

## TIERRAS PARA EL GUAYADO. CARACTERIZACIÓN DE SUELOS PARA TECHADOS CON PAJA EN EL ALTIPLANO SURANDINO

Jorge Tomasi

CONICET – Centro Universitario Tilcara, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Tilcara, Argentina, jorgetomasi@hotmail.com

**Palabras clave:** cubiertas, Puna, suelos, Argentina, Chile

### Resumen

La importancia de las técnicas de construcción en tierra para la producción arquitectónica en el área andina ha sido ampliamente referida en diversas investigaciones. Asimismo, se ha llamado la atención sobre la significación de los procedimientos orientados a la realización de cubiertas a partir del uso combinado de la tierra y de distintas especies vegetales. El guayado es una de estas técnicas, con una amplia difusión en el norte de Argentina y Chile y sur de Bolivia. Si bien se conocen las lógicas del guayado no se han encarado estudios específicos que permitan adentrarse en las características de los materiales utilizados. Se presenta el análisis sistemático realizado en laboratorio sobre muestras de suelos usados para la preparación del barro del guayado, en un estudio comparativo que incluyó distintas localidades en el área. Las características identificadas se pondrán en relación con las definiciones de los constructores locales. En lo que se refiere a los estudios de laboratorio, se han considerado muestras de suelos de cuatro localidades diferentes en el norte de Argentina y Chile. Sobre todas las muestras se realizaron análisis granulométricos y la identificación de los límites de Atterberg. En paralelo, esta investigación implicó un minucioso trabajo de campo en el que se registraron las características de las técnicas y las valoraciones que los constructores realizan sobre los suelos. La puesta en relación de los datos surgidos del laboratorio y el trabajo de campo, ha permitido ampliar el conocimiento existente respecto a la técnica del guayado, y poner en evidencia la existencia de una importante similitud en las características de los suelos seleccionados, más allá de la dispersión espacial de las localidades seleccionadas para este estudio.

### 1 INTRODUCCIÓN

Distintas referencias, muchas de estas etnográficas, han llamado la atención sobre la importancia que tienen en el área andina las técnicas de techado basadas en el uso de fibras vegetales, particularmente gramíneas, con referencias existentes para Perú, Bolivia, y el norte de Chile y Argentina. Como se detallará más adelante, en algunos casos, las gramíneas utilizadas se agrupan formando atados que luego se atan sobre los techos utilizando distintos tipos de cuerdas. En otros, como los que se referirán en este trabajo, las fibras son embebidas en barro de una consistencia viscosa, denominándose habitualmente esta técnica como “guayado”.

Estas técnicas para el techado son significativas tanto en términos sociales y culturales como tecnológicos en relación con la complejidad que presentan los procedimientos que llevan habitualmente a la participación de especialistas, la diversidad de materiales que son necesarios para su ejecución, la gran cantidad de personas que se requieren para una tarea que debe realizarse en un lapso breve de tiempo, y la dimensión ritual que suele estar asociada con los “guayados”. Sin perder de vista lo antes dicho, es necesario observar que mientras en relación con otras técnicas, como el adobe, existe una importante persistencia en su uso dentro del área andina, con aquellas asociadas al techado se nota un franco descenso en su empleo, siendo habitualmente reemplazadas por las cubiertas de calamina.

En efecto, existen en la literatura diferentes trabajos que, con distintos abordajes, han analizado las características globales del procedimiento y sus transformaciones recientes, considerando distintos casos de estudio en la región (Contreras Álvarez, 1974; Delfino, 2001; Pujal et al., 2002; Ramos et al., 2004; Rotondaro, 1984; Rotondaro; Rabey, 1988; Serracino; Stehberg, 1975; Šolc, 2011; Tomasi; Rivet, 2011). Sin embargo, no se han

encarado estudios sistemáticos sobre las materias primas utilizadas, específicamente el suelo y las fibras vegetales. En este contexto, este trabajo se propone como un primer avance en el conocimiento de los suelos utilizados para la ejecución de la técnica del “guayado”<sup>1</sup>, a partir de la información surgida tanto del trabajo de campo como de los estudios de laboratorio realizados. A estos efectos se consideraran muestras provenientes de cuatro casos de estudio: Coranzulí, Cochinoca, Conchi Viejo y Caspana, los dos primeros en el norte de Argentina y los segundos en el norte de Chile (Figura 1). La dispersión de los casos analizados está vinculada con la voluntad de realizar un abordaje comparativo a escala regional para la comprensión y definición de estas técnicas, a partir del análisis exhaustivo de casos de estudios específicos. En este marco, se propone establecer una primera caracterización general sobre los suelos utilizados, considerando tanto los rasgos comunes como la existencia de particularidades en cada una de las comunidades. Cada una de las muestras se ha analizado en el laboratorio su granulometría y plasticidad<sup>2</sup>, y los resultados se vincularon con las lógicas de los procedimientos constructivos concretos y las expectativas expresadas por los constructores en relación con los suelos seleccionados localmente. El avance en el análisis y caracterización de estas materias primas se constituye como un punto clave para ampliar el conocimiento global sobre estas técnicas y, a partir de esto, contribuir a una mejora de sus capacidades y un fortalecimiento en su utilización.

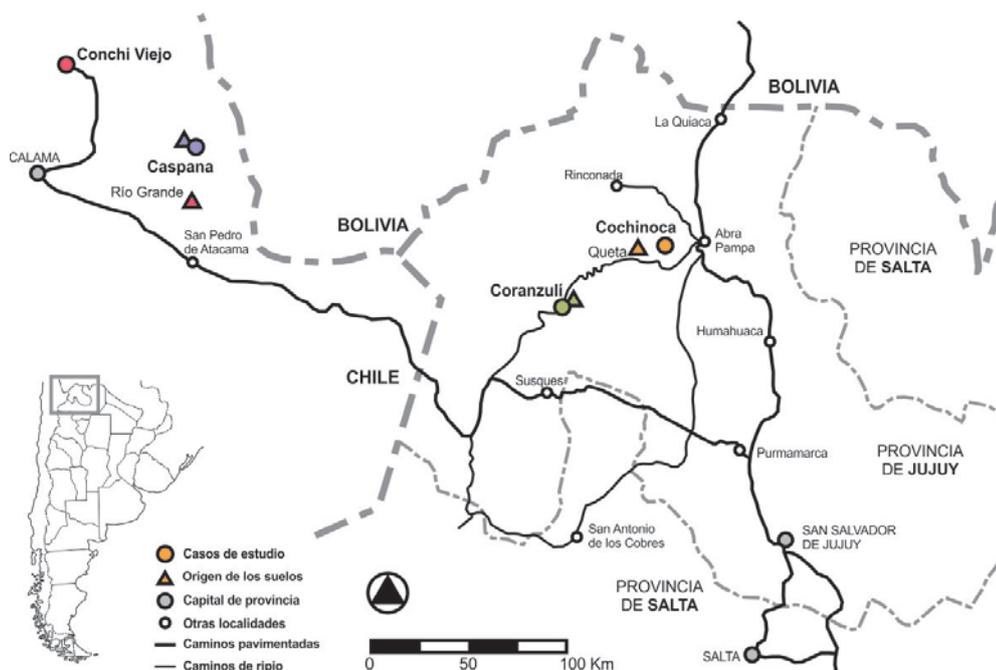


Figura 1. Ubicación de los casos de estudio y de los lugares de origen de los suelos analizados (Elaboración propia)

## 2 TECHOS CON PAJA Y BARRO: GESTOS Y PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS

Antes de poder avanzar en las características de los suelos utilizados, es necesario recorrer brevemente las particularidades de la técnica para el techado con paja y comprender el rol que estos suelos tienen en ese contexto. Como se ha señalado en la introducción, el uso de gramíneas puede dividirse en el área andina entre aquellas técnicas que implican un procedimiento “seco” y las que implican el uso de barro, en las que se enfocará este trabajo. En el caso de las primeras, la paja se organiza en atados, que suelen ser conocidos como

<sup>1</sup> El análisis botánico de las gramíneas se encuentra en proceso de ejecución y será tratado en forma específica en un trabajo futuro. En esta presentación serán referidas utilizando sus denominaciones y caracterizaciones locales.

<sup>2</sup> Los estudios se realizaron en el Laboratorio de Arquitecturas Andinas y Construcción con Tierra del Centro Universitario Tilcara, gracias al financiamiento del PICT 2013-0833 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (Argentina).

“q’epes”, que luego se atan en sobre la estructura de la cubierta, generando una superficie continua de gran espesor, sin el uso de barro en todo el proceso. Este tipo de técnicas han sido referidas para comunidades en Perú (Gose, 1991; Sendón, 2004) y Bolivia (Arnold, 1998). Un caso particular es de los techos en las casas circulares de los grupos chipaya, también en Bolivia, donde la paja se sostiene con el uso de una red de cuerdas que se pone por encima de la cubierta (Metraux, 1931).

## 2.1 Las lógicas del “guayado”

En lo que se refiere a la técnica que se basa en el uso combinado de gramíneas y barro se han encarado descripciones importantes para sitios en el norte de Chile como Lirima en Tarapacá (Contreras Álvarez, 1974), en los alrededores de San Pedro de Atacama (Serracino; Stehberg, 1975) y Enquelga (Šolc, 2011). Lo primero ha ocurrido en el norte argentino con referencias amplias para distintas comunidades en la Puna jujeña (Rotondaro, 1984; Rotondaro; Rabey, 1988) y catamarqueña (Delfino, 2001), y otros más focalizados, por ejemplo, en Susques (Pujal et al., 2002; Ramos et al., 2004). En este texto solo se planteará una descripción de los rasgos generales de la ejecución de esta técnica, siendo que en trabajos previos se han abordado con más detalle las variabilidades registradas en los distintos casos estudiados (Tomasi; Rivet, 2011; Tomasi, 2013).

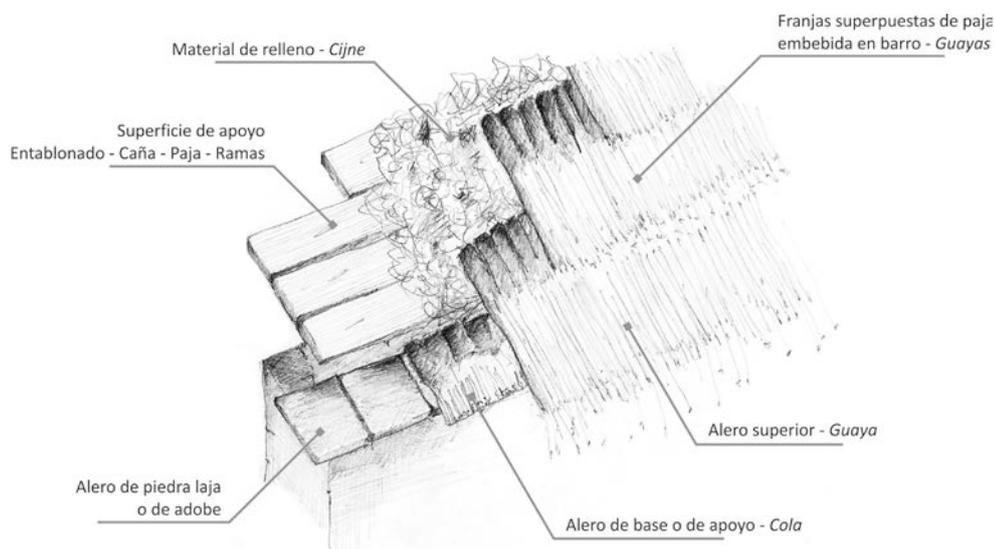


Figura 2. Esquema general del “guayado” (Elaboración propia)

A modo de síntesis, el “guayado” consiste en una cubierta formada por manojos de paja parcialmente embebidos en barro que se colocan en hileras horizontales continuas y a su vez en forma superpuesta desde la parte baja hasta la cumbre, dejando a la vista la porción seca de las gramíneas (Figura 2). Producto de la forma en que esto se ejecuta, hacia el exterior se reconoce una cubierta uniforme de paja, pero por debajo se conforma una capa continua de barro con la porción oculta fibras formado una suerte de estructura interior, que contribuye a fijar el material al techo<sup>3</sup>.

La preparación previa de los materiales es una etapa sensible dentro del proceso puesto que es necesario contar con grandes cantidades de paja y de barro para que luego el trabajo pueda realizarse en forma continua, sin interrupciones. En el caso de la paja, el

<sup>3</sup> Si bien la descripción de las estructuras de los techos excede los objetivos de este trabajo, es posible observar que cuando estos son a dos aguas se realizan con “tijeras”, es decir cabreadas de par y nudillo, sobre la que se colocan las alfajías. Tradicionalmente estas estructuras se realizaban con tablas de madera de cardón o ramas de queñoa, atadas con tientos de cuero, aunque hoy en día han ganado en importancia las maderas industrializadas. Por encima se materializan capas continuas, a modo de encofrado perdido, con distintos procedimientos y materiales, como entablados, entramados de ramas de arbustos, caña o tejidos de paja. A través de estos se busca generar una superficie continua y homogénea para la ejecución de “guayado”. Al respecto de estas estructuras se puede consultar Tomasi y Rivet (2011) y Tomasi (2013).

procesamiento consiste en la separación de las fibras en la parte de la raíz, su limpieza y el armado de pequeños atados que pueden tomarse con una sola mano (Figura 3a). Como se verá en el próximo punto, el barro se prepara en pozos, pequeñas “kanchas” o tanques buscando que adquiera una consistencia homogénea viscosa-líquida (Figuras 3b y c). Con los materiales listos, el trabajo comienza con la colocación de una cama de paja pequeña y entreverada, que recibe diferentes nombres según la comunidad, que tiene la función de unificar la superficie de apoyo para que las irregularidades no se trasladen luego a la cubierta generándose ondulaciones donde pueda acumularse agua (Figura 3d). Los manojos de paja, ya embebidos parcialmente en el barro (Figura 3b), se colocan uno junto al otro sobre la cubierta (Figura 3d). El trabajo de colocación es el más delicado de todo el proceso y requiere de una suma de gestos técnicos que deben asegurar la distribución homogénea del barro, el adecuado solapamiento de los manojos y una terminación pareja. Habitualmente esta tarea es supervisada por una persona experimentada desde el piso quien le da indicaciones al “guayador”. Como es posible observar, toda esta tarea requiere de la participación de una cantidad importante de personas para la preparación de los manojos, el traslado y la colocación en la cubierta, incluso cuando se trata del techado de una casa. Históricamente, el techado ha sido una de las instancias sociales en las que se activaban las redes de colaboración de las unidades domésticas.



Figura 3. Distintos momentos en el proceso de repaje en los casos analizados: (a) Cochinoca, preparación de la paja; (b) Coranzulí, armado de los manojos; (c) Conchi Viejo, mezclado del barro; (d) Caspana, colocación en el techo (Fotografías propias)

## 2.2 El rol del barro y su punto justo

El barro tiene diversos roles en el marco del “guayado” que es necesario considerar como paso previo a la caracterización del suelo. Como se ha indicado, los manojos de paja son sumergidos hasta la mitad de su longitud total en los casos en que se utilizan gramíneas de hasta 60cm de largo, como en Coranzulí y Cochinoca, y hasta un tercio, en los casos de Caspana y Conchi Viejo donde no suelen tener más de 30cm. Al embeber los manojos, el barro debe poder penetrar entre las fibras completamente, tal que éstas no queden secas. De esta manera, el barro actúa como un ligante de las fibras, debiendo contribuir a mantenerlas unidas. Al mismo tiempo, debe completar los intersticios que quedan entre las fibras. Para que esto se logre, el barro debe tener una consistencia muy específica, entre

viscosa y líquida, que se logra luego de un prolongado proceso de batido de la mezcla, que puede demandar, si se lo realiza en forma manual, varias horas, en pos de lograr una preparación homogénea, con el material correctamente desagregado y una consistencia precisa.

El punto justo de consistencia se alcanza cuando al sumergir la paja el barro logra penetrar entre las fibras, sin que esto provoque que, al levantar las “guayas”, se deslice el material, producto de una consistencia excesivamente líquida. En Coranzulí, por ejemplo, se dice que el barro debe tener la consistencia del arrope, en relación con el alimento, puesto que cuando se mezcla el barro también suelta burbujas, liberando el aire atrapado, como si estuviera hirviendo.

Si bien la paja es el material que queda expuesto a las lluvias, contribuyendo al escurrimiento del agua, el barro, a partir de la disposición de los manojos, conforma una superficie continua que contribuye a la aislación hidrófuga de la cubierta, a través de una combinación entre absorción y escurrimiento. De hecho, en los casos de Cochino y Coranzulí, al terminar la colocación de los manojos, se arroja el mismo barro líquido para crear una delgada capa sobre la paja. Este barro se lavará con las primeras lluvias que reciba el techo, pero parte del material penetrará en la cubierta completando los espacios que pudieron haber quedado abiertos.

Para una correcta ejecución de la técnica, los suelos utilizados son especialmente seleccionados por parte de los constructores y se distinguen con claridad de los empleados para, por ejemplo, la producción de adobes o la realización de revoques. De hecho, se enfatiza recurrentemente que estos suelos para “guayar” no sirven para otros usos, mientras que otro tipo de tierra es demasiado “débil” para usar en los techados. En Coranzulí se hace referencia al barro “colorado”, mientras que en Cochino se utiliza una tierra a la que se conoce como “lama”, denominación que también se usa en Rinconada, en la misma Puna jujeña. En relación con los atributos de estos suelos, es habitual que se haga referencia a que es una tierra “gredosa”, cuestión vinculada a su alta adherencia que provoca que se quede pegada en las manos o las herramientas durante el trabajo. También se dice que es “resbalosa”, y por esto presenta ciertos riesgos cuando se trabaja sobre los techos. Asimismo, se destaca su dureza como un atributo, en tanto es difícil romper los terrones por su alta compactación y cohesión. Por esto mismo es tan importante el trabajo de batir la mezcla antes de comenzar con el techado. Por el contrario, la “debilidad” de otros suelos se asocia con que estos se desarman con demasiada facilidad.

### **3 CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS**

#### **3.1 Selección y origen de las muestras**

En efecto, los suelos a ser empleados para el “guayado” de los techos son seleccionados y extraídos de canteras que están identificadas. Incluso en ciertos casos se pueden traer de comunidades vecinas, como ha ocurrido en Conchi Viejo y Cochino. Mientras que en el primero se transportó el material desde la comunidad de Río Grande, en las cercanías de San Pedro de Atacama, en el segundo se utilizó suelo proveniente de un paraje correspondiente a la localidad de Queta (Figura 1). En los casos de Coranzulí y Caspana, en cambio, se tomaron suelos de canteras cercanas al poblado.

Para este trabajo, las cuatro muestras se tomaron de los suelos acopiados en el contexto mismo de los trabajos de “guayado” que se iban a realizar. Es decir, no se trata de muestras tomadas directamente en las canteras, lo que podría haber llevado a errores en la selección de los sectores de extracción, sino que se trata del material ya elegido y en condiciones de ser utilizado. Es importante consignar que los suelos no fueron tamizados en obra para modificar su granulometría, limitándose esta acción a la extracción de piedras puntuales que podrían haber dificultado el trabajo de embeber la paja en el barro.

Los contextos en los que cuales se extrajeron las muestras fueron particulares por la escala de los trabajos que se realizaban. En los casos de Conchi Viejo (2014) y Caspana (2015),

ambos en el norte de Chile, se trató del repaje de las iglesias locales, lo que implicó una actividad con la participación de una gran cantidad de personas. En Coranzulí (2015), los suelos se tomaron durante el “guayado” de la primera escuela del poblado en el marco de los trabajos de recuperación de esta construcción (Rivet; Barada, 2016), mientras que en Cochinoca (2016) fue en el contexto de la intervención sobre una construcción existente para la creación de un museo comunitario.

### 3.2 Granulometría

Para los análisis de la composición granulométrica se realizó el tamizado por vía húmeda de acuerdo a las normas IRAM 1501-VI (1985) y 10507 (1986)<sup>4</sup>, mientras que para la sedimentación se utilizó la Norma IRAM 10512 (1977)<sup>5</sup>. En ambos casos, a su vez, se tomaron en cuenta las referencias de Houben y Guillaud (1994) y Neves et al. (2009) para adaptar los análisis a los estudios de suelos para construcción con tierra.

La curva granulométrica comparativa permite extraer una serie de datos significativos sobre los suelos utilizados para el “guayado” (Figura 4). A pesar que se observa que en los cuatro casos se están seleccionando suelos finos, con una ausencia prácticamente total de gravas y arenas gruesas (entre 0,85% y 5,78%), es necesario observar que una importante similitud, con curvas prácticamente idénticas, entre las muestras tomadas en Conchi Viejo, Cochinoca y Coranzulí, mientras que la correspondiente a Caspana presenta una curva diferente. En los primeros casos, los tres suelos presentaron un alto material pasante por el tamiz #200 (entre 94,7 y 88,1%), con una muy baja presencia de arenas finas (entre 4,6% y 12,6%). Por el contrario, en los tres casos se evidencia una muy alta incidencia del limo, entre 59,1% y 69,9%, y una presencia de arcillas que oscila entre 23,8% y 27,2%. La muestra correspondiente a Caspana se aleja de la composición de las tres restantes<sup>6</sup>, con una mayor presencia de arenas finas (53,1%) y menor de arcillas (3,3%), aunque también presenta un porcentaje importante de limo (37,8%) (Figura 5).

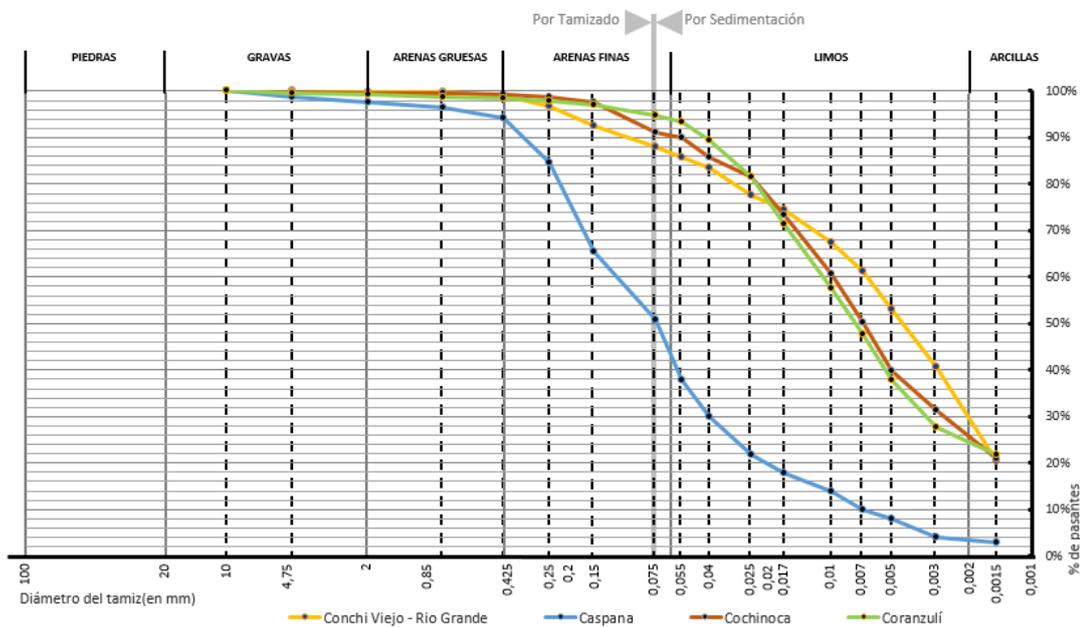


Figura 4. Curva granulométrica de las cuatro muestras trabajadas (Elaboración propia)

<sup>4</sup> Se utilizó un juego de 7 tamices, de acuerdo a la Norma IRAM 1501-III: 4 (4,75mm); 10 (2mm); 20 (0,850mm); 40 (0,425mm); 60 (0,250mm); 100 (0,150mm); 200 (0,075mm).

<sup>5</sup> Como agente dispersante se utilizó hexametáfosfato de sodio, aplicándose los factores de corrección correspondientes para la densidad del agua.

<sup>6</sup> Dada la diferencia en los resultados obtenidos para la muestra de Caspana, se repitieron las pruebas, arribando a los mismos porcentajes iniciales.

Esta alta presencia de limo en los suelos analizados, siendo mayoritaria en tres de los casos, se presenta como un interrogante importante para este trabajo, siendo necesario comprender en la continuidad de la investigación si existe aporte concreto que estos granos le dan al suelo en función de las necesidades técnicas o es un rasgo propio de los suelos en el área. Al respecto puede observarse que los suelos utilizados en Cochinoca, Coranzulí y Conchi Viejo se extrajeron de zonas con inundaciones recurrentes a partir del desborde de los arroyos en la temporada de lluvias estivales, por lo que la presencia de limos es atribuible a este origen de los suelos. Desde lo técnico, se debe considerar que el limo aporta granos muy finos<sup>7</sup>, algo valioso para el procedimiento, sin la actividad de las arcillas que, en exceso, podría ser contraproducente. Al mismo tiempo, de acuerdo a Houben y Guillaud (1994), el limo aporta estabilidad al suelo, producto de la fricción interna entre los granos. De todas maneras, es necesaria una profundización en el estudio para poder ponderar con precisión el rol que cumplen los limos dentro de los suelos utilizados.

Muestra	Peso específico real (gr/cm <sup>3</sup> )	Grava > 2mm (%)	Arena gruesa 2mm > d > 0.425mm (%)	Arena fina 0.425mm > d > 60 μm (%)	Limo 60 μm > d > 2 μm (%)	Arcilla < 2 μm (%)	Material pasante Tamiz 200 (75 μm) (%)
Conchi Viejo	2,54	0,0	1,1	12,6	<b>59,1</b>	27,2	88,1
Caspana	2,56	2,4	3,4	<b>53,1</b>	37,8	3,3	50,9
Cochinoca	2,45	0,4	0,5	8,9	<b>65,9</b>	24,4	91,2
Coranzulí	2,64	0,7	1,0	4,6	<b>69,9</b>	23,8	94,7

Figura 5. Distribución de granos en las muestras analizadas

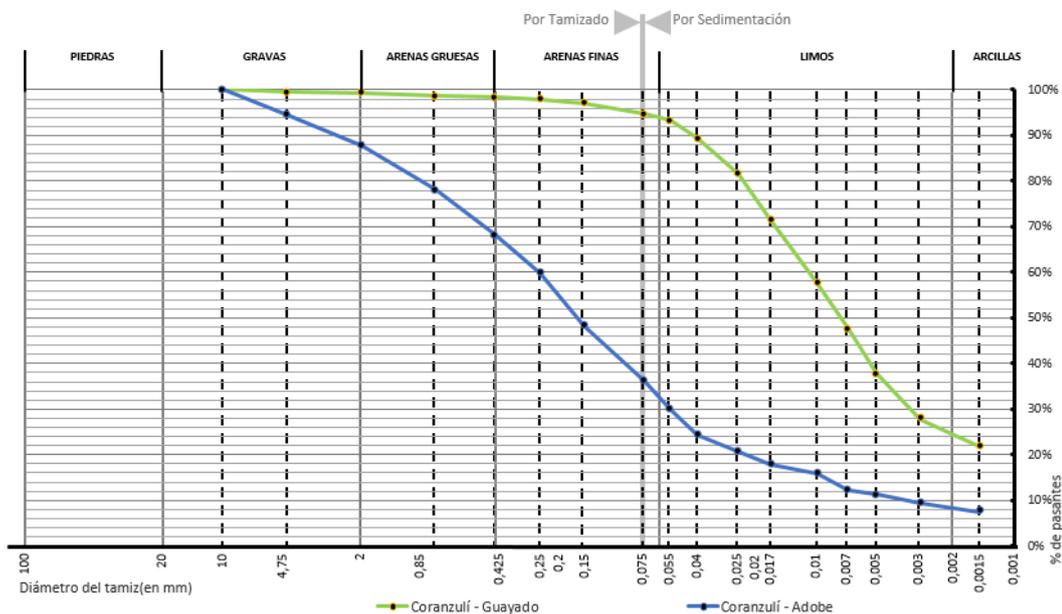


Figura 6. Curva granulométrica comparativa de los dos suelos analizados de Coranzulí

Tal como se ha planteado más arriba, los constructores seleccionan suelos específicos para la realización del “guayado”, que son diferentes a los que se emplean para otras técnicas. A los efectos de observar estas diferencias se realizó un análisis granulométrico sobre una muestra de suelo utilizado en Coranzulí para la producción de adobes. Como se observa en la figura 6, mientras que el suelo utilizado para el “guayado” se corresponde con aquellos

<sup>7</sup> A esto se suma que, como se observa en las curvas, estos suelos presentan una mayor presencia de limos finos.

empleados para la misma técnica en las otras comunidades consignadas (con la salvedad de Caspana que será analizada más adelante), se distingue claramente el empleado para los adobes en la misma localidad. Este último, en cambio, presenta una distribución de los granos mucho más homogénea, que se ubica dentro de los porcentajes referidos en la literatura para esta técnica (Houben; Guillaud, 1994)<sup>8</sup>.

### 3.3 Plasticidad

Los ensayos de determinación de los límites de Atterberg se realizaron en base a la Norma IRAM 10501 (2007), tomando también las referencias antes señaladas (Houben; Guillaud, 1994; Neves et al., 2009). Estos límites permiten determinar el grado de humedad correspondiente al pasaje del suelo entre las distintas fases, concretamente entre el estado plástico y líquido (límite líquido) y entre el estado plástico y sólido con retracción (límite plástico) (Houben; Guillaud, 1994). Del mismo modo, en términos cualitativos, habilita una caracterización preliminar sobre el comportamiento de las arcillas presentes en el suelo, en tanto los límites están vinculados precisamente con la cantidad y calidad de estas arcillas. A los efectos del objetivo de este texto, la determinación de los límites es clave por una serie de razones. En primer lugar el comportamiento del suelo frente al agua en el proceso de preparación del barro. Al ser necesaria una condición viscosa-líquida para la preparación de los manojos de paja, la cantidad de agua necesaria es un aspecto importante, vinculado con el límite líquido. En segundo lugar, surge el comportamiento del suelo en relación con el agua durante el funcionamiento de la cubierta, y la potencial pérdida de cohesión frente a las precipitaciones. Finalmente, es importante conocer el funcionamiento de las arcillas presentes, en tanto las propiedades valoradas localmente en estos suelos tienden a estar vinculadas con su comportamiento.

En la tabla de la figura 7 se resumen los resultados obtenidos en la determinación de los límites. Nuevamente se encuentran resultados similares entre las tres muestras correspondientes a Conchi Viejo, Cochinoca y Coranzulí, con un LL dentro del rango 39%-48%, y un IP en el rango 19%-21%<sup>9</sup>. Si bien se trata de límites que se encuentran dentro de los rangos habituales para las técnicas de construcción con tierra (Jimenez Delgado; Guerrero, 2007), también es cierto que son relativamente altos, en especial en el caso del LL correspondiente al suelo de Cochinoca. En términos cualitativos, estos resultados permiten observar que se trata de suelos con una cohesión entre media y fuerte, y con arcillas medianamente expansivas y activas.

Muestra	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Coefficiente de actividad	Clasificación AASHO	Clasificación SUCS
Conchi Viejo	43	23	21	0,75	A-7-6	CL
Caspana	40	27	13	<b>3,66</b>	A-7-6	ML
Cochinoca	48	29	19	0,75	A-7-6	ML
Coranzulí	39	19	20	0,81	A-7-6	CL

Figura 7. Límites de Atterberg y clasificación de los suelos

Es interesante poner en relación estos resultados con aquellos correspondientes a la

<sup>8</sup> También se ubica dentro la distribución sugerida por la NT E-080 de Perú para la confección de adobes.

<sup>9</sup> En el caso de Caspana, el IP es sensiblemente más bajo, llegando al 13%.

muestra tomada de Caspana. En el análisis granulométrico, la curva de este suelo fue sumamente diferente a las otras tres, con baja presencia de arcilla y una alta incidencia de arenas finas. Sin embargo, esta diferencia no se refleja con la misma proporción en la determinación de los límites. Si bien es cierto que el IP es más bajo en este caso, el LL está dentro del rango del resto de las muestras. Una mirada sobre los coeficientes de actividad permite observar un 3,66 para el caso de Caspana, frente a valores entre 0,75 y 1 para las arcillas en las tres muestras restantes. Esto permite alcanzar un comportamiento similar aunque el suelo solo presente un 3,4% de arcilla en su composición, muy por debajo del 24%-27% en los otros. Esta particularidad ciertamente lleva a preguntarse qué tan diferentes son estos suelos a los efectos de esta técnica y cuáles son las propiedades valoradas por los constructores puneños.

### 3.4 De los suelos a la técnica

El “guayado” se basa en la interacción entre las fibras vegetales y el barro, tal que las primeras conforman una suerte de estructura. Si se observan los resultados de los análisis realizados a la luz de los procedimientos técnicos que se ejecutan durante el techado, es posible considerar que los rasgos comunes presentes en los suelos estudiados pueden estar vinculados con atributos necesarios para que la técnica sea eficaz y logre una adecuada aislación hidrófuga en la cubierta.

Tal como se ha indicado, en los cuatro casos se trata de suelos muy finos, con alrededor de un 90% de material pasante por el tamiz #200 en tres de los casos, una ausencia casi total de arenas gruesas y una presencia significativa de arcilla, en torno al 25%, con la excepción de la muestra de Caspana<sup>10</sup>. Esto, en primer lugar, favorece la penetración del material entre las fibras, aumentando asimismo la cohesión entre los granos, algo que es resaltado por los constructores en términos de “dureza”. A su vez, esto contribuye a la adherencia del barro a las mismas fibras, vinculándolas fuertemente entre sí, y homogeneizando la cubierta. Si bien la acción de la arcilla y la carencia de arena provocan una retracción significativa de los suelos durante el secado, esto no presenta los problemas que afectarían a otras técnicas puesto que las fibras vegetales, que son mayoritarias en volumen, dan estructura al barro.

Finalmente, se puede considerar que si bien los LL registrados dan cuenta de la necesidad de incorporación de gran cantidad de agua para que el suelo alcance la consistencia adecuada durante el proceso de preparación de la mezcla, los IP que se han consignado reflejan la capacidad que tienen estos suelos para absorber humedad sin perder rápidamente su condición plástica, reteniendo entonces el material en la cubierta. En este marco, se puede proponer que se están dando dos fenómenos simultáneos que aportan a la aislación hidrófuga: por un lado el escurrimiento del agua vinculado con las fibras vegetales, y, por el otro, la capacidad de absorción del suelo utilizado manteniendo una cohesión adecuada<sup>11</sup>. A partir de la continuidad de las investigaciones se podrá conocer el grado de incidencia de ambos fenómenos.

## 4. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se han presentado los resultados parciales de una investigación en curso que tiene el objetivo de analizar en forma comparativa dentro de una escala regional, las características de las técnicas de techado basadas en el uso de gramíneas y tierra dentro del área andina. En este caso particular se han considerado los estudios de laboratorio realizados sobre los suelos utilizados en la técnica del “guayado” en pos de su caracterización, considerando muestras de cuatro casos diferentes. Los datos surgidos del

---

<sup>10</sup> Como se ha indicado, la baja presencia de arcilla se ve compensada por la alta actividad de éstas, reflejada en la determinación de los límites.

<sup>11</sup> Ciertamente estos roles no pueden dividirse de un modo tan tajante, puesto que por su condición el suelo también contribuye al escurrimiento y las fibras también absorben una cantidad de agua que no debería ser despreciada.

laboratorio se han articulado con las preferencias y los modos de hacer de los constructores, relevados a partir del trabajo de campo.

Los resultados de estos estudios han permitido reconocer rasgos importantes de los suelos utilizados que son compartidos entre las cuatro comunidades, más allá de la distancia que existe entre éstas. En primer lugar se distingue la preferencia por el uso de suelos muy finos en los cuatro lugares, con una muy baja incidencia de las arenas gruesas, con casos como el de Coranzulí donde los granos menores a 75  $\mu\text{m}$  superan el 94% de la composición del suelo. A su vez, en tres de las comunidades (Coranzulí, Cochinoca y Conchi Viejo) también son muy bajos los porcentajes de arenas finas, siendo suelos arcillosos-limosos. Tal como se ha propuesto, esta preferencia por suelos tan finos, con altos porcentajes de limo y arcilla, puede estar orientada hacia la cohesión de la mezcla y su capacidad de fijarse a las gramíneas, uniendo las fibras dentro de los manojos. Esto se ve corroborado a partir de la determinación de los límites de Atterberg. En este punto es interesante cómo en el caso de la muestra de Caspana la menor cantidad de arcillas en el suelo se ve compensada por la mayor actividad de éstas.

Un aspecto que no puede soslayarse en el análisis es la alta incidencia de los limos en la composición de los suelos analizados, siendo los granos mayoritarios en tres de los cuatro casos. Más allá de las presunciones que se incluyeron en el desarrollo del texto, esto queda como un interrogante a ser abordado en la continuidad de la investigación, junto con la realización de estudios que permitan caracterizar las arcillas presentes y su comportamiento. Lo propio ocurre con la realización de ensayos que permitan observar la mayor o menor importancia de la absorción y el escurrimiento en función de la aislación hidrófuga del techo, que se esperan realizar en las próximas etapas. Según se ha planteado, el desarrollo de esta investigación se constituye como un camino para el fortalecimiento del uso de esta técnica y, eventualmente, la mejora de sus capacidades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnold, D. (1998). La casa de adobe y piedras del Inka: Género, memoria y cosmos en Qaqachaka. En: *Hacia un Orden Andino de las Cosas*. La Paz: Hisbol/ILCA, pp.31-108.
- Contreras Álvarez, C. (1974). Arquitectura y elementos constructivos entre los pastores de la Pampa de Lirima (prov. de Tarapacá). *Revista de Geografía Norte Grande* N°1, pp.25-33.
- 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, pp.97-137.
- Gose, P. (1991). House rethatching in an andean annual cycle: practice, meaning, and contradiction. En: *American Ethnologist*, Vol.18, N°1, pp.39-66.
- Houben, H.; Guillaud, H. (1994). *Earth construction. A comprehensive guide*. Londres: Intermediate Technology Publications y CRAtterre-EAG.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1985). IRAM 1.501 Parte III – Tamices de ensayo. Telas de alambre tejido. Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1985). IRAM 1.501 Parte VI – Tamices de ensayo. Método de ensayo de tamizado. Directivas Generales. Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2007). IRAM 10.501 – Geotecnia. Determinación del límite líquido (LL) y del límite plástico (LP) de una muestra de suelo. Índice de fluidez (IF) e índice de plasticidad (IP). Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1977). IRAM 10.512 – Mecánica de suelos. Métodos de análisis granulométrico. Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1986). IRAM 10.507 – Mecánica de suelos. Método de determinación de la granulometría mediante tamizado por vía húmeda. Buenos Aires, Argentina.
- Jiménez Delgado, M. C.; Guerrero, I. C. (2007). The selection of soils for unstabilised earth building: a normative review. En: *Construction and Building Materials*, Vol.21, N°2, pp.237–251.

- Metraux, A. (1931). Un mundo perdido. La tribu de los Chipayas de Carangas. En: Sur, 1 (3), p.98-131.
- Neves, C.; Faria, O. B.; Rotondaro, R.; Cevallos, P. S.; Hoffmann, M. V. (2010). Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo. Disponible en <http://www.redproterra.org>.
- Pujal, A., Marinsalda, J.C.; Nicolini, A.; Demargassi, C. (2002). Conservación de arquitectura de tierra en la Puna de Atacama. En: La tierra cruda en la construcción del hábitat. San Miguel de Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán.
- 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. En: III Seminario Iberoamericano de construcción con tierra. San Miguel de Tucumán: Proterra – CRIATIC, pp.121-131.
- Rivet, C.; Barada, J. (2016). The significance of local earthen heritage, an interdisciplinary intervention in Northern Argentina. APT Bulletin. Asociación for Preservation Technologies Internacional (APT) N°47:4, p.42-50.
- Rotondaro, R. (1984). Arquitectura natural de la Puna Jujeña. En: Arquitectura y Construcción, 41, pp.38-41.
- Rotondaro, R.; Rabey, M. (1988) Experimento tecnológico sobre techos de tierra mejorados en la Puna jujeña de la Región Andina. En: Foco de tecnología apropiada, 26, pp.2-13
- Sendón, P. (2004). El wasi chakuy de Marcapata. Ensayo de interpretación de una 'costumbre' andina. En: Revista Andina 39, pp.51-73.
- Serracino, G.; Stehberg, R. (1975). Vida pastoril en la precordillera andina (Guatín, San Pedro de Atacama, Chile). En: Estudios Atacameños N°3, pp.73-88.
- Šolc, V. (2011 [1975]). Casa aymara en Enquelga. En: Chungara, Vol.43, N°1, pp.89-111.
- Tomasi, J. (2013). Cubiertas con tierra en el área puneña. Acercamiento a las técnicas y prácticas contemporáneas en Susques (Jujuy, Argentina). 13º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Valparaíso, Chile: DUOC/PROTERRA.
- Tomasi, J.; Rivet, C. (Coord) (2011). Puna y arquitectura. Las formas locales de la construcción. Buenos Aires: CEDODAL.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a Carolina Rivet, Humberto Mamani, Rene Huerta y Ana María Lemus por la posibilidad de participar en trabajos de construcción en las comunidades de Coranzulí, Cochinoca, Conchi Viejo y Caspana, respectivamente. De la misma manera, agradece a los miembros de las comunidades por su generosidad y paciencia para compartir sus conocimientos. Si pese a su colaboración existen errores en los análisis e interpretaciones, estos son de exclusiva responsabilidad del autor.

## AUTOR

Jorge Tomasi, doctor de la Universidad de Buenos Aires, área geografía (FFyL-UBA), magíster en antropología social (ISES-IDAES-UNSAM), arquitecto (FADU-UBA) e investigador asistente del CONICET. Desde el 2004 trabaja con grupos pastoriles en la Puna de Jujuy, particularmente en Susques y Rinconada, investigando sobre prácticas arquitectónicas, espacio doméstico y movilidades.