ha podido profundizar en el conocimiento sobre potenciales mejoras en el comportamiento de estas cubiertas a través del empleo de soluciones basadas en las técnicas locales, como el uso de la tierra aligerada y la estabilización con cal.

## 1 INTRODUCCIÓN

Dentro del amplio campo de estudios sobre las tecnologías de construcción con tierra y las estrategias para su conservación en las arquitecturas históricas, las características de las técnicas utilizadas para la materialización de los techos han tenido una relativa baja presencia en las investigaciones. En efecto, los trabajos han tendido a concentrarse en las características y degradaciones de los muros y las terminaciones. Sin embargo, este es un problema estratégico en tanto las patologías propias de los techos tienden a afectar en forma integral a los edificios. La durabilidad de las terminaciones de las cubiertas y los abordajes para su mantenimiento periódico se constituyen con un tema relevante para la conservación de las arquitecturas con tierra.

El espacio andino, un área heterogénea que involucra los actuales territorios de Perú, Bolivia y el norte de Chile y Argentina, presenta una interesante riqueza en estas técnicas constructivas con diversos procedimientos que involucran el uso de la tierra en combinación con distintos tipos de fibras vegetales. Los prejuicios asociados con estas técnicas y la falta de conocimiento sobre sus características han llevado en muchos casos al reemplazo de las técnicas o bien a cambios importantes en los procedimientos que no solo no han mejorado sus prestaciones, sino que han sido el origen de nuevas patologías. Estos cambios se han concentrado en la incorporación de distintos materiales, en especial el cemento, ajenos a las lógicas de estos sistemas constructivos con la intención de aumentar su durabilidad en el tiempo. Las transformaciones no se han limitado a las construcciones actuales, sino que han afectado a las arquitecturas históricas, incluso las que cuentan con declaratorias formales.

La Iglesia de la Santa Cruz y San Francisco de Paula en la localidad de Uquía, dentro de la Quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy, en el norte de Argentina, es un caso emblemático tanto de la presencia de estas técnicas como de las acciones de conservación. Se trata de un templo construido en el siglo XVII, en el marco de los procesos de evangelización coloniales que desde el año 1941 es Monumento Histórico Nacional. Desde esta declaratoria se sucedieron una serie de intervenciones tendientes a su conservación que además de implicar transformaciones en distintas partes del edificio, afectaron particularmente a los techos, realizados con una técnica conocida como *torta de barro* o *torteado*. Esta técnica consiste en la ejecución de capas continuas de barro, en un estado plástico, que se estabiliza con diferentes materiales, en especial las fibras vegetales.



Figura 1. Ubicación de la localidad de Uquía en la provincia de Jujuy

Este artículo se orienta al estudio de las características de los techos de *torta de barro* a partir de este caso, considerando tanto sus características históricas, como las transformaciones que se sucedieron en el tiempo y cuáles fueron sus consecuencias para la conservación integral de este edificio. Se describirán las investigaciones realizadas tendientes a la recuperación de las características de la *torta de barro*, considerando la introducción de modificaciones compatibles con el sistema constructivo. Se describirán los procedimientos utilizados y los ensayos que se encararon en terreno. Estos ensayos permitieron reconocer los diferentes comportamientos de las muestras en función de la estabilización que se aplicó en los suelos.

Este trabajo surge de un asesoramiento brindado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), institución a la que pertenecen los autores, a la Secretaría de Cultura de la provincia de Jujuy, para el desarrollo integral del diagnóstico del estado del edificio, la elaboración del proyecto ejecutivo de intervención, y, posteriormente, el acompañamiento durante los trabajos en obra, que concluyeron en abril del 2021. La metodología empleada implicó un abordaje múltiple incluyendo acciones tanto en terreno como en laboratorio. En cuanto a lo primero se realizó un relevamiento sistemático del edificio, con el registro de las patologías presentes a través de fichas específicas, junto con la toma de muestras que fueron caracterizadas en laboratorio a través de análisis granulométricos, determinación de límites y azul de metileno, comparando los tipos de suelos empleados en las distintas técnicas constructivas. En relación con los ensayos sobre las muestras a ser utilizadas para la mejora de las prestaciones de la *torta de barro*, se realizaron pruebas de laboratorio y en terreno, siendo éstas últimas las que se referirán en este trabajo, consistentes en ensayos de abrasión y de erosión hidráulica.

## 2 ACERCA DEL TORTEADO CON BARRO

El universo de las técnicas utilizadas para la materialización de techos en las tierras altas de la provincia de Jujuy, incluye dos procedimientos característicos: la *torta de barro* y el *guayado*. Mientras que la primera se refiere a las capas continuas de barro y es

característica de los valles de altura, la segunda consiste en la colocación de manojos de paja parcialmente embebidos en barro de una consistencia viscosa y suele utilizarse particularmente en las áreas de Puna. Particularmente la *torta de barro* ha sido objeto de diversas investigaciones que se han orientado tanto a su caracterización constructiva y sus implicancias sociales (Rotondaro, 1984; Rotondaro; Rabey, 1988; Delfino, 2001; Ramos et al., 2004; Tomasi, 2013) como al estudio de potenciales formas para mejorar sus prestaciones (Rotondaro; Kirschbaum, 1993; Tomasi; Rivet, 2009; Latina et al., 2017).

En términos sintéticos, la *torta de barro* consiste en la ejecución de capas continuas de barro, aplicado en estado plástico, sobre una superficie continua que actúa como encofrado perdido, habitualmente de caña, tablas de madera o tejidos de paja o ramas, dependiendo de los lugares. Habitualmente el *tortado* se ejecuta en dos capas, una de base y otra de desgaste. La primera suele tener un espesor de 5 a 7 cm, y la segunda oscila entre los 2 a 3 cm, para alcanzar alturas totales en torno a los 10 cm. Las granulometrías de los suelos utilizados son sumamente variables, aunque suelen tener una distribución homogénea de los granos, similar a la utilizada para el corte de adobes. En algunas regiones el suelo no es zarandeado y el material se aplica incluso con gravas de hasta 3 cm, realizando el *tortado* en solo una capa. En los casos registrados, incluyendo la Iglesia de Uquía, los suelos presentaban porcentajes de arcilla en torno al 10%, frente al 20% que pueden tener los utilizados para el *guayado*, con un Índice de Plasticidad de 9 (Tomasi; Barada, 2020).

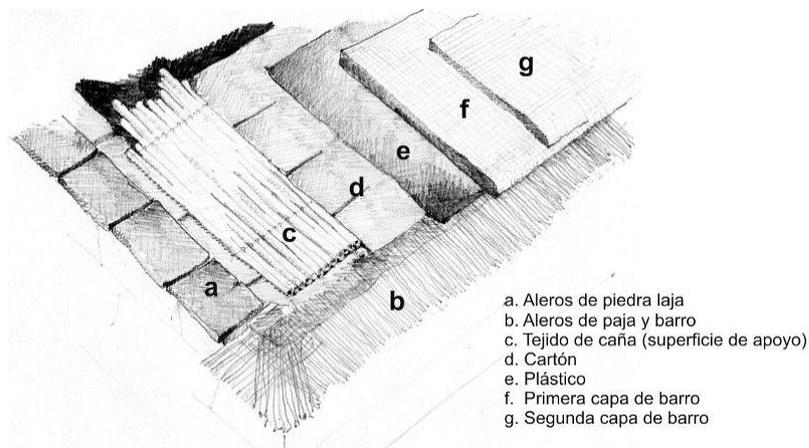


Figura 2. Esquema de un techo de *torta de barro*, con la incorporación del plástico como capa inicial

A los suelos se les incorporan diversos estabilizantes de origen vegetal, animal y mineral. Lo más habitual es el uso de fibras vegetales, en general paja brava, cortada en largos de entre 5 a 10 cm, incorporando en torno a un 10% del volumen del pastón, para contener la retracción del barro en el proceso de secado. Asimismo, se ha registrado el uso de cal mezclada con grasa animal derretida para ser incorporada al suelo en la capa de desgaste para mejorar su capacidad hidrófuga. También solía ser habitual la incorporación de excrementos de llamas, cabras u otros animales con el mismo objetivo y para darle una mayor plasticidad al material. Rotondaro y Rabey (1988) refirieron el uso de ceniza para la preparación del barro, por el aporte asociado a su granulometría fina. La ceniza también se utiliza para incorporarse en las grietas y fisuras producto de la retracción durante el secado. El pastón para *tortear* debe prepararse entre 24 y 48 horas previas a la ejecución, para que el barro pueda *puerirse*, lo que implica dar el tiempo suficiente para que los terrones se desarmen y las arcillas se activen.

El trabajo de *tortado* suele, y en la medida de lo posible debe, ejecutarse en una única jornada para evitar que el secado de los bordes rompa la continuidad de las capas de barro, generando potenciales fisuraciones que permitirían la filtración de agua. La aplicación se realiza en franjas verticales de alrededor de 80 a 100 cm de ancho, comenzando desde la cumbrera hacia los aleros, buscando que la superficie tenga una terminación homogénea, sin grandes oscilaciones donde podría acumularse agua. Recién cuando la capa de base se ha secado completamente es posible ejecutar la capa de desgaste, con un material que

debe tener un mayor porcentaje de agua en la preparación. Los tiempos de duración de un techo de *torta de barro*, antes de las acciones de mantenimiento, son variables y están sujetos a las condiciones ambientales del lugar y la correcta ejecución de la técnica. En todo caso, en general, se espera que puedan mantener sus prestaciones durante períodos que oscilan entre 2 y 4 años. Pasado ese tiempo es necesario incorporar nuevo material, idealmente renovando solo la capa de desgaste, sin afectar la de base. De todas maneras, los constructores suelen recomendar que en períodos más largos, en torno a los 10 años, la *torta de barro* se renueve completamente. Esto está asociado a que en cada *torteadada* se incorpora material y entonces se aumenta la carga sobre la estructura del techo y los muros.

La duración de los techos de *torta de barro* y la necesidad de un mantenimiento periódico son un tema crítico respecto a esta técnica, que ha llevado a la búsqueda de alternativas que mejoren las prestaciones. Los prejuicios, vinculados con la desconfianza y el desconocimiento, llevaron a que esas búsquedas se orientaran a la incorporación de materiales diversos que en general no se basan en el incremento de las capacidades de las técnicas, sino que por el contrario las limitan. Una de las primeras incorporaciones a los techados con *torta de barro*, y que se ha extendido masivamente en la región, es la inclusión de un film plástico debajo de la capa de base, como una aislación hidrófuga adicional, pero que también limita las propiedades higroscópicas del material, impidiendo el intercambio de vapor con el ambiente y favoreciendo la condensación interior. Otra de las transformaciones recurrentes, que también está presente en los revoques de las construcciones de adobe, es la incorporación de una capa superior cementicia que tiene un efecto similar al anterior, pero que además en las condiciones de gran amplitud térmica de la región tiende a fisurarse permitiendo el ingreso de agua en la capa de barro, pero esta no puede liberarse del modo esperado al ambiente, generando diversas patologías producto de la incidencia sostenida de la humedad (Cornerstone, 2006). Más recientemente, a estas incorporaciones, se le ha sumado una capa superficial de membrana asfáltica o membrana líquida con efectos similares a los referidos, limitando las propiedades de los techos de *torta de barro*.

Los cambios ambientales, por un lado, que podrían implicar un aumento de las precipitaciones, y las transformaciones en las dinámicas sociales, por el otro, que reducen la posibilidad de realizar reparaciones periódicas, presentan la necesidad de prolongar la durabilidad de estos techos, alargando los tiempos entre las tareas de mantenimiento. En todo caso, el desafío es diseñar estas respuestas desde las mismas lógicas de las técnicas, en el marco de las culturas constructivas en las que se insertan.

### 3 LA IGLESIA DE UQUÍA Y SUS INTERVENCIONES

Las primeras referencias históricas sobre la Iglesia de la Santa Cruz y San Francisco de Paula en Uquía corresponden a la segunda mitad del siglo XVII, y su construcción se inserta en el marco de la conformación de las reducciones indígenas, conocidas como pueblos de indios, que organizaron territorialmente parte de la Quebrada y la Puna del actual Jujuy desde el siglo XVI (Sica, 2014). En este marco, su morfología responde, en términos generales, a las características que han tenido las capillas en los pueblos de indios en diferentes sitios (Gisbert; Mesa, 1997), en este caso con la existencia de una nave única, con una cubierta a dos aguas, y un único recinto adosado a uno de sus lados, que funciona como sacristía. Posee también una torre exenta y todo el conjunto se encuentra inserto en un atrio cerrado (figura 3). Las dimensiones de esta Iglesia son bastante excepcionales, constituyéndose como uno de los ejemplos de mayor escala del área, cuya nave tiene una planta de 17m x 7m y una altura interior a la cumbra de 8m. El atrio está delimitado por un muro perimetral de 24m de frente por 34m de profundidad. Finalmente, la torre tiene en su base 4m x 4m exteriores y se organiza en dos tramos en altura, con un remate piramidal, que alcanza una altura máxima de 9,9m.

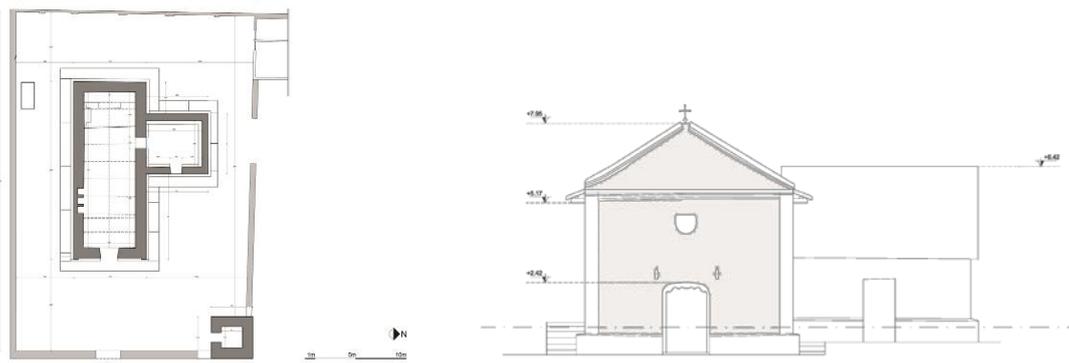


Figura 3. Planta y vista frontal del conjunto de la capilla

En términos constructivos, la Iglesia de Uquía también responde, no sólo a las características generales de su tipo, sino también a las de las arquitecturas domésticas del área, a partir del empleo de diferentes técnicas basadas en el uso de la tierra como materia prima fundamental dentro de un sistema integral. Se trata de una construcción con cimientos y sobrecimientos de piedra y barro cuya altura alcanza los 80cm desde el piso interior, con muros de adobe con un espesor de 1m en la nave y 65cm en la sacristía, conformados con bloques de 60x30x10cm. La estructura de la cubierta, a dos aguas, presenta cerchas de madera sobre una viga collar también de madera que recorre todo el perímetro, y toma la totalidad del espesor del muro. Este sistema, no tan usual en las Iglesias del área, no sólo contribuye a la singularidad de esta obra sino también es una resolución que aporta a la estabilidad general del conjunto y mejora el apoyo de la estructura de la cubierta y su vinculación con el muro. El resto de la techumbre se conforma de un cielorraso de madera de cardón y una terminación de *torta de barro*, la que se constituye como eje de este artículo. En cuanto a los revoques, fueron realizados en barro, con agregado de cal.

Como se ha mencionado, la declaratoria de la Iglesia como Monumento Histórico Nacional fue realizada en el año 1941, en el marco de los primeros procesos de patrimonialización de edificios históricos en la Argentina. Como han señalado Herr y Rolón (2018), estas primeras declaratorias tuvieron una importante presencia de edificios producidos con diferentes técnicas de construcción con tierra. En términos históricos, la valoración de estos primeros edificios estuvo muy vinculada a la reivindicación de un pasado prehispánico y colonial como parte fundante de la identidad nacional (Tomasi, 2012). Este proceso de patrimonialización es especialmente relevante para este artículo en tanto es a partir de ese momento que se dieron una serie de intervenciones, por parte de diferentes organismos nacionales y provinciales sobre la Iglesia, muchas de estas implicando cambios sustantivos en su materialidad. A su vez, la mayoría de estas intervenciones no fue debidamente documentada, por lo que las acciones en las que se enmarca este trabajo constituyeron una instancia relevante en sí misma para el reconocimiento de su trayectoria de conservación.

Someramente, existen referencias a una primera intervención que podría haber tenido lugar en el momento de la propia declaratoria, entre las décadas de 1930 y 1940, en la cual se modificó el remate de la torre y se incorporó a los muros una estructura de vigas y columnas de hormigón armado (Tomasi; Barada, 2021). Esta intervención, cuyas consecuencias han sido particularmente significativas para la integridad de la obra, es relevante para comprender la constitución de un criterio de conservación que formó parte de las acciones desplegadas de manera más o menos sistemática a lo largo del siglo XX en diferentes casos. Particularmente en aquellos edificios construidos con tierra, la adición de elementos estructurales de hormigón armado y del cemento en general, se sostuvo en relación con los prejuicios asociados con la capacidad estructural de estas técnicas y su durabilidad.

Entre las décadas de 1940 y 1960 se realizaron cambios relevantes en el maderamen de la cubierta, quitando el blanqueamiento de cerchas y cardones. Hacia finales de la década de 1980, se registra documentación de dos proyectos de intervención, uno por parte del Ministerio de Obras Públicas, que involucraba tareas de mantenimiento de diversas Iglesias

del área y otro por parte de la Fundación Antorchas, en 1989. En ambos casos pueden reconocerse acciones en lo que respecta a los elementos decorativos, revoques, maderamen y la primera mención explícita a una intervención sobre la *torta de barro*. Las siguientes intervenciones, generadas por la Dirección General de Arquitectura de Jujuy, se concentraron principalmente en la cubierta, con alteraciones significativas a su materialidad. Es relevante señalar la relación que existe entre los procesos de patrimonialización y los sentidos sobre los que se construyen las valoraciones, y los consecuentes criterios de conservación empleados. La declaratoria de la Iglesia, basada principalmente en una mirada objetual sobre sus atributos históricos y estilísticos, tuvo como consecuencia una continuidad de acciones destinadas al mantenimiento del “objeto” más que a la conservación integral de sus criterios y sentidos técnicos, y, entonces, sociales.

### 3.1 Las transformaciones en la torta de barro

La primera documentación sobre las intervenciones realizadas sobre la *torta de barro* corresponde al proyecto de conservación de la Iglesia de 1989. En esta, se incluye un detalle constructivo de la *torta* a realizar, que además de una serie de cambios en el maderamen, renovando más de la mitad de las tablas de cardón, incluyó la realización de dos capas de *tortado*, y entre estas, el agregado de dos capas sucesivas de “aislación hidrófuga”, “tipo rubber oil”<sup>1</sup>, y una “cubriera de chapa”. Un registro posterior sobre el deterioro de la *torta de barro*, realizado en 2012 por la Dirección General de Arquitectura de Jujuy, evidencia la presencia de una media sombra, que debió colocarse en alguna de las intervenciones previas, aunque no se encuentra documentación al respecto. El desprendimiento de la *torta de barro* que describe dicho relevamiento, motivó una nueva intervención sobre la cubierta que incluyó transformaciones drásticas. Concretamente, se propuso ejecutar “una capa hidrófuga cementicia mallada de espesor mínimo sobre el entablonado, dejando elementos en su superficie para sujetar tablillas/listones (transversales a la caída del techo)” (figuras 4 y 5). Estos listones debían evitar el deslizamiento de la *torta* de barro, a partir, supuestamente, de una mejor adherencia sobre la capa cementicia. Finalmente, sobre la *torta*, se colocaría una capa de suelo-cemento como terminación.



Figuras 4 y 5. Estado de la cubierta antes de la intervención de 2012 y luego, la de los trabajos realizados incluidas en el expediente (CNMMyLH, 2012)

Posteriormente, se realizó una nueva restauración en 2018, también a cargo de la Dirección General de Arquitectura. El informe realizado describe la presencia de una media sombra y una membrana líquida que no había sido proyectada en 2012, por lo que se infiere una intervención no documentada entre ambos momentos. En todo caso, es en 2018 cuando se realiza la última intervención sobre la cubierta previo al inicio de los trabajos aquí referidos. Esta última incluyó la reparación de los extremos de la cubierta, en los aleros sobre muros, con la incorporación, nuevamente de mortero cementicio y membrana como terminación.

Los cateos realizados en el contexto de la elaboración del diagnóstico sobre la Iglesia, en 2019, permitieron observar la presencia de las transformaciones que se hicieron a lo largo de las intervenciones citadas, y sus consecuencias en el estado de conservación (figura 6).

<sup>1</sup> CNMMyLH, Archivo, Iglesia de Uquía, 1989.

En este contexto, la materialidad de la *torta de barro* estaba conformada por: una primera capa de mortero cementicio de 2cm de espesor sobre una base de cartón corrugado. Sobre esta, un alambre romboidal con listones de madera de pino, sobre el cual se observó una capa de barro de 8cm de espesor. Como terminación, una tela media sombra, clavada sobre los listones, pintada con membrana líquida.



Figura 6. Cateo realizado sobre la *torta de barro* en el estado encontrado al inicio de los trabajos

### 3.2 Los daños y degradaciones emergentes

El análisis realizado sobre el estado de conservación de la *torta de barro* durante el diagnóstico, implicó hallazgos significativos en términos de daños sobre el edificio, más allá de aquellos evidentemente implicados en su falta de integridad y en la tergiversación de su autenticidad en términos integrales. Además de la presencia del cemento como parte de la composición de la *torta* y su incapacidad para lograr una correcta evaporación de la humedad, esta cualidad fue potenciada negativamente, al menos por otros dos factores. Por un lado, la malla plástica y la capa de membrana líquida utilizada como terminación, fueron fijadas con el uso de clavos, que favorecieron la aparición de puntos específicos de ruptura de la continuidad de la aislación y entonces, de entrada de agua. Por el otro, los listones de madera colocados en diagonal al faldón para evitar el potencial deslizamiento de la torta durante su colocación, favorecieron la generación de una superficie irregular que conllevó a un escurrimiento deficiente de las aguas de lluvia y entonces, su acumulación por sectores.

En este contexto, es necesario considerar el análisis de los cateos realizados durante la etapa de diagnóstico del proyecto llevado a cabo. La capa de torta de barro evidenció un alto nivel de humedad, por encima del 10% en peso, luego de al menos 7 días sin precipitaciones en Uquía. Esto muestra que la resolución elegida no evitó el ingreso de agua, y, además, impidió la adecuada evaporación y secado del material, lo que ha aumentado los deterioros por la humedad continua sobre los elementos de madera y sobre los propios muros (figuras 7 y 8). Así, se pudo registrar el ingreso de agua en distintos paramentos interiores, con consecuencias sobre sus terminaciones y sobre el propio adobe. El análisis realizado sobre los adobes en uno de los sectores más afectados arrojó un 12% de agua en su peso, ante una situación normal que no debiera superar el 2%. Este nivel de concentración de agua fue potenciado por la utilización de revoques cementicios en el interior, que favorecieron su concentración en los muros, con consecuencias visibles. A su vez, se registró un biodeterioro significativo en elementos de madera, particularmente cardones. Finalmente, la entrada de agua concentrada en ciertos sectores del techo, implicó sobrepesos diferenciales en ciertos sectores que, sumados al biodeterioro en maderas, llevaron a la fractura de algunos de los elementos estructurales.



Figuras 7 y 8. Vista general y esquema de uno de los muros con mayor afectación de humedad superior

#### 4 LA PROPUESTA PARA LA RECUPERACIÓN Y SU EJECUCIÓN

El trabajo realizado para restauración de la Iglesia de Uquía implicó un conjunto de acciones orientadas a la consolidación estructural de los muros, que exceden los objetivos de este trabajo, pero que incluyeron la recuperación de la traba de los muros que presentaban grietas, la incorporación de llaves de refuerzo en estos sectores y el drizado parcial de los muros, siguiendo las recomendaciones de la Norma E.080 de Perú (2017), junto con el retiro de todos los revoques cementicios y la reposición de los de barro. En los techos, se repararon y renovaron los elementos de madera dañados por la acción sostenida de la humedad y los biodeterioros, incluyendo la viga collar que la capilla presentaba como parte de su construcción original. En lo que se refiere a la terminación de *torta de barro*, además de retirar todos los elementos ajenos al sistema constructivo, se presentaban una serie de desafíos importantes en el marco de la decisión de recuperar la materialidad de esta técnica. Por un lado, el incremento de la durabilidad de la cubierta, reduciendo la necesidad de tareas de mantenimiento; por el otro, resolver las discontinuidades en el techo en la cumbrera, en los aleros, en la vinculación con el techo de la sacristía y en el encuentro con el frontis. Todos estos sectores implican encuentros complejos donde pueden presentarse comportamientos diferenciales entre los materiales, en los que pueden generarse fisuras en la *torta de barro* que favorecerían las filtraciones.

##### 4.1 La resolución técnica propuesta

El criterio para la ejecución de la nueva *torta de barro* se basó en una serie de premisas que incluían: la recuperación de las características habituales históricas para la región de esta técnica en sus materiales y procedimientos, la no utilización de materiales ajenos al sistema constructivo, que no estén presentes al menos en otras secciones del edificio, y la introducción de mejoras en las capacidades del techado en relación con su durabilidad que formaran parte del universo técnico de estas culturas constructivas. En este sentido, el objetivo no era evitar la necesidad periódica de reparación del *tortado*, sino prolongar su vida útil de los 2 a 4 años habituales a una expectativa de entre 4 a 7 años. Esta duración podría prolongarse si se realizan reparaciones menores en plazos más cortos.

En relación con la introducción de materiales ajenos, se decidió no incorporar la capa de plástico por debajo de la *torta de barro* por dos razones. En primer lugar, porque impide el intercambio de vapor con el ambiente, un tema relevante para un edificio con poca ventilación y que por su uso reúne a grandes cantidades de personas. Esto puede generar una condensación importante con potenciales degradaciones en los elementos constructivos. Por otra parte, esa capa plástica impide el anclaje mecánico de la *torta de barro* con la rugosidad de las tablas de cardón, por lo que pueden generarse deslizamientos en el material en un techo con una pendiente en torno a los 40° tanto en la nave como en la sacristía. La propuesta, entonces, se orientó al desarrollo de tres capas superpuestas en el *tortado*. Una primera, parcial, basada en el uso de tierra aligerada (Volhard, 2016), en todos los encuentros potencialmente problemáticos, la segunda constituida por la tradicional capa de base de unos 7 cm de espesor, y, finalmente, la capa de desgaste, en torno a los 3 cm, estabilizada con cal hidratada para mejorar su resistencia a la erosión. La ejecución de

la capa de base y la de desgaste se verificaron inicialmente en un modelo en escala 1:1 de una porción del techo de la nave, considerando el encuentro en la cumbrera y la pendiente correspondiente. Este modelo estuvo expuesto a las condiciones ambientales del lugar durante 3 meses, verificándose sus niveles de deterioro.

La capa inicial, aligerada, se realizó con paja brava, sin fraccionar, formando manojos, embebidos en una barbotina de barro, con tierra tamizada, replicando las características de la técnica del *guayado*. Estos manojos de paja se colocaron en todos los encuentros, particularmente en los cambios de pendiente de los techos, en un sentido perpendicular, abarcando hasta 1 m hacia cada lado del quiebre. A su vez se aplicaron en los puntos de contacto entre el techo de la nave con el de la sacristía, y en la llegada del primero al muro del frontis, que se eleva por encima de la *torta de barro* (figuras 9 y 10). La mayor flexibilidad que le brindan las fibras vegetales a esta capa permitirá absorber buena parte de los movimientos diferenciales que pueden generarse en la estructura del techo, limitando su transferencia a las capas del torteado que tienen una mayor rigidez. En otros términos, la resolución propuesta tiene una rigidez creciente desde la base de tierra aligerada hasta la capa de desgaste estabilizada con cal. La paja embebida en barro, por otra parte, brinda una aislación hidrófuga adicional en sectores donde existe un mayor riesgo de filtraciones.



Figuras 9 y 10. Detalles de la capa aligerada

La capa de base se ejecutó con una altura constante de 7 cm, buscando reducir las irregularidades propias del entablado de madera de cardón. El suelo utilizado se obtuvo en la misma localidad, en base a las referencias de la comunidad, correspondiéndose en su granulometría y propiedades con muestras tomadas en otros casos de estudio. En este sentido, se trató de un suelo relativamente fino, con un 55% de los granos pasantes en el tamiz #200, correspondiendo la distribución granulométrica a un 51% de arenas finas, un 38% a limo y casi un 8% a arcillas. En cuanto a sus límites, se registró un límite líquido de 27% y un límite plástico de 17%, resultando en un índice de plasticidad de 9%. Si bien los porcentajes de arcillas no son significativamente altos, estas sí alcanzan un coeficiente de actividad significativo de 1,18, que se equilibra con el porcentaje de arenas presente en el suelo. Para esta capa de base, se estabilizó con paja brava, cortada en largos de 10 cm en una proporción en torno al 10% en volumen. La ejecución de la capa de base sobre la totalidad del techo (178 m<sup>2</sup> de la nave y 62 m<sup>2</sup> de la sacristía) se desarrolló en una jornada, para evitar las referidas discontinuidades, avanzando en forma simultánea en los dos faldones del techo, con un equipo de cuatro personas en cada uno. El trabajo se realizó partiendo del extremo este, desde la fachada de la capilla y desde la cumbrera hacia los aleros, en franjas verticales de 80 cm de ancho, unificando las superficies con fratacho (figuras 11 y 12).

La capa de desgaste se realizó a partir de los ensayos realizados sobre muestras realizadas sobre el techo de la sacristía orientado hacia el norte para evaluar el porcentaje de cal hidratada adecuado para la estabilización. El uso de cal hidratada para la estabilización de techos de *torta de barro* fue evaluado recientemente por Latina et al. (2017), en base a la incorporación de 10% y 20%, además de analizar la incidencia de otros estabilizantes. A partir de los ensayos de laboratorio concluyeron que la muestra con 10% de cal obtuvo los

mejores resultados tanto en abrasión como en erosión hidráulica. De todas maneras, el porcentaje adecuado de cal a incorporar está sujeto a las muestras de suelo específicas, considerando los niveles de arcilla presentes y la actividad de éstas. En este sentido, los porcentajes no pueden trasladarse en forma directa y deben ensayarse sobre los suelos específicos a ser utilizados, sobre los soportes reales.



Figuras 11 y 12. Proceso de ejecución de la capa de base

Las cuatro muestras iniciales se realizaron incorporando 5%, 10%, 15% y 20% de cal en volumen, sumándose luego una muestra adicional de 18% para ajustar el porcentaje adecuado. Cada muestra se realizó en rectángulos con una superficie de 1m<sup>2</sup>, sobre el mismo soporte, la capa de base, sobre la que se ejecutaría completa la capa de desgaste. A los efectos de mejorar la adhesión, la superficie se limpió para eliminar las partículas sueltas de material y se remojó en forma abundante, para luego ejecutar una capa de 2 cm de espesor. El suelo utilizado fue el mismo que para la capa de desgaste, aunque pasado por un tamiz de 2mm, y con una consistencia ligeramente viscosa. La revisión en obra de las muestras mostró una apariencia similar en términos de color y textura en las mismas, sin cambios evidentes por la mayor proporción de cal. El comportamiento mecánico fue variable, con una presencia significativa de fisuras y grietas con una mayor proporción en la primera muestra (5% de agregado de cal) y su presencia decrece hacia la muestra 4, con 20% de agregado de cal. Se observaron fallas en la adherencia entre la capa de desgaste y la torta base, que se pudieron observar a partir de desprendimientos manuales en fragmentos de muestra localizados en los extremos y en algunos casos hacia el centro de las mismas. La prueba de abrasión se realizó con un cepillo de alambre de 10 cm de diámetro y 1cm de espesor con cerdas de bronce, montado en un taladro inalámbrico Bosch GSR 120-LI. El disco se apoyó sobre la capa, sin presionar, ejecutando el taladro a una velocidad constante de 380 rpm y un par de giro de 30 Nm, durante 1 minuto. La prueba de erosión hidráulica se realizó a partir de la aplicación de un chorro de agua constante dirigido con presión, perpendicularmente, a una distancia de 10 cm, durante 5 minutos.

Tabla 1. Resultados de los ensayos

Ensayo	Torta Base	1 (5%)	2 (10%)	3(15%)	4(20%)
Abrasión	3 cm	2,6 cm	2.3 cm	2 cm	1,5 cm
Erosión	3 cm	2 mm	Descascaramiento superficial	Sin cambios	Sin cambios

Evidentemente, el incremento de proporción de cal en la mezcla le brinda una mayor durabilidad a la capa, con una resistencia incremental a la abrasión. En todo caso, el comportamiento de las cuatro muestras se evidencia superior al de la capa de base. Como se observa en la tabla, mientras que en las muestras con mayor proporción de cal (3 y 4) no hubo cambios aparentes ante la afectación del agua, en aquellas con menor proporción sí

se observó una pequeña erosión aunque muy limitada si se la compara con la capa de base sin estabilizar. La acción de la cal incorporada a la capa de desgaste es incluso más significativa que en la prueba de abrasión, evidenciando un mejor comportamiento ante la afectación del agua en las condiciones superficiales de la cubierta. En función de estos resultados se realizó una quinta muestra con un 18%, buscando ajustar un porcentaje más preciso, que presentó los mismos resultados frente a los ensayos, con una cantidad limitada de fisuras, y por lo tanto fue el porcentaje elegido para la ejecución en la totalidad del techo.

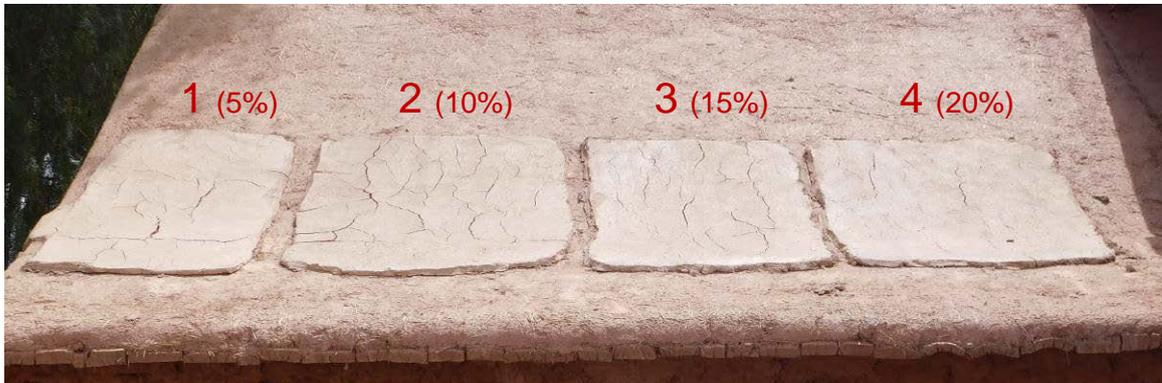


Figura 13. Muestras para la evaluación de la capa de desgaste

Las muestras se aprovecharon, asimismo, para ensayar las metodologías para el completamiento de las fisuras que se presentarían. A estos efectos, se preparó una barbotina, con el suelo tamizado y estabilizado en el porcentaje de cal seleccionado. Con este material se completaron todas las fisuras en las muestras, en dos aplicaciones. Los resultados fueron los esperados y no solo permitieron el llenado de las fisuras existentes, sino que además, por la filtración del material entre las capas, mejoraron la adherencia en los casos en que no era la adecuada. Al igual que en el caso de la capa de base, la de desgaste se aplicó en una jornada, con una logística similar a la ya referida. Con posterioridad al secado, se procedió a realizar el completamiento de las fisuras con la barbotina estabilizada, en sus dos aplicaciones. En particular el trabajo sobre los bordes en los aleros requirió un tratamiento específico para evitar un encuentro en ángulo que provocaría una línea de fractura por la mayor rigidez del suelo estabilizado.

## 5 CONSIDERACIONES FINALES

Los criterios y prácticas de conservación arquitectónica continúan siendo un campo complejo y en discusión, en el marco de la tensión entre la universalidad de soluciones y las particularidades de cada caso. Lo observado aquí en torno a la Iglesia de Uquía y su trayectoria de conservación evidencia, por un lado, la necesidad de concebir a los edificios de un modo integral, comprendiendo a las técnicas y materiales, y a sus prácticas asociadas, como elementos que debieran ser indisolubles de la propia valoración, y no como meros medios para la producción de un objeto. Por otro lado, en lo que respecta particularmente a la conservación de las arquitecturas con tierra, el caso expuesto evidencia la persistencia de prejuicios y desconocimientos técnicos que convergen en soluciones deficientes que afectan la conservación y sostenibilidad de los edificios en el tiempo. En este sentido, es relevante considerar el rol y la oportunidad que se da en el conocimiento de los saberes técnicos de las propias comunidades locales como claves para una conservación que se inserte en los criterios “universales”, pero desde los contextos locales, garantizando así la sustentabilidad de los edificios.

El proyecto llevado a cabo desde 2019 para la conservación de la Iglesia y en particular las decisiones tomadas en torno a la recuperación y conservación de la *torta de barro*, procuró el desarrollo de mejoras -principalmente a partir de la incorporación de la cal-, que sean coherentes con el sistema constructivo del edificio, desde la valoración del conocimiento local en diálogo con las experiencias que diferentes investigadores han realizado en este mismo sentido. Así, la propuesta no sólo procuró considerar alternativas que contribuyan a

la conservación integral de los edificios, sin que posibiliten el diálogo entre los distintos actores involucrados en su mantenimiento en el tiempo. En este sentido, resulta relevante considerar tanto la experiencia realizada como su correcta documentación y registro, en función de facilitar los trabajos futuros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cornerstones Community (2006). Adobe conservation. A preservation handbook. Santa Fe: Cornerstones Community.

Delfino, D. (2001). Las pircas y los límites de una sociedad. Etnoarqueología en la Puna (Laguna Blanca, Catamarca, Argentina). En Kuznar, L. (ed.) Ethnoarchaeology of Andean South America. Michigan: International Monographs in Prehistory, p.97-137.

Gisbert, T.; De Mesa, J. (1997) Arquitectura andina, 1530-1830. La Paz: Embajada de España.

Herr, C.; Rolón, G. (2018). Registro documental e intervención patrimonial en la arquitectura religiosa de la provincia de Jujuy. Criterios implementados por la Comisión Nacional de Museos, de Monumentos y Lugares Históricos (CNMMLH) durante el período 1938-1946. Anales del IAA, 48(1), p. 31-45.

Latina, S.; Sosa, M.; Varela Freire, G.; Dorado, P. (2017). Torta de barro. Comportamiento de materiales incorporados en la capa de desgaste. 17° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. La Paz: FAADU-UMSA / PROTERRA, p.113-122.

Norma E.080 (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=3478>

Ramos, A.; Nicolini, A.; Demargassi, C.; Marinsalda, J.C. (2004). Arquitectura de tierra. Medio ambiente y sustentabilidad. ¿Sustentabilidad o adaptabilidad? en los pobladores de Susques, noroeste de Argentina. Tercer Seminario Iberoamericano de construcción con tierra. San Miguel de Tucumán: Proterra – CRIATIC, p.121-131.

Rotondaro, R. (1984). Arquitectura natural de la Puna. Arquitectura y Construcción, 41, p.38-41.

Rotondaro, R.; Kirschbaum, C. (1993). Innovaciones en cubiertas de tierra del altiplano. Estudio comparativo de muestras en laboratorios. San Salvador de Jujuy: Programa de Ecología Regional.

Rotondaro, R.; Rabey, M. (1988) Experimento tecnológico sobre techos de tierra mejorados en la Puna jujeña de la Región Andina. Foco de tecnología apropiada, 26, p.2-13

Sica, G. (2014). Forasteros, originarios y propietarios en la quebrada de Humahuaca, Jujuy (siglos XVII y XVIII). Estudios sociales del NOA 14, p. 15-39.

Tomasi, J. (2012). Mirando lo vernáculo. Tradiciones disciplinares en el estudio de "otras arquitecturas" en la Argentina del siglo XX. Revista Área 17, p. 68-83.

Tomasi, J. (2013). Cubiertas con tierra en el área puneña. Acercamiento a las técnicas y prácticas contemporáneas en Susques (Jujuy, Argentina). 13° Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. Valparaíso: Universidad Católica de Chile / PROTERRA, p.593-604.

Tomasi, J.; Barada, J. (2020). Patrimonios coloniales y republicanos. Caracterización de sus técnicas y materialidades en la provincia de Jujuy. Gremium, 7 (14), p.53-68.

Tomasi, J.; Barada, J. (2021). Alteraciones y patologías en el patrimonio construido con tierra. La introducción del cemento en casos de estudio en el norte de Argentina. XII International Conference on Structural Repair and Rehabilitation | CINPAR 2021. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.

Tomasi, J.; Rivet, C. (2009). Patologías y propuestas en la cubierta de barro de un centro de interpretación arqueológica. Antofagasta de la Sierra, provincia de Catamarca. Construcción con Tierra 4, p.63-72.

Volhard, F. (2016). Construire en terre allégée. Arles: Actes sud.

## AUTORES

Jorge Tomasi. Arquitecto (FADU-UBA), Magíster en Antropología Social (IDES-IDAES-UNSAM), Doctor de la Universidad de Buenos Aires (FFyL-UBA) e Investigador Adjunto del Consejo Nacional de Investigaciones en Ciencia y Técnica (CONICET), con lugar de trabajo en el Laboratorio de

Arquitecturas Andinas y Construcción con Tierra (LAAyCT). Profesor Adjunto de la Universidad Nacional de Jujuy. Miembro de ISCEAH-ICOMOS y miembro de la Red Iberoamericana PROTERRA.

Julieta Barada. Arquitecta (FADU-UBA), Magíster en Antropología Social (IDES-IDAES-UNSAM), Doctora de la Universidad de Buenos Aires (FFyL-UBA) e Investigadora Asistente del Consejo Nacional de Investigaciones en Ciencia y Técnica (CONICET), con lugar de trabajo en el Laboratorio de Arquitecturas Andinas y Construcción con Tierra (LAAyCT). Docente de la Universidad Nacional de Jujuy. Miembro de ISCEAH-ICOMOS y de la Red Iberoamericana PROTERRA.