

NATURALEZA EN EL HABITAR

Tradiciones constructivas
de barro y piedra

MARÍA DE LOS ÁNGELES VIZCARRA DE LOS REYES
FRANCISCO HERNÁNDEZ SPÍNOLA
Compiladores

NATURALEZA EN EL HABITAR

Tradiciones
constructivas
de barro
y piedra



EQUIPO EDITORIAL

COORDINADORA EDITORIAL

Erandi Casanueva Gachuz

RESPONSABLE DE DISEÑO EDITORIAL

Amaranta Aguilar Escalona

EDITORA

Zenia Lozano Medécigo

DISEÑO EDITORIAL Y FORMACIÓN

Lorena Acosta León

CORRECCIÓN DE ESTILO

Moisés Castañeda Cuevas

Primera edición: 2020

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria, Coyoacán,

C.P. 04510, Ciudad de México

ISBN VOLUMEN: 978-607-30-4138-6

ISBN COLECCIÓN: 978-607-30-4137-9

Investigación realizada gracias al Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT IT400317

Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización
escrita del titular de los derechos patrimoniales

Hecho en México



NATURALEZA EN EL HABITAR

Tradiciones
constructivas
de barro
y piedra

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	08
PRÓLOGO	12
INTRODUCCIÓN	16
La naturaleza en el habitar	17
Continuando la tradición	23
BIBLIOGRAFÍA	25
CAPÍTULO I. CON LAS MANOS EN LA TIERRA	26
INTRODUCCIÓN	27
Apilando barro entre las barrancas: los orígenes	30
De barro, madera y fibras: la materialidad	32
En la ladera de barro y pinos: la casa de tierra anegada	37
Modelando la tierra anegada: el procedimiento constructivo	41
Pies, manos y algo más: las herramientas	46
Aprendiendo de la tierra anegada	46
AGRADECIMIENTOS	49
BIBLIOGRAFÍA	51
CAPÍTULO II. ASTILLAS EN LA ARCILLA	52
INTRODUCCIÓN	53
Abrazando el lugar de los sapos y la caliza: los orígenes	55
Astillas de piedra y madera: la materialidad	56
De piedra, arcilla y madera: la casa de piedra laja	63
De piedra en piedra: procedimiento constructivo	68
Labrando la tradición: las herramientas	80
Aprendiendo de la piedra laja	83
AGRADECIMIENTOS	84
BIBLIOGRAFÍA	87

CAPÍTULO III. MOLDEANDO EL SUELO	88
INTRODUCCIÓN	89
En el agujero de arriba: los orígenes	97
De tierra, agua y arena: la materialidad	99
De cajones, pisón y ritmo: las herramientas	102
Apisonando la tierra: el procedimiento constructivo	107
Don Gildardo y Gastón: la voz de los constructores	110
Aprendiendo de las tapias de tierra	122
AGRADECIMIENTOS	123
BIBLIOGRAFÍA	125
CAPÍTULO IV. COMPACTANDO LA ESPUMA DEL VOLCÁN	126
INTRODUCCIÓN	127
En la redondez de los cerros: los orígenes	129
De espumas, cales y tierra: la materialidad	137
De encofrados, pisones y sogas: las herramientas	142
Compactando la espuma del volcán: el procedimiento constructivo	144
Don Agustín y don Guadalupe: la voz de los constructores	150
Aprendiendo de las tapias de Tepeyahualco	166
AGRADECIMIENTOS	168
BIBLIOGRAFÍA	171

PRESENTACIÓN

Marcos Mazari Hiriart
Director de la Facultad de Arquitectura

Gracias al exhaustivo trabajo del Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales (LABPYSCT), en especial a la mancuerna de su coordinadora María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes y Francisco Hernández Spínola, ambos académicos de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, se ha logrado reconocer procesos constructivos milenarios, los cuales nos descubren una forma de vida entrelazada con la materialidad arquitectónica. Esta labor se debe a un equipo multidisciplinario e interinstitucional con la participación de Astrid Nayelly Cortés Torres, profesora de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, Marcos Sánchez Sánchez, cofundador de Eco Constructores Oaxaca Taller de Arquitectura, y Luis Fernando Guerrero Baca de la UAM Xochimilco, profesionales comprometidos que han hecho posible este proyecto que suma un tomo más a la serie *Naturaleza en el habitar*.

Esta publicación nos traslada al sur de México, a San Mateo Río Hondo, Oaxaca, donde se analizó el uso de tierra anegada en casas tradicionales. Este sistema constructivo, además de antiguo, tiene una enorme conexión con la evolución del ser humano y sus formas de vida. A lo largo de los años se ha perfeccionado la técnica, mejorando las proporciones de dos elementos — tierra y agua— para hacer más fuerte esta mezcla y alargar su tiempo de vida.

Este sistema, aunque supone una variante más del modelado de barro, es muy particular: al vincularse directamente con sus habitantes en su día a día, sus actividades cotidianas, sobre todo, su experiencia en el amasado. Esto se ve documentado en el acercamiento verbal y vivencial durante la investigación de campo, mediante las entrevistas que se presentan en cada capítulo.

La topografía del estado de Oaxaca, caracterizada por barrancas y cuerpos de agua, permite encontrar recursos naturales como materiales de construcción en los alrededores; el clima suele ser muy frío, favorece la búsqueda de aislantes dentro de estos recursos a explotar, define las dimensiones de los muros como barreras térmicas.

En el segundo capítulo se presentan procedimientos constructivos producto de los materiales de la zona que predominan en Santo Tomás Tamazulapan. El modelado de la piedra supone asimismo un sistema utilizado desde antes de la Conquista, el cual se fue transformando con la mezcla cultural, bajo la búsqueda constante de aglutinantes más resistentes para una mejor adherencia, que originó el sistema constructivo de piedra laja. Su complejidad puede ser tan exacta como la exigencia del constructor lo demande; por tratarse de un trabajo artesanal cobra un fuerte valor arquitectónico y cultural.

La comunidad de esta región tiene una organización establecida que funciona desde hace muchos años, lo cual responde al ambiente agreste conformado por las características mencionadas. La unidad de los habitantes se aprecia en los tequios —convocatorias para el apoyo y cooperación con ciertos miembros de la comunidad, muchas veces en la construcción de sus casas— y festividades asociados generalmente con ciclos agrícolas.

Al momento de elegir el solar a ocupar para la casa, se tiene que terracear para hincar la estructura, esto genera un paisaje y unas condiciones accidentadas a la hora de recorrer los poblados, como una integración orgánica a la orografía de la zona. Se perciben tres paisajes, sierra, lomerío y valles, en donde se ubican las tres actividades principales: vivienda, pastizal y agricultura. Debido a la estratigrafía, altitudes y topografía, el clima cambia en relativamente corta distancia, esto favorece la variedad de flora, fauna y los recursos para las construcciones y actividades cotidianas. Ambos sistemas aprovechan los materiales de la región: maderas y fibras para dar estructura y estabilidad a los procedimientos constructivos.

Los sistemas aquí presentados están en riesgo de desaparición por el uso de las nuevas tecnologías y materiales industriales, que han acaparado la atención de arquitectos, ingenieros y constructores, así como de los maestros constructores —ya que resultan más rápidos—, la escasez de bancos de materiales o y la pérdida de transmisión de conocimientos sobre estas técnicas. La falta de educación y acercamiento al medio natural para su respeto y cuidado resultan peligrosos. Por ello, este proyecto universitario busca hacer conciencia del uso de los recursos naturales desde el diseño de un proyecto, su reincorporación al

medio al término de su vida útil y la recuperación de algunos materiales reciclados, para evitar el mayor impacto social, ambiental y cultural posible.

El sistema constructivo con tapias de tierra de San Andrés Payuca, Puebla, presentado en el tercer capítulo, evidencia la importancia del tipo de suelo a utilizar, la humedad y granulometría que se aplican para una mejor consistencia en el muro. La diferencia se asocia a que en este tipo de construcción se utilizan tapias y una menor cantidad de agua; mientras más sólidas sean y más compacta esté la tierra, resultarán más sólidos los muros.

Cabe destacar que los procedimientos presentados en este volumen inciden en el máximo aprovechamiento de recursos, su bajo costo, eficiencia en su contexto, además de no requerir herramientas ni equipos sofisticados; sin embargo, para verificar la tierra óptima para construir, se utilizan métodos empíricos y su consistencia ideal se conoce por medio de la experiencia.

En el último capítulo se analiza la edificación de muros con tapias de piedra, sistema exclusivo de Tepeyahualco, Puebla; no existen registros similares en otras partes del país por las condiciones del sitio. Los materiales que utilizan para la construcción de los muros son: rocas volcánicas, tierra limosa y cal. Este sistema constructivo retoma procesos de los sistemas tradicionales previamente presentados, por ejemplo las cubiertas —con un agregado de cal— y los encofrados. Al ser un sistema adaptado es relativamente nuevo.

Los sitios elegidos para realizar la investigación en el LABPySCT tienen un bagaje cultural donde cada proceso es reflejo del modo de vida de los pobladores, el clima, la topografía, la flora, la fauna, usos y costumbres, entre otros. Su valor patrimonial radica en los diferentes procedimientos aquí presentados, producto de procesos constructivos vivos, en evolución y modernización, y en respuesta a un contexto social, ambiental y cultural muy específico.

La Facultad de Arquitectura se congratula de contar con estos equipos de trabajo, que llevan el registro de los sistemas tradicionales de construcción, entretejidos con la cultura local y sus diferentes contextos. Integran materiales, color, textura, consistencia, temperatura, humedad, densidad, asociados al análisis de sus elementos, reacciones físicas y químicas, que son parte de la vida de los pobladores donde se edifica con estos métodos constructivos; comprenden su organización, sociedad, tradiciones y otras actividades que rigen su cotidianidad, pues todo está entrelazado y se muestra en su tipología arquitectónica y forma de vida. A puro ojo, al tanteo, palpándolo, aventándolo, pisoteándolo, escuchándolo...

PRÓLOGO

Tomo II. Tradiciones constructivas de barro y piedra

La casa de tierra, anegada la casa de piedra laja, la tapia de tierra y la tapia de piedra poma

Alejandra Caballero Cervantes

La mejor manera de preservar las tradiciones constructivas es mantenerlas vivas. Por ello, es muy importante documentar, directamente de quienes dominan el oficio, todos los pormenores y detalles que las han hecho perdurar. Ésta es la única manera de encontrar el eslabón perdido entre quienes han mantenido los saberes de la arquitectura vernácula en sus manos y su transmisión a las futuras generaciones, que no necesariamente son hijos o nietos de los depositarios del saber, sino que son aquellas personas interesadas en construir con una menor huella ecológica, desde la posibilidad de hacerlo de una manera más fácil de asimilar y poner en práctica. Así, el trabajo de investigación que realiza y comparte el Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales (LABPYSCT) resulta imprescindible.

Muchas de las técnicas que hoy se practican en el mundo de la bioconstrucción, nos han llegado desde otras latitudes, sin darnos cuenta del enorme legado que tenemos dentro del territorio nacional; no se trata de poner fronteras a los conocimientos ni de menospreciarlos por su origen, sino más bien de agradecer a la resonancia mórfica, que nos permita tener esta memoria como especie y que en diferentes puntos del planeta y en diferentes momentos históricos, detalles más, detalles menos, se generen técnicas constructivas similares; la tierra anegada, el *blá* en Oaxaca y el *cob* en Gales e Inglaterra, es una de las técnicas que más nos asemeja a constructores de otras especies; con tan sólo agua, tierra y fibras vegetales, podemos construir nuestro cobijo. Muchos amasamos,

apilamos, moldeamos la tierra para construir las casas: golondrinas, termitas, pájaros, avispas y humanos, eso demuestra que, efectivamente, compartimos más que un territorio, compartimos parte del genoma mismo.

Lo más importante es conocer los materiales locales, cómo se comporta tal o cual barro o tal o cual fibra, siempre aprendiendo de la experiencia acumulada en los muros; no será nunca lo mismo la manera en que se describa un barro bueno para la construcción en Veracruz que en Chihuahua, pero el glosario de términos local, hará que los lugareños sepan a qué se refieren, de ahí la importancia de traducir este conocimiento a un lenguaje universal que pueda ser entendido por todos, tanto si estamos en la academia como si no lo estamos; la posibilidad de replicar las técnicas garantiza su vigencia.

El barro en estado plástico sirve para aglutinar fibras, pero también para pegar piedra, para darle forma a la casa a partir de lo que se encuentra en el sitio mismo. Eso es la construcción natural, construir con lo que tenemos a la mano, lo que implique menos desplazamientos, menos energía involucrada en el transporte y en la manufactura. Por ello, tiene gran valor aprender a utilizar lo que para la industria sería un material sin mayor resistencia estructural, sin utilidad más que como relleno, pero que debidamente acomodado y moldeado por manos hábiles y con un simple machete, se constituye en un verdadero ejemplo de que la unión hace la fuerza. Lo que en la construcción convencional sería materiales no aceptables, el barro y la débil piedra caliza, se convierte en una estructura segura que protege a sus dueños de las inclemencias, les da confort térmico y sentido de pertenencia.

14

Todos los secretos que encierran las técnicas constructivas vernáculas van de la mano con la manera de gestionar un territorio, ya que todo proceso constructivo con materiales locales, implica el conocimiento de la tierra que se habita y de la manera en que funcionan los ciclos de la naturaleza. Así, por ejemplo, para hacerse de maderas y sus derivados, como el tejamanil, no solamente es necesario conocer la técnica y las herramientas para obtenerlos, sino también saber en qué momento es oportuno cortar el árbol y en qué sitio y condiciones ha crecido el mismo, ya que si el viento lo castigó, sus vetas estarán torcidas y no se obtendrá el tejamanil buscado. Para preservar las técnicas tradicionales de construcción, es muy importante preservar el medio ambiente que posibilitó su existencia; no sería posible pensar en sólo recuperar las técnicas desde el punto de vista documental para garantizar su continuidad. De ahí que sea necesario regenerar la naturaleza, volver a generar condiciones ecológicas que hagan posible que las especies vegetales involucradas en las técnicas constructivas

sigan existiendo. Un buen principio es conocer los detalles, develar los secretos, y es justo lo que hace el LABPYSCT.

Por un lado, la observación detenida de los fenómenos naturales, ha sido una de las herramientas más poderosas para adaptarse al medio; imitar rocas sedimentarias compactando lo que hay alrededor, ha sido un proceso intuitivo antes de entender lo que hacen los fenómenos geológicos, el agua, el hielo o el viento y la diagénesis. Por otro lado, la movilidad humana, por razones diversas, ha posibilitado que en las maletas de los viajeros se transporten conocimientos y técnicas que llegan a arraigarse en nuevas geografías, que encuentran resonancia en las culturas que las hospedan, y se quedan ahí, se mejoran, permanecen hasta hacerse lugareñas o simplemente desaparecen.

Analizar las técnicas tradicionales de construcción desde la lógica que las hizo ser, sin limitarlas y acorralarlas en los estándares que se usan para validar las técnicas industrializadas de construcción, hace que se valore más la manera en que el clima dicta la forma, en que la forma genera la estructura que soporta las fuerzas de la naturaleza, tales como los sismos y los vientos, entre otras, y en que el conocimiento sobre el comportamiento térmico de los materiales se convierte en parte intrínseca del diseño bioclimático. Tal sabiduría no es obra del azar, es el resultado de un largo proceso colectivo, en que a través de muchas generaciones, se van transmitiendo los saberes. Por eso es tan valioso el legado técnico y antropológico que está encerrado en los muros, vanos, techos y acabados de las casas vernáculas, que se constituyen en verdaderas bibliotecas construidas, que están en gran peligro de desaparecer. Se hace imperativo saber leer y estudiar en sus procedimientos y técnicas constructivas la gran riqueza que representan para quienes estamos interesados en construir casas saludables, casas que reconstruyan procesos sociales de cooperación y equidad, casas que contribuyan a restaurar el contrato verde con la Tierra.

Festejamos y agradecemos que el LABPYSCT se haya dado a la tarea de salvaguardar estas tradiciones constructivas de barro y piedra, estas cuatro técnicas tan antiguas y tan llenas de futuro, tan olvidadas y tan vigentes. Sabemos que es parte de un proceso de documentación mucho más largo, que seguramente seguiremos saboreando nuevas investigaciones que darán un nuevo aliento a muchas más técnicas tradicionales de construcción, las cuales no son valiosas solamente por conocer la forma en que es posible construirlas, sino porque representan la posibilidad de recuperar el modo intemporal de construir.

INTRODUCCIÓN

Francisco Hernández Spínola

LA NATURALEZA EN EL HABITAR

La situación actual, de dispersión y saturación del planeta por los diversos asentamientos humanos, ha dejado ver desigualdad, sobreexplotación, segregación y pérdida de rumbo en relación con la humanidad y, sobre todo, con la naturaleza.

Cuando los seres humanos nos sentimos más cercanos al espacio exterior, nuestro planeta nos muestra que la vida, tal como la hemos concebido y ejercido en los últimos 100 años, ha estado centrada en un modelo equivocado. Y a pesar de diversos intentos por buscar un eje de convivencia distinto al actual, a niveles nacionales e internacionales, la realidad ha sido otra: la naturaleza sigue sufriendo los estragos de nuestras desatenciones, perdiendo ecosistemas, especies animales y vegetales, y teniendo que soportar una explotación excesiva de sus capas más profundas, ya sea por combustibles, minerales o agua.

La incontrolable manera de habitar¹ en nuestro eje actual nos ha puesto al límite; la falta de equilibrio cada vez es más notoria a diferentes niveles. En varios sectores se ha hecho patente la falta de memoria, así como la irresponsabilidad en el manejo de desechos y la transformación de los mismos, lo que ha llenado el planeta de gases, masas e islas de desperdicios que no viajarán al espacio. Con esto se concretará la dilapidación de nuestra única herencia real: nuestro planeta.

La Tierra, en la actualidad, enfrenta uno de sus mayores retos: una pandemia.² Ésta ha puesto en juego la presencia del ser humano en los distintos ecosistemas del globo; se trata de la presencia de un virus que nos ha mantenido

aislados, alejados y temerosos, y que ha cambiado de manera radical las prácticas cotidianas que nos caracterizan. En otras palabras, ha modificado nuestra manera de habitar, la manera de relacionarnos con los otros.

La brecha entre naturaleza y habitantes se ha abierto aún más. La falta de empatía, la mirada dual entre objeto y sujeto, la pérdida de responsabilidades y el escaso arraigo a determinada tierra han propiciado una inexistencia del ser, alejándolo de esa cuaternidad dadora de sentido de Heidegger; han dejado también poca sensibilidad ante estas situaciones de ausencias, de miedos y de deterioros, como se ha mencionado, creyendo que se puede seguir con el paradigma actual y, a la vez, cambiar sin perder los privilegios con que se cuenta.

La búsqueda de otro camino nos ha llevado a considerar la naturaleza como esa otredad que nos define, moldea, habita, y viceversa. Todo esto a través de la consideración de la mente ecológica; es decir, una ecología sensible que permita una ecosocialidad, conceptos acuñados por Tim Ingold³ que establecen los lineamientos del pensamiento ecosistémico, donde se tiene una participación constantemente activa, sin límites fijos, entre los tradicionales objeto y sujeto, y que para dicho autor borra esa perspectiva dualista para volverla una relación múltiple que a su vez plantea una mutua delimitación por medio de los diversos sistemas de acción en que se interactúa y rompe la condición de causa-efecto para pasar a la de acción-activa.

Esta crisis global ha puesto en la mesa los cuestionamientos más severos a nuestras prácticas básicas, a nuestro *habitus*,⁴ con las actividades económicas y con nuestras actividades sociales; desde lo individual hasta lo colectivo, se han cambiado los motores de nuestras vidas, y la carencia, en una franja de países, acaba empobreciendo al resto de naciones en el planeta. De ahí que también nuestros hábitos de consumo se vean afectados, trastocando los deseos-placeres (satisfactores)⁵ y las necesidades.

Esta crisis del modelo actual nos empuja, cada vez más, a buscar caminos diversos para recuperar el equilibrio. Por eso la importancia de voltear a los saberes ancestrales, no desde la aproximación historicista o taxonómica, sino desde una búsqueda de comprender cuáles son las bases de su equilibrio en la relación con el mundo y su ecosistema.

Desde hace seis años, en el Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales (LABPYSCT) como alternativa para una arquitectura sustentable, de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), nos hemos dado a la tarea de buscar esos saberes, documentarlos, estudiarlos y experimentar con ellos para que se mantengan vivos. Estas

acciones las hemos emprendido desde una visión transdisciplinar con un grupo de investigadores, maestros constructores, académicos y algunas asociaciones que buscan la conservación y la acción de estos conocimientos como una alternativa real a la dirección que lleva el mundo.

Este libro fue elaborado y escrito gracias al programa de la Universidad Nacional Autónoma de México-Dirección General de Asuntos del Personal Académico en el marco del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica PAPIIT IT400317.

La aproximación desde el LABPYSCT se realiza de manera holística a partir del pensamiento ecosistémico, lo que nos permite abarcar la visión sistemática de los saberes ancestrales, pues éstos responden a mundos con otras maneras de articularse. De ahí que el trabajo no resulte sencillo.

Durante los primeros tres años del LABPYSCT, nos dimos a la tarea de recorrer diferentes regiones del país para registrar y documentar los conjuntos de saberes alrededor de la construcción, ya que la arquitectura es la manera tangible en que se manifiesta la tradición y, por ende, los conocimientos que se van conectando con algo tan complejo como las maneras de habitar. Desde luego, intentamos comprender toda la complejidad que envuelve cada una de las actividades que se realizan de manera cotidiana.

Además, hemos podido establecer otros espacios de discusión a través de un diplomado que ha enriquecido la visión del LABPYSCT, donde hemos podido documentar ocho sistemas tradicionales más, los cuales se suman a los 10 que se habían registrado y documentado durante los primeros tres años.

Actualmente, nos encontramos experimentando y verificando los mitos, creencias y paradigmas en torno a estos sistemas constructivos, puesto que son parte del sistema de saberes que nos interesa revivir, reactivar y registrar. Los sistemas que documentamos desde el inicio se clasificaron en tres grupos que revisaremos a continuación.

El grupo uno es para los sistemas constructivos a base de una estructura portante hecha de madera y para los recubrimientos de fibras vegetales. Comprende la casa maya, documentada en la península de Yucatán; la casa huave (ikoots), del istmo de Oaxaca; la casa hñáñu, del valle del Mezquital, Hidalgo, sistema casi desaparecido; el temazcal de fibras naturales de Cuetzalan, Puebla; y La Petatera, una estructura monumental de carácter efímero hecha para corridas de toros en Colima.

El grupo dos es para los sistemas constructivos a base de tierra cruda: el adobe, documentado en Tepoztlán, Morelos; la tierra anegada o blá, de San Mateo

Río Hondo, Oaxaca; el tapial de tierra, de San Andrés Payuca, Puebla; y el tapial de residuos de cal y piedra poma, de Tepeyahualco, también del estado de Puebla.

El grupo tres corresponde a la piedra como sistema portante: la casa de piedra laja, de Santo Tomás Tamzulapan, del estado de Oaxaca.

A partir del enfoque holístico y sistémico, hemos replicado estos sistemas en modelos tridimensionales, en los que se han experimentado, casi a detalle, los diferentes procesos constructivos de cada sistema. Complementamos el estudio con las discusiones del seminario entre los participantes y colaboradores del LABPYSCT.

En la fase de experimentación hemos dado con algunas reflexiones muy importantes dentro de los diferentes sistemas constructivos tradicionales, las cuales se han sumado a las ya existentes para explicar el fenómeno y los saberes tradicionales en relación con la arquitectura, que es nuestro campo disciplinar y que se toma como eje para ampliar las ideas en relación con los otros temas y disciplinas.

De todo lo anterior se desprende la importancia de conocer y acercarse a los saberes tradicionales desde una perspectiva integral. Gracias a ello hemos organizado una serie de categorías que nos permiten de-construir el fenómeno de la arquitectura vernácula para aproximarnos a los saberes ancestrales que radican en cada una de las partes del edificio y que, en suma, se materializan como una filosofía del habitar, articulando entorno-materialidad-espacialidad de acuerdo con la cultura que produce tales obras. A continuación presentaremos las categorías en cuestión.

La tecnología

En este apartado partimos de la premisa de la tecnología como una expresión de cultura, por lo que hemos hecho referencia a la complejidad de los sistemas vinculados principalmente con los distintos procesos de transformación de los materiales primarios, según sus procesos y herramientas, así como el grado de transformación de los materiales para su utilización dentro del sistema constructivo.

Las herramientas

De la mano del punto anterior, entre más herramientas y equipos se requieren para habilitar los materiales del sistema constructivo, más compleja es la relación sociocultural entre los habitantes, pues se habla de sociedades con mayores niveles de satisfactores y eso se ve reflejado en las manifestaciones arquitectónicas de los sistemas constructivos.

La materialidad

Partiendo de la teoría de sistemas, las partes y el todo son uno a la vez, y trabajan simultáneamente para abrir, cerrar o vincular en relación con otros sistemas. Podemos decir que el estudio aislado de cada material no es representativo de su situación en el sistema constructivo, ya que por sí solo no está en equilibrio, sino sólo en el todo; el sistema crea ese equilibrio. De ahí que se estudien el todo y las partes de manera simultánea, como una sola entidad. Lo más importante descansa en las propiedades individuales de cada material y su construcción de sentido, significado y participación dentro del sistema completo, donde se hace útil de acuerdo a su relación con el sistema.

La memoria

Es a partir de la construcción del recuerdo⁶ que se da valor a los saberes; son parte del sistema de afectos, apegos y deseos, de la relación ancestral, parental o maternal. Además, esos saberes tienen su aplicación y demostración de manera práctica en las diferentes actividades de la vida cotidiana.

La cultura

Tenemos la lengua como base de la cultura, partiendo de que aquello que se nombra es lo que existe; lo que tiene un nombre, tiene una identidad, y se puede nombrar, recibe un lugar dentro de la existencia. Partiendo de estas premisas, podemos ver que, en cuanto no se sabe cómo nombrar una herramienta, un material, una parte de la casa u otro aspecto, en realidad estamos ante la pérdida de saberes. Por otra parte, el sistema cultural es muy complejo y se manifiesta en numerosos elementos de la vida cotidiana, desde las actividades productivas de la comunidad hasta las religiosas, que tienen su referente en cada vivienda de manera sistémica.

La pérdida de saberes

Este punto es uno de los más complejos, pues con el hecho de que deje de existir alguna planta o animal que tenía una utilidad en la cotidianeidad de los habitantes, seguramente también dejará de existir una parte material de la tradición expresada en su hábitat, su casa, la cual también desaparecerá. Esto pasa en todos los niveles del sistema y se refleja en materiales nuevos o procesos alternativos. De igual modo, que se omita un paso por no conocer la técnica o porque el material desapareció —como ha sucedido con algunos pastos que se utilizaban para las cubiertas en diferentes regiones del país— es muestra de lo

complejo del fenómeno, y, a la vez, de lo fascinante de sus lazos en cuanto a la diversidad de elementos en cuestión.

Cabe mencionar que los puntos referidos anteriormente son la base para de-construir el fenómeno del sistema constructivo; desde luego, después de haber realizado el trabajo de campo y las entrevistas con los maestros constructores, elementos que se sistematizaron para lograr re-armar el conocimiento intrínseco y plasmar de manera clara los saberes que se están poniendo en juego a través de la arquitectura popular de las distintas comunidades visitadas.

Estos temas han venido a complementar las experiencias anteriores del LABPYSCT, ampliando la visión que teníamos y ensanchando el proceso de análisis de los sistemas constructivos tradicionales. Sobra decir que en la base de datos del LABPYSCT se han sistematizado los resultados obtenidos en cada experimento.

Tras la publicación del primer volumen de *Naturaleza en el habitar*, la difusión del trabajo del LABPYSCT ha cobrado una relevancia mayor: al dar a conocer los diversos hallazgos que se publicaron en el libro anterior, se ha incrementado el nivel de colaboraciones con expertos y otras instituciones académicas se han interesado en labores conjuntas sobre temas de saberes tradicionales y tecnologías constructivas.

Lo más importante es hacer notar la relevancia del tema para disciplinas como la antropología, la lingüística, la historia, la música, la ingeniería y las artes, entre otras, que vinculan sus propias experiencias con la visión del LABPYSCT, así como que durante el intercambio se han ampliado nuestros campos de interacción de los saberes tradicionales, aumentando el sentido ecosistémico y acercándonos a la naturaleza del habitar.

Para hacer posible la naturaleza en el habitar, no es necesario hablar sobre cómo la naturaleza está en la construcción, sino sobre cómo se construye una visión del mundo desde una conciencia natural, repensando nuestra manera de ser y estar en el mundo.

En estos momentos, en que el planeta está en crisis y dentro de un proceso de preguntarse qué hacer ante una nueva visión del mundo, cabe replantearnos cómo estar de otra manera en nuestro entorno, aprovechando la memoria para no perder distintas experiencias y retomando diferentes aprendizajes de los saberes tradicionales que parten de reconocer lo verdaderamente esencial del equilibrio con el planeta.

CONTINUANDO LA TRADICIÓN

En esta publicación damos continuidad al primer tomo de *Naturaleza en el habitat*,⁷ el cual se centró en los sistemas constructivos tradicionales de madera y fibras naturales, que forman parte de los que hemos podido documentar en el LABPYSCT.

Así pues, en este segundo volumen, dedicado a las tradiciones constructivas de barro y piedra, continuamos con sistemas de gran relevancia, entre los cuales se encuentran la casa de tierra anegada, de San Matero Río Hondo, Oaxaca; la casa de piedra laja, de Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca; y dos sistemas de tapia: el tapial de tierra, de San Andrés Payuca, Puebla, y el tapial de residuos de cal y piedra poma, de Tepeyahualco, Puebla.

Estos sistemas de barro y piedra comparten una misma condición en sus concepciones constructivas, y es que podríamos considerarlos estereotómicos, de acuerdo con la clasificación que hace Kenneth Frampton,⁸ basado en Gottfried Semper, para explicar lo que ha dado sentido a la arquitectura a lo largo de su historia. Esto es, centrar la manera de construir el espacio en una postura sumamente existencialista, lo cual implica una relación mucho más compleja que la pura construcción material y hace referencia a ese construir del que Heidegger habla. De ahí que se establezcan dos sistemas: el tectónico y el estereotómico —al que ya hicimos referencia—, que se caracterizan por ser sistemas mucho más próximos al suelo; su arraigo y materialidad los lleva a una condición más terrenal, utilizando la mampostería como proceso básico para el ensamblaje de las diferentes piezas. Esa condición de colocar con las manos nos remite a cierta calidez, apropiación y escala humana acogedora.

En esta ocasión, el primer capítulo del libro se encamina al análisis del sistema constructivo de tierra anegada o blá (pared, aunque no es literal la traducción), como le denominan los maestros constructores. Su escritura estuvo a cargo del arquitecto Marcos Sánchez Sánchez, de Eco Constructores Oaxaca Taller de Arquitectura, con amplia experiencia en sistemas de tierra cruda, en colaboración con el arquitecto Francisco Hernández Spínola, corresponsable del LABPYSCT y profesor de carrera de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura de la UNAM. El sistema del que hablan es particular por ser una variante de otras técnicas de tierra húmeda, de la cual no hay referencia clara de su origen.

El segundo capítulo se centra en el análisis del sistema constructivo de piedra laja y estuvo a cargo de la maestra Astrid Nayelly Cortés Torres, profesora de carrera de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, y del arquitecto Francisco Hernández Spínola nuevamente.

El tercer capítulo, encaminado al análisis del sistema constructivo del tapial de tierra de San Andrés Payuca, estuvo bajo la responsabilidad del doctor Luis Fernando Guerrero Baca, profesor e investigador del Departamento de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma de México, y de la doctora María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes, investigadora de tiempo completo del CIAUP de la Facultad de Arquitectura de la UNAM y coordinadora del LABPYSCT.

Para el cuarto capítulo, centrado en el análisis del tapial de residuos de cal y piedra poma, los responsables son nuevamente la doctora María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes y el doctor Luis Fernando Guerrero Baca. Cabe recordar que Guerrero Baca es uno de los académicos que más ha trabajado con los sistemas de tierra cruda y húmeda en nuestro país. Este caso en particular resulta importante, pues no existe otro igual en el mundo y es el fruto de la resiliencia de un sistema ante los cambios de la realidad.

Para finalizar, es importante resaltar que el cuerpo del trabajo que aquí se presenta está centrado en poner en valor nuevamente los conocimientos y saberes tradicionales. Esos que muchas veces se desdeñan desde la academia por una supuesta falta de pruebas concretas, pero que llevan siglos de comprobación constante en un proceso de mejora que ha ido perfeccionando, o no, su técnica de construcción. Ésta, en su justa medida, es más un sistema codificado de información y de saberes que está ligado a la manera de estar en el mundo por parte de estas comunidades y que ahora nosotros asumimos desde el LABPYSCT.

Cabe destacar la importancia de este trabajo no sólo para la divulgación de estos conocimientos, sino también como parte de la construcción de una memoria colectiva que permita caminar en una dirección distinta a la actual; es decir, una alternativa a los distintos procesos sociales, económicos, políticos y hasta académicos. Todo ello con el fin de repensar nuestra responsabilidad y actividades frente a los retos de una nueva realidad pospandemia.

También vale la pena recordar la relevancia de estos sistemas constructivos como manifestación de la tradición y sus saberes, y que cuando uno de éstos pierde una de sus partes o se desvanece por completo, así como sucede con los idiomas, perdemos una forma de ver el mundo. Parafraseando al subcomandante Marcos: nos gusta el mundo con muchos mundos que no nos hacen iguales, y sí menos indiferentes.

NOTAS

1. Ángela Giglia, *El habitar y la cultura. Perspectivas teóricas y de investigación* (México: Anthropos-Universidad Autónoma de México, 2012), 16-19.
2. Se hace referencia a la pandemia declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 30 de enero de 2020.
3. Tim Ingold, *The Perception of the Environment: Essays for Livelihood, Dwelling and Skills* (Londres: Routledge, 2000), 13-27.
4. Se hace referencia al concepto desarrollado por Pierre Bourdieu y citado en Giglia, *El habitar y la cultura*, 16-19.
5. Manfred Max Neef, Antonio Elizalde y Martín Hopenhayn, *Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones* (Barcelona: Icaria Editorial, 1993), 40-51.
6. La palabra recuerdo viene de recordar, que se descompone en *re*, volver, y *cordar-cordis*, corazón, por lo que podemos decir que equivale a volver a pasar por el corazón.
7. María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes, comp., *Naturaleza en el habitar*, vol. I. Tradiciones constructivas en madera y fibras naturales (México: UNAM, 2017).
8. Kenneth Frampton, "Frampton. En defensa de la tectónica", *Tecne*, 2 de noviembre de 2013, consultado el 15 de mayo de 2020, <https://tecne.com/biblioteca/frampton-en-defensa-de-la-tectonica/>

BIBLIOGRAFÍA

- Frampton, Kenneth. "Frampton. En defensa de la tectónica". *Tecne*, 2 de noviembre de 2013. Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020. <https://tecne.com/biblioteca/frampton-en-defensa-de-la-tectonica/>
- Giglia, Ángela. *El habitar y la cultura. Perspectivas teóricas y de investigación*. México: Anthropos-Universidad Autónoma de México, 2012.
- Ingold, Tim. *The Perception of the Environment: Essays for Livelihood, Dwelling and Skills*. Londres: Routledge, 2000.
- Neef, Manfred Max, Antonio Elizalde y Martín Hopenhayn. *Desarrollo a escala humana: Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. Barcelona: Icaria Editorial, 1993.
- Vizcarra de los Reyes, María de los Ángeles. *Naturaleza en el habitar*, vol. I. Tradiciones constructivas en madera y fibras naturales. México: UNAM, 2017.



CON LAS MANOS EN LA TIERRA

Casa de tierra anegada en San Mateo Río Hondo, Oaxaca

Marcos Sánchez Sánchez

Cofundador de Eco Constructores Oaxaca Taller de Arquitectura

Francisco Hernández Spínola

Profesor de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura de la UNAM
Corresponsable del Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos
Tradicionales, de la Facultad de Arquitectura de la UNAM

INTRODUCCIÓN

Mmm... pues ahorita, por ejemplo, nosotros la hicimos, y pues aquí la tierra es del mismo terreno; la resina pues es de los árboles, no la compramos. Lo único que pues a nosotros, por ejemplo, no nos costó mucho, nada más el trabajo de hacerla. Porque todos los materiales hay aquí en la región. No compramos nada. El agua, tenemos nacimientos de agua, sí.¹

René Velázquez Pinacho

La construcción con barro es tan antigua como la propia humanidad. El modelado de la tierra a través del agua y sus diferentes agregados de fibras naturales y minerales es un saber ancestral que ha acompañado al ser humano en su largo proceso de ser y estar en el mundo. Así pues, se ha construido una gran variedad de edificaciones que dotan de sentido y significación un mundo inmenso, lleno de peligros y adversidades, del que el ser humano es parte y no puede alejarse.

El barro, que se produce del amasiato entre agua y tierra, ha sido uno de los materiales más nobles para la construcción del hábitat humano. En este sentido, se ha partido de la herencia observadora y experimental de los pueblos nómadas, que por medio del moldeado con pies y manos lograron configurar construcciones que atienden su cobijo y el de sus principales enseres.

Las construcciones de modelado de barro plástico son aquellas que presentan una gran cantidad de arcilla y agua, lo cual las hace flexibles en su estado plástico debido a que, una vez que se secan, se vuelven duras y homogéneas, tomando la forma en la que fueron modeladas. En cuanto a nuestro país, se trata de la muestra de un sistema constructivo tradicional muy primitivo; de



▲ Muro y ventana de tierra anegada en San Mateo Río Hondo. LABPYSCT. Noviembre de 2014. Annik Keoseyan Padilla.

hecho, es uno de los primeros, pues no necesita de muchas herramientas para su materialización.

El sistema de tierra anegada de San Mateo Río Hondo en Oaxaca es una variante de las técnicas de modelado en barro plástico, pues no es como el *cob*² o los panes de barro, sistemas que se construyen a partir de bolas de barro aventadas o amasadas en capas de 40 a 50 cm, y que al secar toman una condición homogénea, dando como resultado muros de una gran resistencia tanto a la compresión como a la tracción en la construcción de la casa.

Por lo anterior, la técnica de tierra anegada es una variante de gran relevancia, pues no hay otra referencia clara en nuestro país que se desarrolle con el mismo procedimiento. Su referente más cercano estaría en las construcciones del norte en Paquimé para ser precisos,³ donde también se han construido grandes conjuntos de edificios a través del modelado de barro en la versión de *cob* o bolas de lodo o barro.

En este capítulo se revisan las particularidades del sistema constructivo de tierra anegada: sus orígenes, la técnica, los materiales y las aportaciones que suma a los saberes constructivos tradicionales de nuestro país. De ahí que el trabajo se base en una visión holística para dar cuenta de los conocimientos que se articulan en el sistema, así como de los procedimientos constructivos de la casa de manera ecosistémica.

Hacemos referencia a la relación ecosistémica de los saberes según lo plantea Tim Ingold en *The perception of the Environment: Essays on Livelihood, Dwelling and Skills*.⁴ En dicho texto se plantea la estrecha relación que guardan los

habitantes de una región con su entorno inmediato, y cómo lo modifican y a su vez se modifican los seres humanos a través de las actividades de la vida cotidiana, estableciendo no sólo una relación de uso, sino también de significado y simbolismo, lo que consiste en ser parte del todo sin disociación.

Esta estrecha relación entre habitante y hábitat⁵ ha desarrollado una serie de saberes con base en la observación, la experimentación y la memoria. Estos tres ejes son fundamentales para la consolidación del sistema constructivo tradicional de tierra anegada de San Mateo Río Hondo.

No hay sistemas constructivos tan humanos como los que utilizan la técnica de tierra húmeda como el *cob*, los panes de barro,⁶ el *zabur*⁷ y la tierra anegada, conocida también en la región de la costa chica como *blá*, en la Sierra Sur de Oaxaca, en tanto que el proceso de construcción depende ampliamente de la fuerza, habilidad y experiencia de los maestros constructores, quienes han desarrollado distintas maneras para modelar el barro a través del tiempo, y de la memoria corporal que han heredado de generación en generación.

Además, es una técnica que deja huella en la construcción de manera literal; esto es, en el modo de amasar para construir espacialidad. En este sentido, siempre se muestra marcada por el tamaño de las manos, la fuerza con que los dedos aprietan el lodo y lo lanzan; en el caso de la tierra anegada, las huellas se crean capa por capa. Así pues, es posible encontrar memorias en las marcas de barro mediante las huellas de manos que quedan en los muros.



◀ Construcción de tierra anegada y paisaje. LABPYSCT. Noviembre de 2014. Axayácatl Sánchez Sámano.

APILANDO BARRO ENTRE BARRANCAS: LOS ORÍGENES

Claro, aquí los... acá los terrenos tienen mucha pendiente. Entonces, nosotros al principio tenemos que hacer un sitio, le llamamos, y para hacer ese sitio lo tenemos que trabajar con barreta, pala, pico, carretilla. Y ahí esta tierra, para no tirarla, la ocupamos en la construcción de nuestras casas.

René Velázquez Pinacho

La tierra anegada, blá o pared, como se le nombra en San Mateo Río Hondo, es un sistema constructivo efectuado con una mezcla de tierra arcillosa en estado plástico y estabilizada con fibras vegetales muy finas, y algunas veces con arena o cal, dependiendo del tipo de arcilla. La estructura de la cubierta es de madera atada a cuatro aguas con hilo de izote (parecido al ixtle) y se recubre con manojos de zacate de conejo (*Cynodon dactylon/guixi-guitoo*), que es un pasto africano que crece en la región.

San Mateo Río Hondo es una comunidad ubicada en el municipio de Miahuatlán, Oaxaca, en la Sierra Sur del estado. La mayor parte de su territorio está a 2 300 m s. n. m., por lo que tiene una configuración de barrancas, laderas y pocas planicies. La vida cotidiana se desarrolla entre los cerros La Postera, Zaniltepec y Cerro León,⁸ que son los más representativos del municipio y, a su vez, forman parte fundamental del paisaje y el medio ambiente; todo lo presente emana de



ese entorno agreste y admirable de los bosques serranos. Existen dos ríos en la localidad, el Hondo y el San Antonio, producto de un territorio sumamente intrincado y con numerosos escurrimientos naturales, por ejemplo los de San Mateo. El recorrido de estos cuerpos de agua por las partes bajas de la montaña hace que sean receptáculos de una gran diversidad de elementos como piedras y arena.

El clima de la región es generalmente frío por ubicarse en la zona del bosque de coníferas. De este sitio se extrae la mayor cantidad de materiales para la construcción de las viviendas; además, alberga distintos animales como ciervos y lince, que hacen del territorio un lugar indómito. De ahí que los peligros para la comunidad no sólo sean de índole climática, sino también relacionados con la fauna silvestre.

La primera parte del nombre se adoptó en honor del patrón del lugar, mientras que la segunda se debe al río Hondo, que pasa cerca del municipio. En la época colonial se le llamó Tetequipa y Yegoyoxi, en náhuatl y zapoteco respectivamente. Para ambas lenguas significa río de arena.⁹ Esto se debe a las grandes cantidades de tierra arrastradas por las lluvias en los terrenos tan escarpados del municipio, lo cual erosiona las montañas y llena las tierras bajas con grandes bancos sedimentados de arena y muy poco material rocoso, que de por sí es escaso en la región.

Las fiestas más importantes de la localidad se dan en marzo y septiembre, por lo que coinciden con los calendarios agrícolas. Lo anterior abre y cierra los ciclos de siembra y cosecha, y se asocia con los ciclos de cambios naturales en vegetación, suelo y clima. Además, genera tequios para la construcción de viviendas por la presencia o ausencia de personas en la comunidad, lo que se deriva de las actividades agrícolas y forestales que corresponden a diferentes fechas del calendario que rige la agricultura.

Habitar la montaña ha implicado un patrón de dispersión muy grande, lo cual complica enormemente la construcción de vivienda, el equipamiento y los servicios. En la zona central o urbana más consolidada, las casas se organizan de acuerdo con las pendientes del terreno en torno al centro del pueblo, donde se encuentran la iglesia, la agencia municipal y los servicios básicos. Esta organización en las laderas, en patrón de plato roto, configura San Mateo Río Hondo.

Dentro de la localidad el principal recurso está en el aprovechamiento forestal. Los suelos son arcillosos, con mucha humedad y muy pocos nutrientes, lo que favoreció el surgimiento de la técnica constructiva de muros de tierra moldeados en un estado húmedo y techumbres de madera cubiertas de zacate;



▲ Paisaje de San Mateo Río Hondo. LABPYSCT.

32

la madera es otro sistema constructivo predominante en la región, ya que por la abundancia de bosque de coníferas se pueden extraer diversos árboles maderables, los cuales han tenido un repunte en los últimos años. Con todo, el presente capítulo se centra en la técnica de tierra anegada o blá, por su condición única en la región y el país.

DE BARRO, MADERA Y FIBRAS: LA MATERIALIDAD

Eh... el terreno acá tiene muchas... tiene capas de tierra. Tiene una capa que es piedra, tiene gravilla, y hasta arriba tiene la tierra que a nosotros nos sirve para la construcción. Entonces tenemos que seleccionar la primera tierra, que es la que tenemos, la que nos sirve para la construcción.

René Velázquez Pinacho

La materialidad del sistema es reflejo de varios aspectos: saber convivir con la naturaleza; ser sensible a los materiales del entorno inmediato; observar y aprovechar lo que se tiene para potenciar su empleo de manera respetuosa y responsable. Tales conocimientos ancestrales sobre los distintos orígenes de los materiales y sus procesos de transformación son parte fundamental de cualquier



▲ Muro de tierra anegada con entrepiso de madera junto a terreno natural.
LABPYSCT. Noviembre de 2014. Axayácatl Sánchez Sámano.

sistema constructivo; es decir que la suma de las partes resulta más importante que las partes mismas, en tanto que se vuelve al todo como sucede en la naturaleza.

Los materiales del sistema de tierra anegada o blá son propios de San Mateo Río Hondo; en otras palabras, han acompañado a sus habitantes a lo largo de su vida, y en muchos casos han crecido a la par que ellos. Estos elementos se transforman en cobijo humano a partir de los procesos de modelado de barro y tejido de madera, pero no dejan de ser parte de la naturaleza.

Muestra de lo anterior es la manera de realizar la cimentación o base para desplantar la casa: después de haber extraído la tierra de la cepa, se vuelve a rellenar de tierra con agua, compactándola con los pies con tal de que sirva de basamento para el crecimiento de los muros de tierra anegada.

En ocasiones, para el basamento o cimentación, se utilizan piedras medianas y pequeñas revueltas con arcilla. Esta última se obtiene de la mezcla de la primera capa de tierra con agua; cabe recordar que la primera capa no es de tierra negra, la cual resulta mínima y es donde se encuentra la escasa capa vegetal; más bien, hay que cavar unos 30 o 40 cm para llegar a la tierra o arcilla útil para la construcción.



▲ Desplante de casa en terreno en pendiente. LABPysCT. Noviembre de 2014.

► Vista de casa de planta circular de tierra anegada. LABPysCT. Noviembre de 2014. ►

34

La tierra, una vez mezclada con agua, genera un lodo rojizo o amarillento con alto contenido de arcilla. El barro o tierra húmeda (*béñe dxéé* en zapoteco¹⁰), con una alta concentración de agua, adquiere el nombre de blá, del cual no tenemos una referencia exacta sobre su significado, pero puede tener un origen onomatopéyico por el choque de las capas de barro al colocarlas.

El desplante de las casas requiere que se hagan recortes a la ladera. Se recorta aproximadamente lo equivalente a un nivel (2.70 m) y de este modo se genera un par de terrazas para aprovechar la pendiente del territorio. Debido a esta configuración topográfica, las calles y los caminos organizan los lotes, hecho que vuelve muy diversa la forma de hacerse lugar en la montaña.

Las casas de tierra anegada o blá, por lo general, cuentan con un solo nivel y, en algunos casos, con una segunda planta construida en madera, la cual se apoya de alguna manera en la segunda terraza o en el terreno natural, respondiendo a la pendiente del terreno y a un sistema de horcones en las esquinas.

Para la construcción de la caja muraria de la casa, se utiliza tierra arcillosa revuelta con fibras vegetales de zarcilla de pino. A esto se le conoce como resina y se mezcla con agua en una proporción de 1 L de agua por cinco partes de tierra y una de resina o fibra natural. Con todo, en algunas ocasiones se emplea paja de trigo para estabilizar la mezcla.



El piso interior suele ser de tierra compactada, lo que da una diferencia de nivel muy pequeña con el exterior. En algunos casos se coloca otro material, pero la constante es el piso de tierra compactada mediante uso o herramientas de compactación.

Para la cubierta, se utilizan vigas de madera de pino o encino en sección rectangular, las cuales corren en el perímetro de la caja muraria, los morillos y los largueros de madera de ocote o pino, aserrados o en rama, para formar la estructura principal de la cubierta a dos aguas primordialmente; también se encontraron cubiertas cónicas.

Para el techado o construcción de la capa final de la cubierta, se utilizan atados de zacate de conejo, así llamado en San Mateo. Éstos se atan con las fibras de izote y luego se amarran a la estructura de madera por medio de hilos o cuerdas también de izote.

Los materiales de la techumbre son vigas de madera de ocote (*Pinus montezumae/ya'gyeche*) o encino (*Quercus xalapensis/yág xí'd*), morillos y largueros de madera de madroño (*Arbutus unedo/yág ián*) u ocote, atados con fibra de izote (*Yucca elephantipes*) para formar la estructura principal de la techumbre, que se cubre con zacate de conejo (*Cynodon dactylon/guixi guitoo*)¹¹ atado en rollos que se colocan sobre la estructura de madera, a la cual se amarran con fibras de yuca seca traslapando cada capa en horizontal y vertical, apretadas entre sí, para lograr el aislamiento de la cubierta.

La planta de izote¹² se deriva del náhuatl *izotl*. Es una flor de color blanco verdoso o cremoso, carnosa, brillante, frágil, vistosa. La produce una gran variedad de plantas del género yuca, de la familia de las agaváceas. La flor de izote crece agrupada en racimos grandes, tupidos, de forma cónica, que rebasan fácilmente los 30 cm.

La *Yucca elephantipes*¹³ se encuentra en Veracruz, Oaxaca y Morelos. Produce buena fibra y sus flores son comestibles. Está vinculada con el saber tradicional de los moradores de los Valles Centrales, que en este caso tiene el fin de obtener las fibras de las plantas agaváceas y transformarlas en elementos textiles, hilos o cuerdas en concreto.

De ahí que la construcción con tierra anegada esté ligada directamente con los saberes naturales sobre plantas, maderas y suelos. La distribución de estos materiales en el entorno inmediato ha llevado a los campesinos de San Mateo a retomar la construcción a partir de ellos, pues no requieren un gasto significativo; al contrario, son prácticamente de auto-producción, lo cual reduce el costo de una vivienda de manera importante.

EN LA LADERA DE BARRO Y PINOS: LA CASA DE TIERRA ANEGADA

Nosotros este, la cimentamos, bueno primero hacemos el terraplén, luego marcamos y ya la excavamos. Ésta tiene aproximadamente 60, 70 centímetros de profundidad. De donde está lo firme, hasta abajo, 70 centímetros le sacamos una [...] y ahí lo rellenamos de barro, un poco más duro que el de la construcción, más durito.

René Velázquez Pinacho

El sistema constructivo de tierra anegada parte de la manera en que los habitantes se hacen de un lugar en la ladera. Esto depende de la topografía en cuestión y establece como primera parte el escalonamiento del terreno; se hacen recorres a la ladera en los que sea posible ir trabando las plataformas en horizontal, con la resistencia de los empujes del terreno recortado en diagonal.

▼ Casa de planta circular de tierra anegada. LABPYSCT. Noviembre de 2014.



La técnica de barro húmedo o *béñe dxeé*,¹⁴ que da lugar al sistema constructivo de tierra anegada, casi no cuenta con referencias sobre cómo se desarrolló a través del tiempo o cuál fue su origen. Podemos partir de la sabiduría de los pueblos originarios al experimentar la plasticidad del lodo de la región. Esto puede deberse a la escasa presencia de piedra (la poca que hay es llevada de poblaciones más bajas). De ahí que, al tener un entorno con gran presencia de barro y madera, fuera posible el surgimiento de la variante de un sistema como el bahareque; hay evidencias de que para construir la cubierta también se usan horcones en las esquinas, liberando la caja muraria con algo que podría ser de cualquier cosa.

La proporción de esta caja de lodo es de 1:2, en una forma rectangular con las esquinas redondeadas por la continuidad que deben seguir las capas de barro. La cara abierta al exterior, por lo regular, es la que da al camino, andador o calle. Según la ubicación en el terreno y el territorio, esta cara abierta consta de una puerta central y un par de ventanas a cada lado, con lo que mantiene una simetría para el equilibrio del sistema de muros.

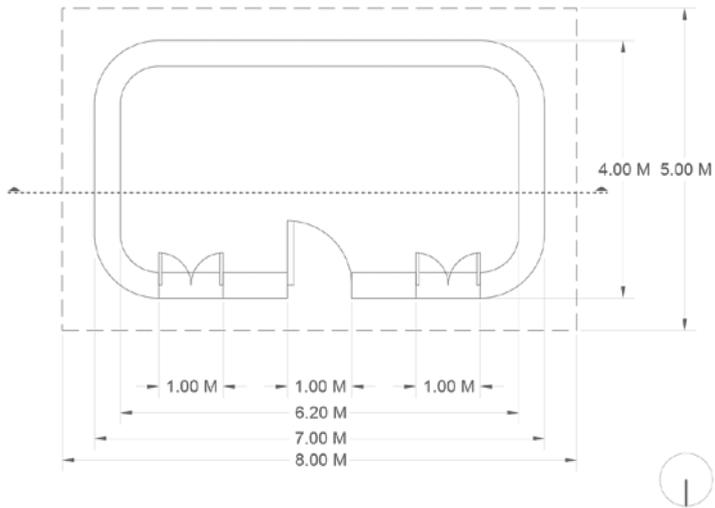
Las otras tres caras son prácticamente ciegas porque el clima puede llegar a temperaturas muy bajas al tratarse de una zona montañosa. Esto, además, brinda estabilidad y continuidad al sistema. Durante la investigación se encontró un ejemplo de casa con planta circular y techo cónico a base de morillos, carrizo y paja.

38

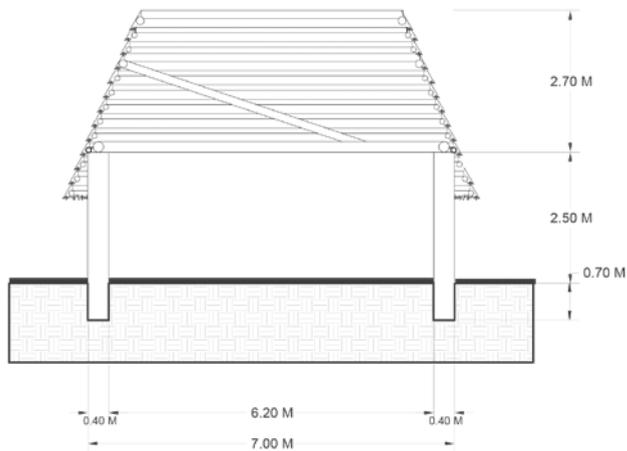
Por lo regular, la casa es muy compacta gracias a que no hay mucho terreno plano disponible. En el caso de las segundas plantas, que han comenzado a proliferar, por ser de madera resultan más ligeras y presentan un orden más abierto. Dichas plantas se suelen usar para habitaciones y su relación vertical con la caja de lodo se da a partir de una escalera exterior, en la mayoría de los casos para no interrumpir la continuidad de los morillos de madera. Esto, a su vez, genera un corredor en la planta alta que, por el hecho de estar cerrado, genera un pasillo de control térmico. Esta clase de fachada suele estar orientada al sur para obtener la mayor ganancia posible de calor durante el día.

Ahora bien, la relación con el exterior está limitada a un solo elemento o dos: la puerta y/o las ventanas del muro en su cara frontal, como parte de la protección del clima y la continuidad del sistema de tierra anegada.

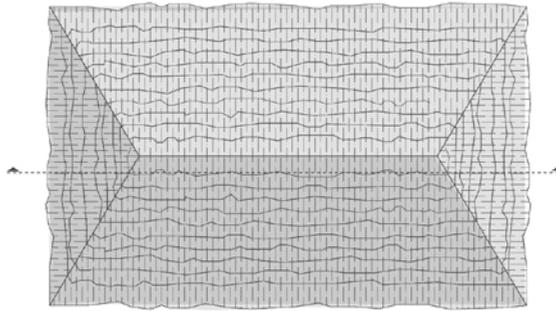
En general, las actividades de servicio como cocinar y bañarse se realizan fuera de la vivienda, en un partido de organización a partir de un patio o corredor. Estos elementos suelen estar adosados o contruidos con madera y carrizo, o bien, siguiendo la técnica del blá.



- 20M² HABITACIONAL
- 40M² LOTE TOTAL
- ▲ Planta esquemática de casa de tierra anegada. LABPysCT.



- ▲ Corte esquemático de casa de tierra anegada. LABPysCT.



 33% ÁREA CONSTRUIDA



▲ Cubierta esquemática de casa de tierra anegada. LABPysCT.

40



▲ Casa de tierra anegada y segunda planta de madera. LABPysCT.

La casa de tierra anegada se encuentra literalmente plantada en el terreno, y se sostiene de la montaña en la mayoría de los casos. En ocasiones, si la superficie desmontada del terreno es amplia, se genera una serie de patios abiertos, lo cual hace que la configuración doméstica sea muy variada y a la vez concuerde con el espacio.

MODELANDO LA TIERRA ANEGADA: EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Ajá, entonces no agarra el cemento con la tierra, no se lleva. Entonces, este... hay muchos que sí lo hacen, pero nosotros no.

René Velázquez Pinacho

El sistema constructivo tradicional de tierra anegada o blá, como se le conoce en la Sierra Sur de Oaxaca, se basa en el modelado manual del barro en una condición muy húmeda, casi líquida. Esto permite que vaya tomando la forma impuesta durante el proceso de mamposteo en hiladas de no más de 20 cm de espesor después de secar. Así capa tras capa, hasta lograr la altura deseada. La construcción de la cubierta es a base de madera en morillos y carrizos, los cuales servirán para la estructura secundaria, donde se habrán de colocar las escobillas de zacate que generan el aislamiento térmico en la cubierta.

La preparación del terreno inicia con el trazado y la excavación de plataformas del largo y ancho de la casa, enfrentando el sentido corto de ésta de manera perpendicular a la pendiente de la montaña, lo cual permite una estabilización del terreno una vez hecha la construcción en caso de deslave o caída de terreno.

Se trazan las cepas para el basamento y se hace una excavación de entre 60 y 70 cm de profundidad por 40 cm de ancho, la cual es rellenada con la misma



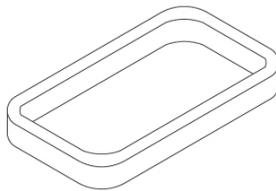
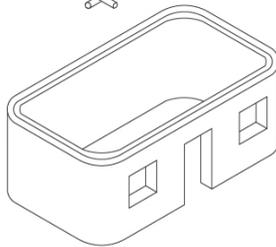
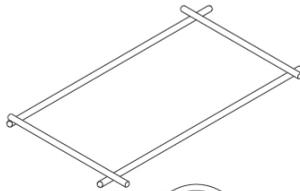
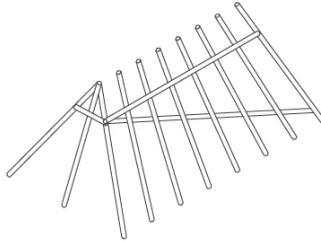
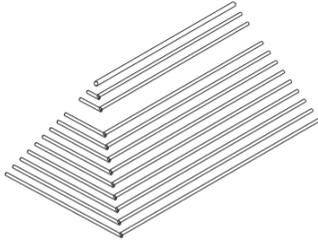
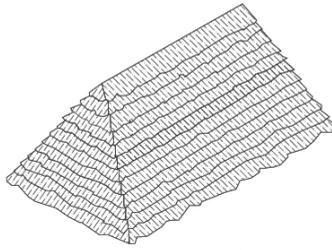
tierra, sólo que mezclada con agua. Se trata de una mezcla un poco más sólida que la del muro, por lo cual este último prácticamente se siembra en el suelo una vez que se fusionan la capa de basamento y la de la primera hilada, que es de 20 cm. Este procedimiento busca mantener homogéneo el material, estable y encajado. En algunos casos se agregan piedras no mayores a 10 cm para dar relleno, junto con la mezcla de lodo, y generar una base mejorada. En cualquier caso, se sigue el principio de encajar el muro al suelo.

Se prepara la mezcla de tierra del lugar: zarcilla de pino cortada finamente y agua, en proporciones de cinco partes de tierra por una de zarcilla y dos de agua. Se deja reposar a la sombra durante tres días para que las partículas de tierra se hidraten y las arcillas se activen para una mejor adherencia; la mezcla debe permanecer tapada con el fin de conservar la humedad. Para habilitar el lodo para el muro, se comienza a batir con los pies hasta lograr una consistencia lechosa o licuada. Después se mueve en carretilla a la cepa y se comienza a aventar y acomodar con las manos sobre la mezcla del basamento, manteniendo un espesor de la capa de 20 cm a lo largo del perímetro de la casa. Una vez terminada la hilada, se hace una zanja con las manos alrededor de la casa y en la parte superior de la hilada, de 15 x 10 cm de ancho y profundo, que funcionará como machimbre o engarce para la siguiente hilada de tierra anegada, que se colocará sobre la primera. Antes de colocar la siguiente hilada es necesario dejar secar por completo la anterior, ya que por la condición casi líquida de la tierra anegada, podría aplastarse la capa inferior al tener una alta saturación de agua.

Se debe procurar hacer una hilada completa; en caso de no terminarla, hay que dejar una inclinación de 45° para que, al continuar la hilada, exista mayor superficie de contacto y amarre entre la hilada vieja y la nueva. Por lo regular, se realizan de 12 a 14 hiladas, de manera que no sea muy alta la construcción, pues el espesor de 40 cm del muro sólo puede soportar en proporción de 2.40 a 2.70 m. Además, una mayor altura requiere de otros elementos, como andamios y elevadores para colocar los materiales.

El acabado del muro, una vez que se encuentra seco, puede ser aparente o recubierto por un aplanado de tierra con arena para un terminado más fino, que además le da protección ante el desgaste por viento y lluvia.

Para asentar la cubierta en el muro, es necesario dejar la misma zanja en la última hilada para desplantar las vigas de ocote (con diámetro de 20 cm), que fungirán como cerramiento o arrastre, dejando un rebase en las esquinas de 50 cm, las cuales se perforan y se unen con un clavo de madera de 40 a 50 cm de largo por 7.5 de diámetro. Todo esto sirve para evitar que se deslice la cubier-



▲ Axonometría explotada de casa de tierra anegada.
LABPYSCT. Noviembre de 2014.



▲ Casa de tierra anegada o blá. LABPysCT. Noviembre de 2014.

ta. De tal suerte, estas vigas o morillos permitirán la unión de la estructura de madera de la cubierta al trabar madera con madera.

Sobre las vigas de arrastre se apoyan los morillos de la estructura principal de la cubierta, ya sea a cuatro o dos aguas, según el deseo de los habitantes, lo cual implica un tratamiento diferente para el tímpano. En el caso de las dos aguas, éstas se enrasan con la misma técnica de tierra anegada. Las tijeras se van apoyando a lo largo de la viga de arrastre, con una separación de 60 cm, formando una tijera, y en la parte superior se inicia en ambos extremos de la casa y se coloca la viga principal, que corre en sentido longitudinal y se une con una diagonal en cada costado largo de la construcción.

En algunos casos se hace un entrepiso de morillos de madera, sobre los cuales se apoyan tablas conocidas como pisaleones. De este modo se genera un tapanco para el resguardo de las semillas. Esta solución permite la construcción de la cubierta de manera más sencilla, pues se cuenta con un piso de apoyo y no hay que colocar las tijeras de la estructura principal desde el suelo. En la

actualidad, con la sustitución de materiales como el zacate de la cubierta por lámina, se ha dado una disminución de altura e inclinación a esta parte, lo cual ha ocasionado que haya casas más bajas y el tapanco desaparezca.

Son de madera, sí. Pura madera. Y esta casa, como le vamos a poner dos niveles, entonces le pusimos los pisaleones, y ya de ahí agarramos los, este, los horcones, para ya poder armar nuestra casa arriba.

René Velázquez Pinacho

Ya colocadas las tijeras de morillos principales, se agregan las ramas de ocote o encino en sentido horizontal para formar la estructura secundaria. Esto se hace dejando una separación de 20 cm para luego recibir el amarrado de zacate, que se fija a las ramas con un nudo helicoidal de hilo de izote; los amarres se van colocando de abajo hacia arriba en la cubierta para asegurar el traslape y el tejido de las fibras y, así, dar impermeabilidad al techo de zacate. Antes de llegar a la cumbre, el zacate se coloca en forma de V invertida, tapando ambos lados y el final de la cubierta. Posteriormente, todo se sujeta con la peineta o peine, que es un marco de madera que abraza las hiladas de zacate para evitar que se vuelen y haya goteras en el interior.



◀ Detalle constructivo. Columna y entrepiso. LABPYSCT.
Noviembre de 2014.

PIES, MANOS Y ALGO MÁS: LAS HERRAMIENTAS

Hacemos la revoltura con los pies. Ajá, con los pies. Nos quitamos los zapatos o los huaraches y con los pies trabajamos la tierra. Y con los pies también se va sacando la piedra, porque hay muchas veces que la tierra tiene piedritas. Entonces, con las manos es muy difícil, se maltratan mucho las manos, por eso con los pies. Eh... se va sintiendo qué piedras tiene y se sacan, entonces es pura tierra, puro lodo, lodo puro pues.
René Velázquez Pinacho

Como ya se dijo, las técnicas del sistema de tierra anegada no requieren de herramientas sofisticadas para su realización; basta con emplear las manos y los pies, pues con éstos se transforma la tierra en lodo.

Desde luego, se necesitan herramientas de trazo y nivelación, pero de lo más sencillas. Por ejemplo: hilo, nivel y escuadra; el metro muchas veces ni siquiera es necesario, puesto que todo está modulado en cuartas o medidas de manos, por lo que no necesariamente se requiere de flexómetro.

En cuanto al trabajo de la madera, por lo regular las piezas vienen del aserradero; con todo, no se necesitan cortes sofisticados ni de alta eficiencia, basta con clavar y amarrar. Por lo anterior, el sistema de tierra anegada resulta de bajo costo y gran eficiencia en relación con su contexto y habitantes.

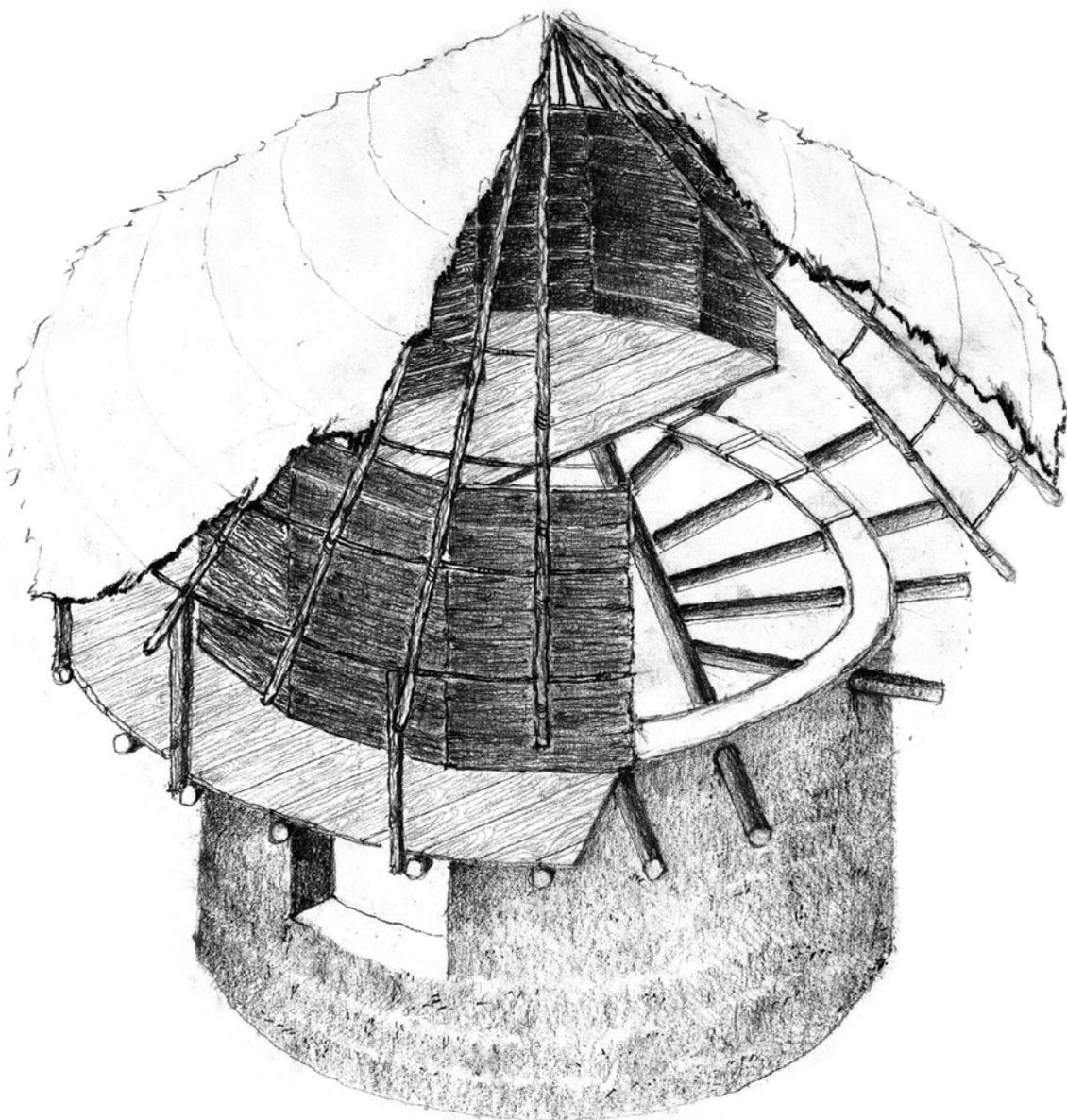
En la actualidad se han incorporado herramientas como cernidores, carretillas, palas, martillos y clavos, entre otras. Antes, sólo se requería de azadón para efectuar la mayor parte de las maniobras y lo demás dependía de la fuerza del constructor.

APRENDIENDO DE LA TIERRA ANEGADA

El procedimiento constructivo de tierra anegada o blá no requiere de numerosas herramientas o equipos, sino de la colaboración de la comunidad o la familia; los sistemas tradicionales, por lo general, contemplan en sus dimensiones la escala humana para su elaboración, lo cual implica que las partes sirven de apoyo o soporte para las tareas de construcción venideras.

Francisco Hernández Pinacho

El sistema constructivo tradicional a base de tierra anegada o blá y madera es una forma distinta de trabajar dentro de los sistemas considerados de tierra húmeda. Esto hace que sea una gran aportación a los sistemas constructivos tradicionales, no sólo a nivel nacional sino también global.



▲ Dibujo en sección de la casa circular de tierra anegada. LABPYSCT.
Noviembre de 2014. Axayáctli Sánchez Sámano.

El cuerpo es la herramienta más importante para la construcción de la casa de tierra anegada; construir a través del cuerpo brinda un sentido más amplio de dicho acto, por lo cual la casa se llena de simbolismo y significado, como parte de la relación del ser con el todo. Gracias a esto queda de manifiesto una sabiduría ancestral que pone a sus habitantes en una relación profunda con su entorno y da sentido a su manera de habitar el mundo.

Al igual que otros sistemas constructivos a base de tierra, éste presenta ventajas climáticas por la gran capacidad de inercia térmica de la tierra, lo que en el contexto de San Mateo Río Hondo cobra una alta relevancia.

Así pues, esta técnica ofrece numerosas lecciones con respecto a la utilización y aprovechamiento de los recursos disponibles en la localidad, incluyendo aquellos que se considerarían de desecho, como la zarcilla de pino o el zacate de conejo, lo cual propicia que la herencia constructiva y de saberes naturales no se pierda en la comunidad.

AGRADECIMIENTOS

Por último, toca mostrar nuestro profundo agradecimiento a la colaboración del maestro constructor René Velázquez Pinacho, quien nos permitió aprender algunos de los secretos más importantes del sistema constructivo de tierra anegada y compartió sus saberes con nosotros para la publicación de este libro.

También agradecemos a los diferentes prestadores de servicios, practicantes y colaboradores que enriquecieron la información de la base de datos en el servidor del LABPYSCT acerca del tema que nos ocupa.

NOTAS

1. René Velázquez Pinacho, entrevista de Ángeles Vizcarra de los Reyes para el Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales (LABPYSCT) sobre la técnica de tierra anegada, realizada el 13 de noviembre de 2014.
2. Gernot Minke, *Manual de construcción en tierra: la tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual* (Uruguay: 2005), 86-98.
3. Luis Fernando Guerrero Baca, *Arquitectura de tierra en México* (México: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco, 1994).
4. Tim Ingold, *The Perception of the Environment: Essays for Livelihood, Dwelling and Skills* (Londres: Routledge, 2000).
5. Ángela Giglia, *El habitar y la cultura. Perspectivas teóricas y de investigación* (México: Anthropos-Universidad Autónoma Metropolitana, 2012).
6. Los panes de barro son cilindros con hoyos cónicos en los extremos. Se van colocando de tal suerte que los hoyos quedan en la cara del muro para dar adherencia al revoque de cal. Se colocan en tizón y cada cuatro o cinco hiladas, hay una hilada a cordón. Ver Minke, *Manual de construcción en tierra*, 88.
7. La técnica de zabur se realiza a partir de bolas de barro con paja, las cuales son lanzadas con fuerza para que se compacten y den cuerpo a los muros. Después, éstos se aplanan con una paleta de madera para su acabado final.
8. Municipio de San Mateo Río Hondo, *Plan de desarrollo municipal de San Mateo Río Hondo* (Oaxaca: Municipio SMRH, 2011-2013), 38-40.
9. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, "Prontuario de información geográfico municipal. San Mateo Río Hondo, Oaxaca. CVE.20254" (México: INEGI, 2008), 6.
10. Familia Toledo, *Diccionario de Castellano-Didxazá 2020*, consultado el 20 de mayo de 2020, <http://biyubi.com/did consulta.php?p=arbol>
11. Heike Vibrans, "Malezas de México", consultado el 20 de mayo de 2020, <http://www.conabio.gob.mx/malezas demexico/2inicio/home-malezas-mexico.html>
12. *Diccionario Enciclopédico Larousse de la Gastronomía Mexicana*, consultado el 20 de mayo de 2020, <http://larousecocina.mx/palabra/flor-de-izote>
13. Laboratorio de Plantas Vasculares de la Facultad de Ciencias de la UNAM, "Yucca elephantipes", consultado el 20 de mayo de 2020, http://biologia.fciencias.unam.mx/plantasvasculares/ArbolesArbustosFCiencias/Angiospermas/yucca_elephantipes.html
14. Aunque la técnica es conocida con el nombre de pared o blá, su característica principal es la tierra húmeda.

BIBLIOGRAFÍA

- Baca, Luis Fernando Guerrero. *Arquitectura de tierra en México*. México: Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco, 1994.
- Diccionario Enciclopédico Larousse de la Gastronomía de México*. Consultado el 20 de mayo de 2020. <http://larousecocina.mx/palabra/flor-de-izote>
- Familia Toledo. *Diccionario de Castellano-Didxazá 2020*. Consultado el 20 de mayo de 2020. http://biyubi.com/did_consulta.php?p=arbol
- Giglia, Ángela. *El habitar y la cultura. Perspectivas teóricas y de investigación*. México: An-thropos-Universidad Autónoma Metropolitana, 2012.
- Ingold, Tim. *The Perception of the Environment: Essays for Livelihood, Dwelling and Skills*. Londres: Routledge, 2000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. "Prontuario de información geográfico municipal. San Mateo Río Hondo, Oaxaca. CVE.20254". México: INEGI, 2008.
- Laboratorio de Plantas Vasculares de la Facultad de Ciencias de la UNAM. "Yucca elephan-tipes". Consultado el 20 de mayo de 2020. http://biologia.fciencias.unam.mx/plantasvasculares/ArbolesArbustosFCiencias/Angiospermas/yucca_elephantipes.html
- Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales de la Facultad de Arquitectura de la UNAM. 2014. Consultado el 20 de mayo de 2020. <https://arquitectura.unam.mx/procedimientos-y-sistemas-constructivos.html>
- Minke, Gernot. *Manual de construcción en tierra. La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual*. Uruguay: 2005.
- Municipio de San Mateo Río Hondo. *Plan de desarrollo municipal de San Mateo Río Hondo*. Oaxaca: Municipio SMRH, 2011-2013.
- Toledo, Marco Antonio. *Sistema constructivo tradicional de tierra anegada (paredes) como alternativa para una arquitectura sustentable. San Mateo Río Hondo, Oaxaca*. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Universidad Nacional Autónoma de México, 2016.
- Vibrans, Heike. "Malezas de México". Consultado el 20 de mayo de 2020. <http://www.cona-bio.gob.mx/malezas-demexico/2inicio/home-malezas-mexico.html>



ASTILLAS EN LA ARCILLA

Casa de piedra laja en Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca

Astrid Nayelly Cortés Torres

Profesora de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura de la UNAM

Francisco Hernández Spínola

Profesor de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura de la UNAM

Corresponsable del Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos

Tradicionales de la Facultad de Arquitectura de la UNAM

INTRODUCCIÓN

Se amontona la tierra, se amontona la tierra... se le echa agua y se hace la revuelta, y así se empieza a trabajar. [...] Con tierra blanca, que no reviente y que esté maciza para que pegue la piedra.

Rufino Mendoza y Rodolfo Martínez¹

La construcción tradicional de México es resultado de una serie de saberes transmitidos de generación en generación, los cuales van desde el reconocimiento de un sitio y el entendimiento de los materiales de cierta región hasta la apropiación de técnicas constructivas y una serie de valores culturales como la tradición oral y las formas de habitar.

El intercambio cultural que se dio en nuestro país con la llegada de distintos pobladores del mundo permitió enriquecer las técnicas conocidas por nuestras culturas originarias, así como incluir nuevas herramientas y modificar otras, o bien, propiciar la integración entre la población ya asentada y los nuevos habitantes. Todo esto dio como resultado una exquisita mezcla cultural de la que somos herederos mestizos. Por ello, no es posible afirmar que el sistema constructivo a base de piedra que nos ocupa sea herencia de los primeros españoles o de los pueblos originarios; más bien se trata de la sabiduría de dos culturas fundidas a través del intrincado de piedras en un muro que da forma a las viviendas hechas con piedra laja.

Los saberes en la construcción con piedra se han diversificado a lo largo del tiempo de acuerdo a los diferentes contextos donde se han utilizado. Gracias a esto fueron posibles versiones de diversas envergaduras y con distintas téc-



▲ Casa de piedra caliza de Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca. LABPYSCT. Noviembre de 2014. Crédito: Axayácatl Sánchez Sámano.

54

nicas. La transformación de la piedra como material de construcción implica cambiar una roca en estado natural por una modelada para encajar, hecho que dio pie a una búsqueda de materiales aglutinantes, cementantes o de otro tipo, y éstos, a su vez, dieron paso a herramientas y técnicas novedosas para ensamblar los muros de piedra laja.

Cabe señalar la importancia de los saberes constructivos tradicionales implícitos en los procedimientos de construcción, así como en el mismo sistema, y que por lo regular encontramos en la arquitectura popular, tal como lo plantea Paul Oliver citado por John May:

[...] es aquella que comprende las viviendas y cualquier otra edificación popular, se circunscribe a su contexto medioambiental y a los recursos disponibles y tiene carácter de autoconstrucción o construcción comunitaria, por lo que se emplean tecnologías tradicionales. Todas las manifestaciones de la arquitectura popular responden a necesidades concretas y a los valores, formas de vida y economías propios de las culturas que las generan.²

Así pues, lo que consideramos como arquitectura popular es aquello que hace tangible la tradición³ de manera concreta y abstracta a la vez.

La aproximación holística al fenómeno de la casa de piedra laja como sistema constructivo tradicional parte de entender sus elementos como partes de un todo indisociable; la técnica de construcción, la cultura que la produce, el contexto en el que se manifiesta y los diferentes procesos que la rodean son la manera de ser y estar en el mundo por parte de quien la habita.

Podemos acercarnos a la mirada de Kenneth Frampton para entender que la aproximación a la construcción de la espacialidad⁴ se moldea a partir de los sistemas estereotómico y tectónico,⁵ que son la base para adentrarse en los sistemas constructivos que han edificado el mundo; esto es, los construidos a partir de moldear o mampostar los materiales, principalmente piedra (tierra/suelo), y los otros sistemas que se unen y amarran de manera más flexible y ligera por medio de diversos elementos, teniendo su origen en la madera, el carrizo y otras fibras (cielo).

A continuación daremos cuenta de un sistema constructivo a base de lasijas de piedra caliza, el cual se encuentra enclavado en el poblado de Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca, en la región zapoteca de la Sierra Sur de dicho estado.

Es importante decir que en la actualidad el sistema de piedra laja está desapareciendo por diversos factores: los escasos bancos de piedra caliza superficial y la sobreexplotación para la industria; la falta de mantenimiento de las construcciones; la nula transmisión de generación en generación de saberes tradicionales y técnica; la pérdida de la relación con los bosques y sus diferentes ciclos para regenerar las diversas especies del monte; la migración fuera de la comunidad, y la facilidad de adquisición y disposición de materiales industrializados como el tabique, el block de cemento o el concreto, entre otros.

De ahí la importancia de realizar un registro a manera de memoria, tomando prestadas las palabras de los maestros constructores sobre sus saberes de las técnicas constructivas tradicionales en piedra laja y sus diferentes procesos.

ABRAZANDO EL LUGAR DE LOS SAPOS Y LA CALIZA: LOS ORÍGENES

[...] hacer muros para jardines, muros así de... para jardín, y piedra laja.

Rufino Mendoza y Rodolfo Martínez

Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca, pertenece a la región de la Sierra Sur, una de las ocho de dicho territorio estatal. Entre parajes montañosos y valles de cultivo se extiende el lugar del que surgió este sistema constructivo de piedra laja.

A pesar de su ubicación dentro de la zona zapoteca, el nombre de Tamazulapan es de origen náhuatl y significa río de los sapos, lo cual nos habla de su origen multicultural vinculado con la migración.

Los habitantes de este sitio cuentan con una característica importante en relación con el territorio, la cual se liga con el régimen de propiedad: se trata de una comunidad sin territorios ejidales o comunales. Pese a lo anterior, conservan el tequio como lazo comunitario benéfico para todos.

La fundación de la localidad data de 1562, pero hay registro de habitantes desde 1530, los cuales viajaban con Nuño de Guzmán. Esto nos da una idea sobre las herencias constructivas que podemos encontrar, pues existe una coincidencia entre los saberes constructivos y la presencia de diversas migraciones, principalmente durante el proceso de dominación del territorio desde antes de la presencia europea en la región. Lo anterior, desde luego, aportó saberes a la construcción del sistema de piedra caliza en lajas y en barro o adobe.

De ahí que en el municipio de Tamazulapan se haya encontrado la misma forma de construcción para las viviendas en diferentes materialidades; en otras palabras, se responde a una misma organización espacial, pero se dan variaciones respecto del material utilizado de acuerdo con la ubicación.

El territorio de Santo Tomás está configurado por el valle y las montañas, donde se encuentran los centros habitacionales más antiguos y con mayor número de habitantes, lo que responde a la tradición de aprovechar el asentamiento del mundo mesoamericano: ladera-vivienda y valle-agricultura, duplas que generan un patrón disperso y un trazo del poblado en plato roto.

ASTILLAS DE PIEDRA Y MADERA: LA MATERIALIDAD

[...] esto es piedra laja, se labra, pues, se leja labrar la piedra [...] se deja labrar..

Rufino Mendoza y Rodolfo Martínez

Dentro de Tamazulapan los materiales que se identifican como los más utilizados en la construcción de viviendas son la tierra cruda o adobe, la madera y la piedra; sin embargo, en los últimos años, se han incorporado el block, el tabique y el cemento por su resistencia, disponibilidad y rapidez para ser obtenidos y construir con ellos, según los propios pobladores del municipio.

De ahí que los materiales del sistema constructivo tradicional sean aquellos en que se manifiesta la sensibilidad ante los recursos del territorio y su aprovechamiento para la construcción del hábitat como parte de la herencia de saberes. Por tanto, resulta importante notar la relación sistémica entre

arquitectura-territorio desde su expresión en los materiales utilizados para construir un mundo, una vida, un legado.

La piedra es un material que se encuentra en casi todos los rincones del mundo, y su historia va de la mano del origen de las primeras civilizaciones; estuvo presente en las cuevas y peñascos que habitaron y en sus viviendas primitivas.

En cuanto al uso de la piedra, la técnica de construcción empleada puede ser llamada estereotomía, pues se basa en el corte y tallado de varias piezas que, en conjunto, forman un componente previamente diseñado o predimensionado.

▼ Piedra caliza de Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca. LABPYSCT.
Noviembre de 2014. Crédito: Axayácatl Sánchez Sámano.





Además, las dimensiones de cada pieza o laja responden a una condición geométrica que permite tener estabilidad, proporcionar soporte y, en muchos casos, prescindir del uso de algún mortero para su adherencia.

Es importante apuntar que la principal diferencia entre roca y piedra radica en sus dimensiones y manipulación. La primera es producto de una formación geológica independiente, dura y resistente⁶ que se presenta en la naturaleza como grandes bloques monolíticos. Por su parte, las piedras son bloques individuales de menores dimensiones, o bien fragmentos que han sido extraídos de yacimientos naturales de la zona, generando así un material de construcción de origen natural.

El empleo de la piedra en la construcción se debe a sus propiedades físicas de porosidad, absorción, capilaridad, densidad y permeabilidad, además de las mecánicas de resistencia a la tensión, compresión y esfuerzo cortante.



▲ Paisaje y orografía de Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca. LABPYSCT. Noviembre de 2014. Crédito: Tatiana Santoyo Albo.

Entre los usos más comunes figuran mamposterías, muros, recubrimientos, diques, empedrados, pisos, escaleras y cimentaciones, por mencionar algunos.

Al hablar de la materialidad de las astillas se hace referencia a los diferentes trozos de piedra caliza obtenidos durante el proceso de dar cara a la piedra. Cuando éstos se trituran un poco más, se agregan a una mezcla con arcillas del lugar con poca arena. De este modo, se logra un mortero de calidad aceptable, con lo cual no hay mucho desperdicio de las lajas de piedra caliza que se han obtenido del terreno en forma natural. También se usan para cerrar juntas o calzar piedras durante el proceso de construcción.

Por otra parte, los habitantes de Santo Tomás han reconocido y clasificado su territorio a través del tiempo siguiendo el color de la tierra de las diferentes localidades del municipio. Asimismo, la configuración orográfica y geológica del lugar ha caracterizado los diferentes tipos de materiales que podemos encon-

trar como materia prima para la construcción. De ahí también emana su clasificación cromática popular, consecuencia de la herencia de habitar el territorio.

La materialidad también se debe al hecho de saber aprovechar lo que da el sitio y a relacionarse con él. Así pues, en la composición orográfica del municipio se pueden distinguir tres grandes franjas bien definidas de acuerdo a su altitud: la sierra⁷ (2 000 a 2 450 m s. n. m.), el lomerío (1 800 a 2 000 m s. n. m.) y los valles o llanuras (1 700 a 1 800 m s. n. m.). Resulta importante mencionar que existe una falla geológica que atraviesa el municipio de oriente a poniente fuera de la zona urbana consolidada, la cual forma parte del complejo sistema de fallas que atraviesa el estado en diferentes sentidos.⁸ La roca generada por los procesos geológicos de la región es en su mayoría sedimentaria (75% del municipio) y metamórfica (25% del territorio). Tal actividad geológica generó una gran capa de roca caliza compuesta principalmente por calcita (CaCO_3), la cual representa el 56% del municipio y la materia prima de nuestro sistema constructivo tradicional. Por ello, era un sistema muy popular antes de que llegaran los materiales industrializados, que han cambiado la percepción sobre este tipo de construcciones, junto con su versión de adobe de las tierras bajas de Santo Tomás, dejando sólo un 5%⁹ de las viviendas con materiales tradicionales, ya sea de barro o piedra y con cubiertas de teja.

La roca caliza que encontramos en Santo Tomás Tamazulapan con mayor abundancia es de color blanco. Su origen biológico se explica por la presencia de algunos fósiles y la configuración del territorio en el periodo cretácico, momento en que muy posiblemente el nacimiento de la Sierra Madre Occidental lo separó del resto del océano.

Si revisamos la configuración orográfica del territorio, notaremos que presenta una variedad de climas de acuerdo con la altitud. Éstos van desde uno semicálido subhúmedo con lluvias en verano hasta uno semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Lo anterior brinda una variedad amplia de vegetación. Por su parte, los suelos del municipio presentan la siguiente proporción: 60% de bosque, 25% de pastizales y 15% dedicado a la agricultura.¹⁰

El área de bosque es de coníferas, perenne y caducifolio. En las partes altas del municipio encontramos las siguientes especies: aguacatillos, ocotes (oyameles), pinos chinos, encinos rojos (yegareches), encinos blancos, eucaliptos, sauces, guajes, huamuches, madroños, palos de águila, yigatas y yegayis. De estas variedades se obtiene madera para carbón, leña combustible a nivel doméstico y, en una menor escala actualmente, para construcción. De las especies anteriores, el oyamel, el ocote y el madroño son las utilizadas para la fabri-



▲ Paisaje y orografía de santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca. LABPYSCT. Noviembre de 2014. Crédito: Axayácatl Sánchez Sámano.



▲ Detalle de muro con ripios para ajustar la colocación. LABPYSCT. Noviembre de 2014. Crédito: Jessica G. López Hernández.

cación de vigas mediante una técnica de aserrado que anteriormente se hacía con hachas o sierras de mano y en la actualidad con motosierra.

Por desgracia, la falta de planes de manejo y de reforestación ha sido un factor de pérdida de estos materiales, que pueden ser renovables, al igual que la propiedad privada: numerosas áreas del bosque se encuentran en poder de particulares y no hay un plan de manejo para tales recursos, lo cual propicia que la necesidad de ingresos y de capitalizar la posesión de tierras sea preponderante. Por si fuera poco, existe presencia de taladores de montes clandestinos y de técnicas de cultivo del tipo roza-tumba-quema.

Junto a la tierra roja arcillosa del norte del municipio, puntualmente del barrio Llano de Tobías, es donde podemos ubicar en su mayoría las construcciones con adobe, pero también es la zona de producción de tejas, que son modeladas con barro arcilloso y posteriormente cocidas en horno de leña.

Esta suma de materiales —piedra, barro arcilloso blanquecino, madera— es la materialidad del sistema constructivo de piedra laja. La manera en que son montados cada uno de los elementos refuerza el conocimiento adquirido a lo largo de los años por los habitantes de Tamazulapan. En esto radica la sabiduría

▼ Fachada posterior de casa de piedra laja. LABPYSCT.
Noviembre de 2014. Crédito: Tatiana Santoyo Albo.



sobre cómo trabajar las piedras, ensamblarlas, unir las, estabilizarlas y dejarlas con la apariencia adecuada. El modo en que se distribuyen y dimensionan las maderas de la cubierta es muestra de ese bagaje ancestral en el manejo de la geometría, el comportamiento estructural y el conocimiento de los materiales naturales.

La materialidad del sistema de piedra laja implica unidad con el suelo/tierra; se trata del entendimiento del medioambiente al conjugar las condiciones mecánicas y térmicas del material, y a la vez es parte de la identidad de los habitantes. Estamos ante el proceso ecosistémico que plantea Tim Ingold,¹¹ donde los habitantes y su entorno se modifican mutuamente de manera continua y bajo el sentido de la fuerza cultural.

A continuación se presentará una descripción del sistema doméstico de la vivienda de piedra laja de Santo Tomás Tamazulapan, en la que daremos cuenta de los elementos imperantes de este sistema desde sus partes tanto técnica como simbólica.

DE PIEDRA, ARCILLA Y MADERA: LA CASA DE PIEDRA LAJA

Cuando se habla de la casa como objeto o de manera desapegada se usa *yoo'* en zapoteco,¹² mientras que *lidxi* corresponde a los casos en que forma parte del ser; esto es, parte del habitante, cuando es su casa y está asociada con una condición de protección.

El sistema de piedra laja parte de la rememoración del cuarto redondo, pues no cuenta con ningún tipo de división interior. De ahí que las privacidades sean solamente cuestión cultural. Este único cuarto toma su forma rectangular partiendo de la influencia sobre el material del que será construido, piedra o adobe, y su forma y aparejos moldean la idea del prisma con variaciones en la cubierta de acuerdo con la región, los materiales disponibles y la mano de obra, especializada o no.

El sistema parte de muros de carga a base de piedra laja desplantados sobre un banco de piedras grandes. Se construye con piedra blanca caliza labrada con machete, arcilla blanca y agua. La construcción se desplanta sobre dicho banco, el cual funge como cimentación. La cubierta es un entramado de vigas de madera de corazón de ocote, largueros, tablas de madera y teja de barro.

Las casas en Santo Tomás Tamazulapan que presentan las características del sistema tradicional que nos ocupa fueron halladas en dos versiones: una de adobe y otra de piedra laja. En ambos casos responden a maneras de habitar de tiempos pasados; en ambos casos la forma es rectangular con una propor-



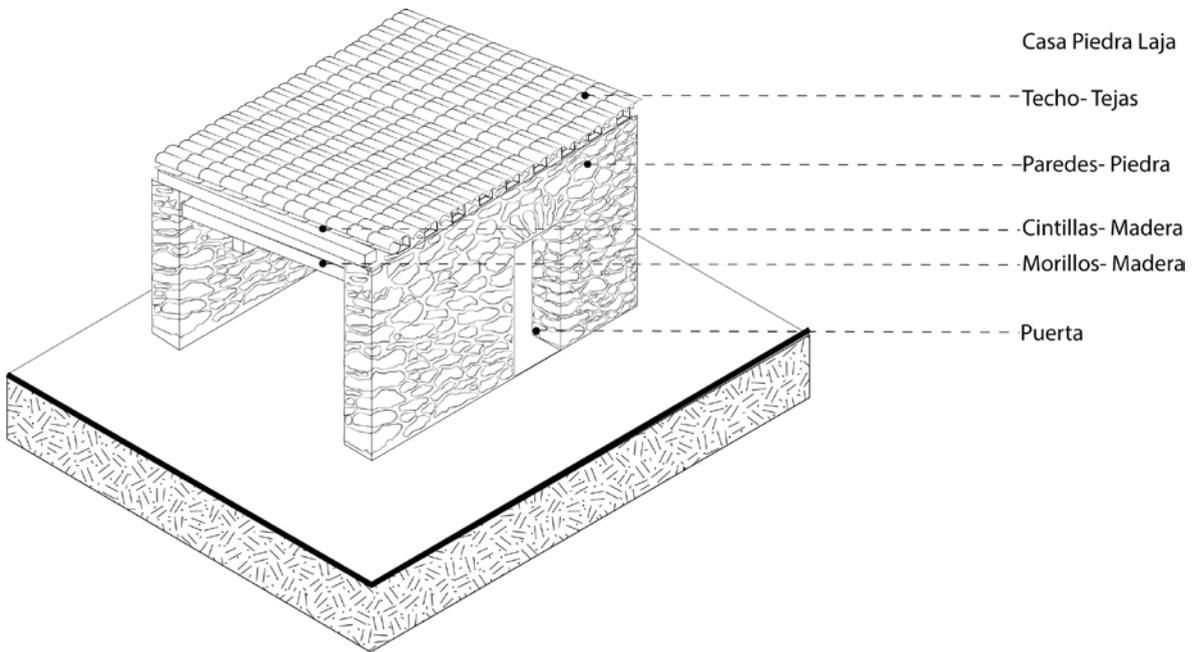
▲ Casa de piedra laja de Santo Tomás Tamazulapan. LABPYSCT.
Noviembre de 2014. Crédito: Jessica G. López Hernández.

64

ción de 1:2; es decir que el largo es dos veces el ancho, y sólo se considera una puerta de entrada, o a veces dos, dependiendo del tamaño del “cuarto” o del lado largo de la vivienda. En los casos más recientes aparecen ventanas de manera simétrica en el lado de la puerta, sin ninguna otra abertura hacia el exterior; mientras que en los más antiguos, el vano de la ventana no existía o iba en el lado corto de la casa, por ubicarse en ese punto la cocina y tener una manera de sacar el humo.

Por lo regular, en estas viviendas el área de cultivo se encuentra al fondo o al final del terreno, ya que por su configuración no tiene relación con la parte posterior, la cara ciega de la casa. Estos elementos se relacionan más bien de manera lateral o por el frente, donde se encuentra la puerta, lo cual nos revela que las actividades cotidianas no vinculadas con descansar se realizaban en el exterior. Esto permitía la adhesión de construcciones en madera o carrizo para dar lugar a corrales, cocina u otros elementos que acompañaran la vivienda.

La importancia del cuarto redondo en las culturas ancestrales radicaba en el origen del cobijo, la intimidad y el almacenamiento. Esto daba como resultado una configuración interior abierta. Las actividades se dividían por medio del mo-



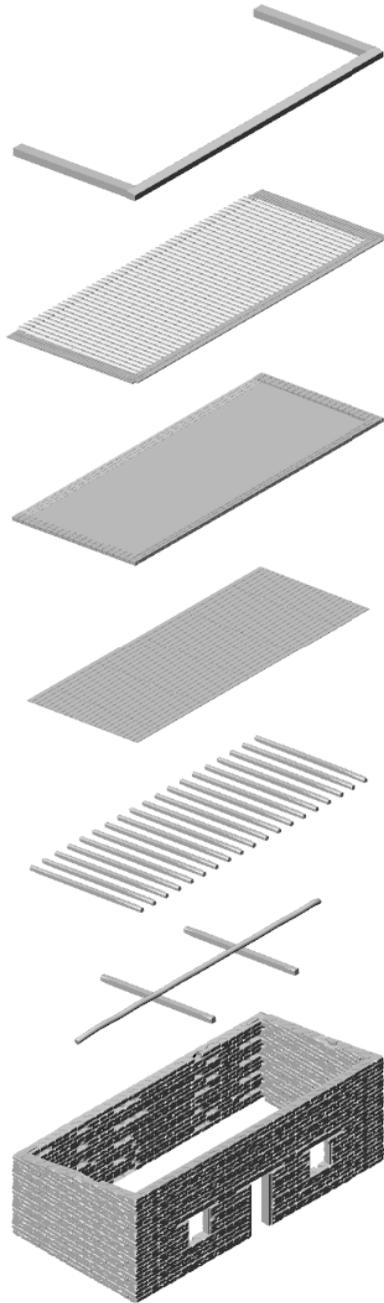
▲ Componentes de la casa de piedra laja. LABPYSCT.
Crédito: Yeltzin Sosa.

biliario y, en algunos casos, por divisiones interiores a base de carrizo, petates, piedra o adobe. Cabe mencionar que las ventanas en la arquitectura popular de nuestro país son un elemento de resiliencia, pues no hay vestigios de ellas para contemplar del interior al exterior antes de la llegada de los españoles, y si llegase a haber algún vano, no es posible regular su relación con el exterior, como sí sucede con las ventanas de origen europeo, las cuales nos hablan de una vida mucho más interior por cuestiones climáticas.

El ocote, junto con el encino y el madroño, es una especie muy utilizada en la construcción, y en el caso del sistema tradicional de piedra laja y su versión de adobe, la madera es uno de los recursos importantes por la utilización de gran parte del árbol. Por ejemplo, la viga madrina o principal, que corre a lo largo de la vivienda y está hecha del corazón de uno de estos árboles, se vuelve literalmente el corazón de la vivienda, pues se encuentra al centro de todo, marcando el sentido longitudinal de la construcción; no tiene ninguna división interior, salvo los límites virtuales generados por las diferentes capas de vigas de madera de la cubierta que tercián el espacio interior, dando lugar a una espacialidad particular que retoma la esencia del cuarto redondo de los diferentes orígenes ancestrales.

La esbeltez de la viga principal se logra con dos vigas que corren en el sentido corto de la vivienda terciando el claro. Estas vigas son de ocote, encino o madroño, lo cual las hace valiosas para un aserradero, dando como resultado un alto nivel de deforestación y desgaste de los suelos. La capa estructural de madera requiere el empleo de vigas o morillos de estos mismos árboles, que ya se han mencionado para otras partes del sistema, y se colocan cada 45 o 60 cm cerrando con un tableteado de maderas que descansan sobre los morillos y que recibirán las tejas que configuran la cubierta.

La casa de piedra laja (*ñee guie* o *lidxi guie* en zapoteco)¹³ es una muestra de la resiliencia de la arquitectura popular, en la que podemos ver en sus diferentes versiones, ya sea en adobe (*basoo*),¹⁴ piedra (*guie*)¹⁵ y, recientemente, tabique o block, que se han mantenido las formas de organización espacial y han ido retomando la configuración formal de la casa. Desde luego, es obvio que muchos casos han pasado a la losa plana, lo cual trae un cambio significativo en la forma, la temperatura del interior y la relación con la materialidad. De cualquier modo, se ha mantenido la manera de relacionarse con el exterior, aun cuando es evidente que algunas viviendas se han transformado en su totalidad, pues responden a otros tiempos y a diversas actividades por parte de los habitantes, sin olvidarnos de los nuevos vecindados, quienes han traído consigo maneras alternativas de estar en el mundo.



▲ Axonometría explotada de casa de piedra laja. LABPYSCT.
Crédito: Gimena Bustamante Domínguez.

Interior de casa de piedra laja. LABPYSCT.
Noviembre de 2014. Crédito: Jessica G.
López Hernández.



DE PIEDRA EN PIEDRA: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Y luego se le hace escuadra a la piedra.

Se va pegando, ya se va viendo la escuadra de la piedra, doblada. Bueno, piedras más o menos regulares, no muy grandes, se le hace la esquina.

¿Y los cimientos? ¿Cómo son los cimientos de esta casa?

Depende si está, si está macizo, nada más se pica poquito la piedra, porque es piedra dura, es una plancha que está maciza. Tiene como unos 30, 40 cm de macizo la piedra, es un banco y ahí mismo le pone la piedra ya, y ya se le da el nivel y ya.

Rufino Mendoza

El sistema de construcción con base en la piedra laja, como todos los sistemas tradicionales, aprovecha los materiales de la región. En este caso, la piedra caliza blanca en lajas labradas con machete y pegada con tierra blanca y agua. Para la cubierta se utiliza la madera de ocote (*yág-giér* en zapoteco, *Pinus montezumae/tecote*¹⁶) para formar una estructura de vigas, morillos y largueros, cubierta con tablas de madera o planchas de ladrillo. La última capa es de teja de barro rojo cocido.

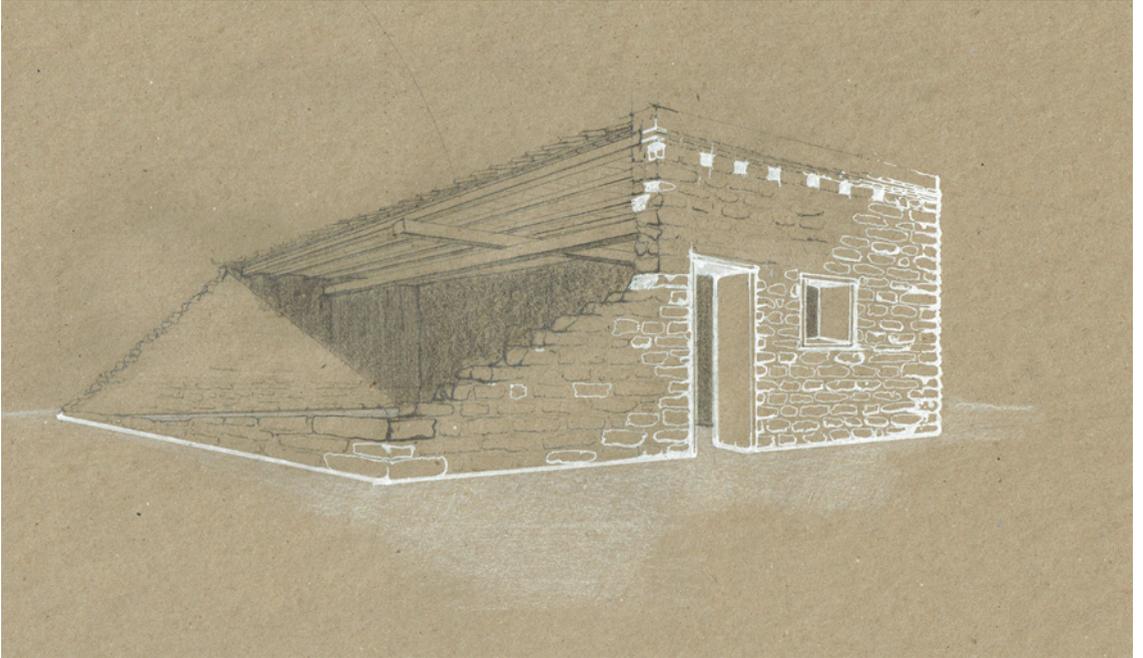
A continuación haremos una breve descripción de los procedimientos para construir la casa de piedra laja y escucharemos la voz de los maestros constructores que nos han compartido sus saberes con tal de comprender los procedimientos, dimensiones, formas y materialidades de este tipo de viviendas.



▲ Maestros constructores Rufino Martínez y Rodolfo Mendoza.
LABPYSCT. Crédito: Tatiana Santoyo Albo.

Si se desea usar piedra, la técnica de construcción empleada debe ser la este-reotomía, pues se basa en el corte y el tallado de varias piezas que en conjunto forman un componente previamente diseñado o predimensionado. Además, las dimensiones de cada pieza o laja responden a una condición geométrica que permite tener estabilidad, proporcionar soporte y, en muchos casos, prescindir del uso de mortero para su adherencia.

La piedra que se obtiene de la cantera¹⁷ forma bancos o vetas de caras pa-ralelas y, por lo regular, se saca en bloques denominados carretales. En el caso



▲ Dibujo de sección de la casa de piedra laja. LABPysCT. Crédito: Annik Keoseyan.



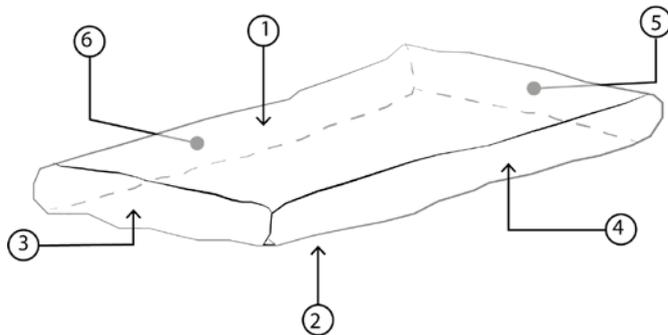
▲ Detalle de mezcla, casilleros y piedras de cadenamamiento. LABPYSCT. Noviembre de 2014. Crédito: Tatiana Santoyo Albo.

particular de las lajas, se extraen como si fueran grandes planchas de forma irregular y pueden tener un espesor que va de los 4 hasta los 10 cm. Se siguen los pasos de extracción de la piedra de manera manual. En un banco de materiales, se procede al tallado o corte general para poder maniobrar las lajas. En el momento de construir el muro, se realiza un afinado y una comprobación de perfil de acuerdo con la posición que se va a ocupar.

Para el aparejo de estas lajas, primero se seleccionan aquellas de tamaño similar con tal de asentarlas con el mortero a base de tierra blanca (cal y arena).¹⁸ En este acomodo se ajustan las piezas de tal forma que entre ellas exista poco mortero. Si llegase a haber alguna separación considerable entre las lajas, se coloca un ripio o una calza.

Cabe mencionar que también existe la técnica en seco, sin mortero o mezcla, donde sólo se van trabando las piedras. Ésta se utiliza con mayor frecuencia en corrales o límites de propiedades con muros de 1.50 a 2.0 m, con un espesor de 40 cm y un largo de acuerdo a cada propiedad.

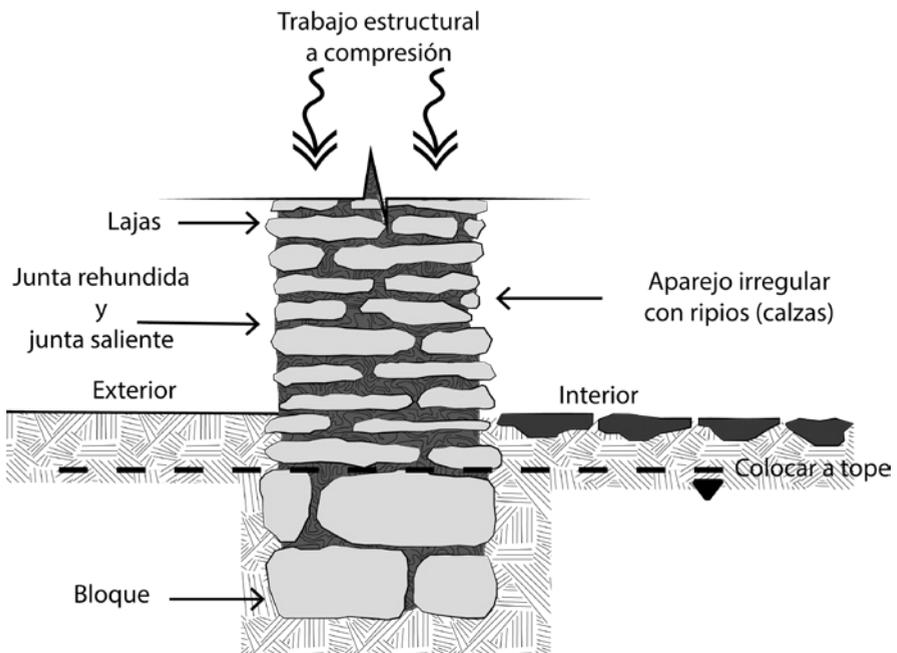
Después de extraer de la cantera o banco las rocas en bloques de diversos tamaños de forma manual, es decir sin maquinaria especializada, se eligen



Caras de lasjas

- ① Sobrelecho (cara superior).
- ② Lecho (cara inferior).
- ③ Cara lateral.
- ④ Paramento.
- ⑤ Cara lateral.
- ⑥ Reverso.

▲ Caras de una piedra. 2020. Concepto: Astrid Nayelly Cortés Torres. Dibujo: Yeltzin Sosa.



▲ Detalle de rocas de desplante, tope y aparejo de piedra laja. 2020. Concepto: Astrid Nayelly Cortés Torres. Dibujo: Yeltzin Sosa.

los que se asemejen al tamaño deseado. Al acomodo de las piezas de mayores dimensiones se le llama "colocar a tope". Esto sirve para cerrar una hilada en un punto determinado del sistema constructivo; en este caso, la cimentación.

El muro se asienta en un banco natural de piedra de 30 o 40 cm de espesor. Generalmente se encuentra a flor de suelo, a no más de 70 cm de profundidad, y funge como cimentación. Allí se colocan las piedras unidas con el mortero de tierra blanca.

El muro tiene un ancho de 50 cm. Las piedras se unen o juntean con una revoltura homogénea de arcilla de tierra blanca y agua. Para evitar deslaves, se remeten unos cuantos milímetros de la piedra. Sólo se labran con machete las piedras de las esquinas y los marcos de puertas y ventanas; los únicos elementos que necesitan cimbra son estos últimos.

Durante la construcción de estos muros, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:¹⁹

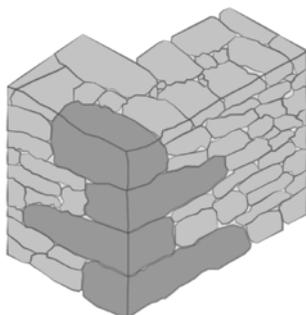
1. Evitar ángulos agudos para evitar el quiebre de alguna pieza.
2. Procurar que el espesor de las juntas se conserve.
3. Hacer que el aparejo tenga la mayor trabazón posible.
4. Que el tamaño de las lajas sea lo más regular, o bien, que éstas no excedan una medida máxima, exceptuando los perpiaños,²⁰ la coronación del muro y las esquinas.

Los muros deben alcanzar una altura mínima de 2.70 m y una máxima de 3.50 m, con un espesor de 50 cm, respetando las proporciones de la medida de la casa de 1:2, teniendo como máximo 6.0 m de ancho y 8.0 m de largo, y como mínimo 4.0 m de ancho y 6.0 m de largo. Esto responde a las dimensiones de las vigas y a los morillos que darán cuerpo a la cubierta.

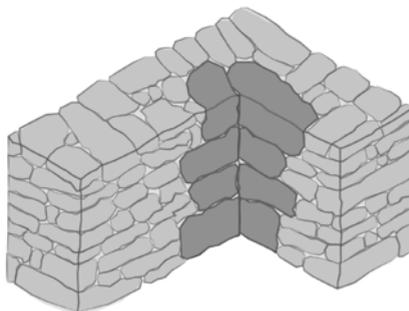
Para las esquinas,²¹ las piedras a utilizarse deben ser del mayor tamaño posible, ligeramente labradas para obtener una forma rectangular y a escuadra. Esto es para que los paramentos coincidan perfectamente y para consolidar el amarre en los dos sentidos del muro. El acomodo de estas piedras en esquina será transversal, intercalando piezas de mayor y menor tamaño, cuidando los vacíos que queden entre ellas para rellenarlos con ripios, pequeñas piedras o astillas de la misma caliza.

Para la cubierta, así como para el inicio del muro, la cimentación se desplanta en piezas de mayor tamaño con tal de nivelar y proporcionar estabilidad. En este paso será necesario introducir hiladas de piedra de manera más regular, acomodadas en sentido transversal o a tizón del muro. La intención de esto

Vista del ángulo exterior de la esquina



Vista del ángulo interior



▲ Detalle de esquinas basado en José Ignacio Rey Coín.
Dibujó: Yeltzin Sosa.

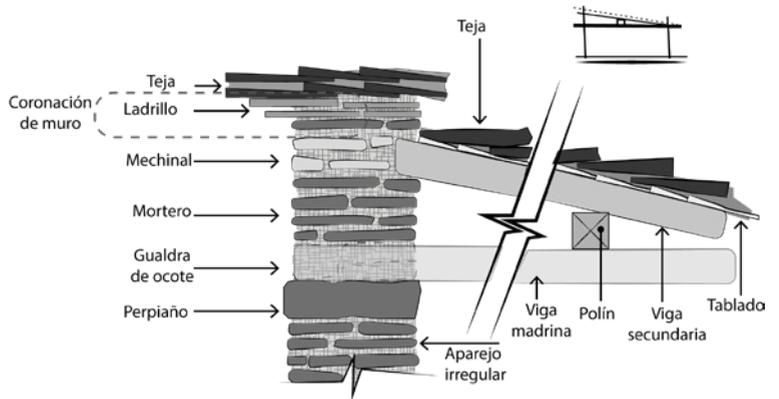
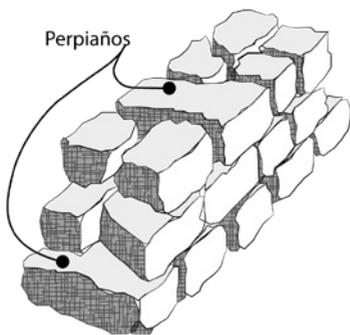
es preparar la sección que recibirá las vigas o gualdras²² de madera que darán soporte a la cubierta. Al intercalarse estas piedras de mayores dimensiones van encadenando el muro a manera de cerramiento. Este acomodo se conoce como perpiaño.²³

74

Finalmente, para la coronación del muro, se emplearán lajas que ocupan total o parcialmente el ancho del mismo, dejando el sobrelecho (cara superior) plano. Éstas serán colocadas de la manera más nivelada posible. De no cumplir con estas condiciones, no podrán recibir otros elementos constructivos que requieren de una superficie regular para su adecuada colocación. En este caso, se trata de las vigas de madera que conforman la estructura de la cubierta con una sola pendiente o a un agua.

En la cara interior del muro se dejan preparaciones cuadradas o casilleros, como les llaman los maestros constructores. Esto se hace en el sentido transversal para empotrar las vigas y los largueros de la cubierta. En todo momento se cuidan el nivel y la pendiente que se darán a la cubierta. Estas preparaciones también se dejan en la fachada principal con tal de recibir los travesaños del corredor o pórtico, que tiene un ancho de 2.0 a 3.0 m y una altura 1.0 m menor que la total. Cabe señalar que este pórtico se ha perdido con el paso del tiempo y sólo quedan algunos ejemplos aislados.

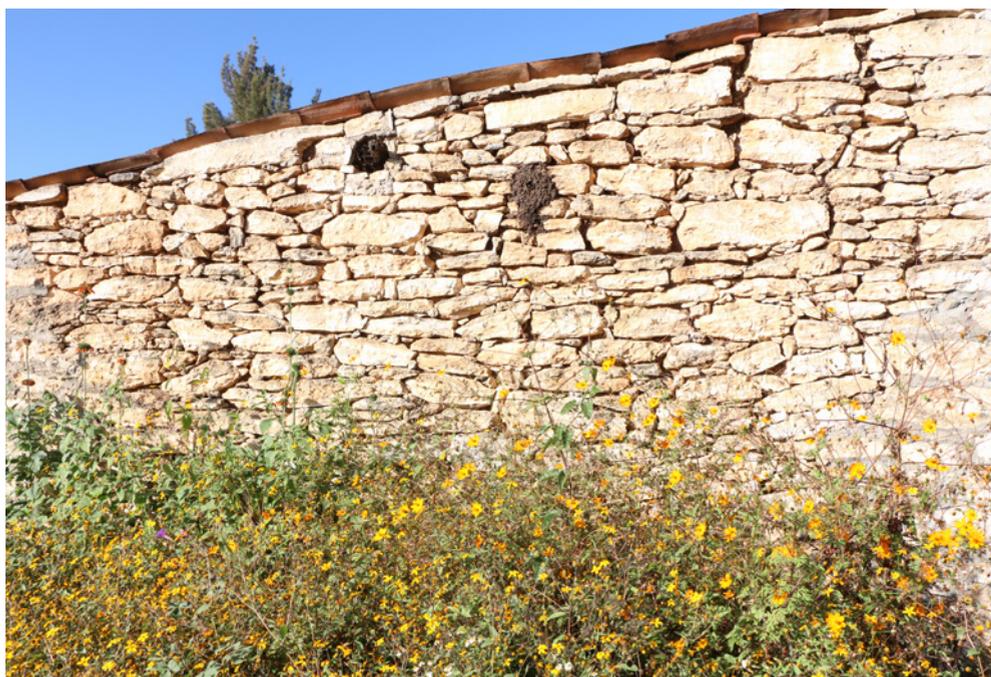
El claro máximo de la cubierta oscila entre 8.0 y 5.0 m, y está sostenido por un sistema de tres capas de vigas de madera de ocote sobrepuestas y simple-



▲ Detalle de perpiño y llegada de vigas. 2020. Concepto: Astrid Nayelly Cortés Torres. Dibujó: Yeltzin Sosa.



▲ Detalle de esquina en casa de piedra laja. LABPYST. Crédito: Axayáatl Sánchez Sámano.



▲ Vista de la fachada lateral en que se aprecia la coronación del muro.
LABPYSCT. Noviembre de 2014. Crédito: Tatiana Santoyo Albo.

mente apoyadas y empotradas en los casilleros, preparaciones dejadas en los muros en su enrase.

En la primera capa de la cubierta se trata de dos vigas de madera en el sentido corto de la casa, las cuales funcionan como tensor entre los paramentos del sentido largo y, más importante, dan soporte a todo el sistema de cubierta terciando el claro; es decir, dividiéndolo en tres, lo que hace que la capa siguiente formada por una sola viga que corre en el sentido largo sea de dimensiones manejables.

La segunda capa del entramado de la cubierta consta de una viga a base del corazón del árbol de ocote. Ésta se apoya en el sentido largo de la casa y funciona como el corazón del sistema, ya que estabiliza la construcción en los dos sentidos: en el corto, al unirlos de lado a lado, y en el largo, como soporte

para los morillos de la última capa, si bien su primera acción es ligar las caras cortas a manera de tensor. La forma y el entramado de las capas de vigas de madera de la cubierta desempeñan un trabajo estructural a compresión debido a las distintas capas que se van trabando.

La última capa está integrada por los largueros hechos con morillos y apoyados en sentido transversal, lo que brinda una resistencia importante al movimiento con la suma de las tres capas, además de tener dimensiones asequibles para el ser humano y llevar a cabo las maniobras de colocación sin demasiadas complicaciones; en la arquitectura popular, las medidas de los diferentes elementos tienen que ser consideradas para que éstos se manipulen sin equipos especiales, sino solamente con el ingenio y la fuerza humana de sus habitantes y maestros constructores. De tal suerte que este entramado permite salvar el claro de 9.0 x 5.0 m con secciones de madera entre los 15 y 20 cm.

Una vez colocados los morillos y enrasado el muro de piedra laja, se ponen tablas de madera sobre éstos a manera de diafragma. Lo anterior permitirá el movimiento homogéneo del sistema completo en caso de sismos. El enrasado de los muros se realiza con los verdugos, hileras de ladrillos asentadas con mortero que corren a lo largo y ancho del muro en una primera capa; dichas hileras, además, van colocadas a cuerda,²⁴ y sobre ellas se pone otra capa desfasada. La mitad de la pieza de ladrillo en la cara exterior del muro va colocada a tizón para generar una ménsula que servirá de apoyo a las tejas y alejará el escurrimiento de la cubierta. Este proceso de las piezas en ménsula a tizón puede ser con una o dos capas, dependiendo del tamaño de las tejas y la cubierta. En la cara inferior de estas piezas en voladizo de tabique, se suele pintar algún patrón geométrico.

El acabado final es de teja de barro y funciona también como aislante térmico. La pendiente del techo oscila entre 10 y 20%, pues los maestros comentan que por cada metro de separación entre los muros se consideran 10 cm de diferencia entre los muros portantes de la cubierta, que son los del sentido largo de la casa, mientras que en el sentido corto funcionan como tímpanos, ya que cierran y mantienen la estabilidad del encadenamiento del muro, tal como se ha dicho con anterioridad.

Al ser una cubierta a un agua, las esquinas inferiores en su parte baja suelen hacer un detalle de flor, abanico o gajos con las tejas para mantener el escurrimiento de agua lejos de los muros en las esquinas, las cuales son parte fundamental del sistema.

Es importante resaltar que cada parte del sistema constructivo de piedra laja se podría estudiar por separado, atendiendo sus características físicas y



▲ Detalle de empotre simple de vigas de cubierta. LABPysCT. Noviembre de 2014. Crédito: Jessica G. López Hernández.



▲ Vista interior donde se puede ver el entramado de tres niveles de vigas. LABPysCT. Noviembre de 2014.



▲ Vista interior donde se aprecia la llegada de morillos a muro posterior. LABPysCT. Noviembre de 2014. Crédito: Jessica G. López Hernández.



▲ Vista interior en que se aprecia la cubierta con el sistema de viguería.
LABPysCT. Noviembre de 2014. Crédito: Tatiana Santoyo Albo.



▲ Detalle de enrase de muro. LABPysCT. Noviembre de 2014.
Crédito: Tatiana Santoyo Albo.

químicas, así como sus capacidades de carga, entre otros tantos análisis que se realizarían para potenciar sus propiedades a nivel milimétrico. El saber tradicional ha construido su sapiencia a través de la observación, la experimentación y el reconocimiento de aciertos y errores del presente y del pasado, forjando así un conocimiento casi científico, pero primordialmente ha entendido que cada una de las partes es más importante no por sí misma, sino por lo que aporta al conjunto, al sistema constructivo tradicional.

LABRANDO LA TRADICIÓN: LAS HERRAMIENTAS

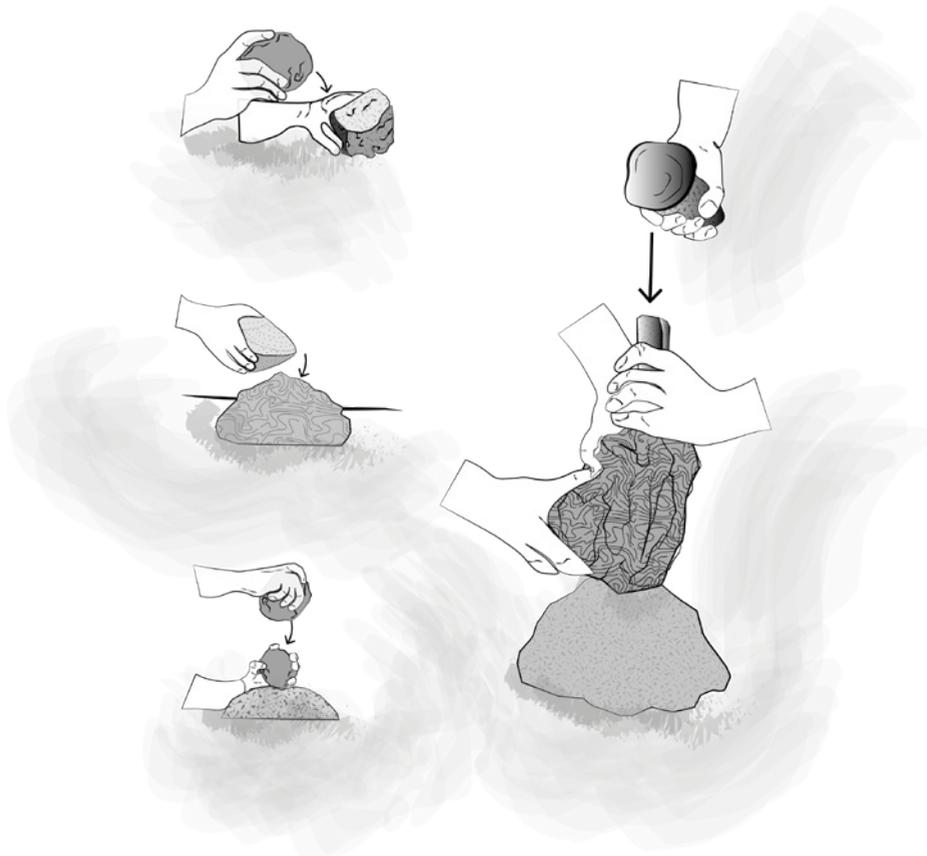
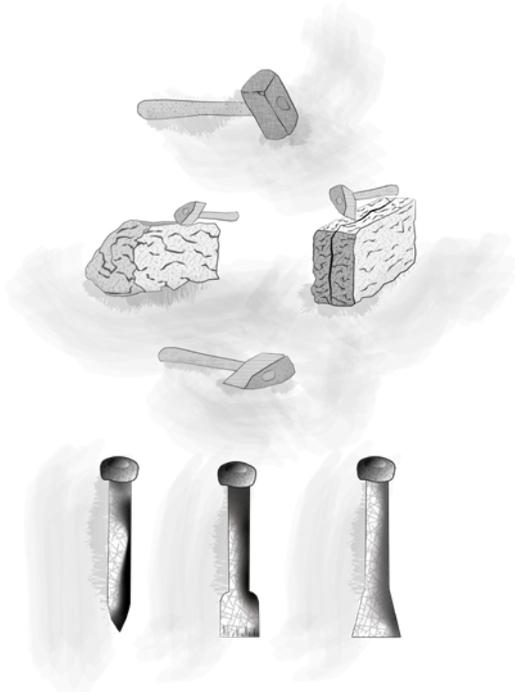
La construcción con piedra laja en Santo Tomás Tamazulapan apuesta por diferentes herramientas que sirven para moldear, labrar, tallar y ensamblar cada parte del sistema en cuestión. A continuación se mencionarán aquellas que permiten la materialización de este proceso.

Desde luego, se requieren herramientas básicas de trazo y nivelación, las cuales dominan de manera natural los maestros constructores. Por ejemplo: hilo, plomada, manguera, cuchara, llana y nivel de mano.

Para el tallado o corte de piedra se han empleado diversos instrumentos y métodos que facilitan el trabajo con este material. En Santo Tomás Tamazulapan, así como en otras regiones del país donde se emplea o empleó la piedra en la construcción de diversos géneros, lo más común fue recurrir a una técnica llamada talla por percusión.

Detalle de remate de piedra en vano de puerta. LABPYSCT. Noviembre de 2014. Crédito: Tatiana Santoyo Albo. ▶





▲ Herramientas de talla por percusión y talla por percusión.
Dibujo basado en Delson, 2000. Crédito: Yeltzin Sosa.

La talla por percusión consiste en golpear una roca con otra; dicho de otro modo, se golpea una pieza con un percutor que hace la función de martillo. La piedra o percutor que se golpea se apoya en el suelo o en un banco, que puede ser de madera, o bien, en una roca de mayor tamaño. Como percutor también puede fungir un cincel o cualquier otro instrumento de metal, incluso un cuchillo o un machete bien afilado.

Existe otra técnica para detallar partes o secciones de las piezas: la talla por presión. Ésta consiste en obtener la forma deseada gradualmente. Con algunos golpes se van retirando astillas, esquinas y excesos hasta dar con la figura que se acomode al hueco por ocupar.

Para esta técnica se emplea un martillo, maceta o mazo, así como cinceles y un banco de madera o una roca de dimensiones mayores. También se puede hacer con la cara no filosa del machete o con la cuchara de construcción.

El trabajo de la piedra durante su obtención en los bancos de material se realiza a través de la barreta o maceta, dependiendo de las vetas y partes de que se quiera ir sacando dicho material.

▼ Detalle en vano y dintel a base de piedra laja. LABPySCT. Noviembre de 2014. Crédito: Jessica G. López Hernández.



Cabe mencionar que el trabajo de la piedra en Tamazulapan es a partir de piedras a poca profundidad, casi a flor del suelo, las cuales son careadas con el machete debido a su porosidad y composición mineral.

Se utiliza asimismo algo conocido como banquita, que en realidad es la cimbra a base de madera para la construcción de los dinteles de puertas y ventanas con piedra; en el pasado se usaban tres piezas de madera rectangular para configurar el dintel y sobre éstas se seguían las hiladas de piedra laja.

APRENDIENDO DE LA PIEDRA LAJA

Como reflexiones finales, podemos hablar de temas muy concretos que ejemplifican la sabiduría ancestral sobre el dominio de la geometría, la construcción y los materiales del entorno inmediato.

Algo que resulta muy importante es lo relacionado con los procesos y la utilización de materiales con pocos o escasos tratamientos para habilitarlos durante la construcción. Lo anterior es una constante en el sistema constructivo tradicional de piedra laja. La madera solamente es aserrada, no se trata teniendo las precauciones de cortarla en luna llena, que es cuando baja la savia y hay menos líquidos corriendo por el tronco del árbol. Así pues, los árboles pasan al proceso de corte en el aserradero, pero para utilizarlos no se les aplica nada más.

La piedra prácticamente se encuentra en estado natural; su proceso más importante es el labrado para su ajuste a la forma del muro. Por su parte, la mezcla de tierra blanca sólo necesita agua para poder juntar las piedras, lo que se debe a sus propiedades arcillosas y reposo.

Este sistema constructivo destaca por la manera de resolver un claro de dimensiones considerables en ambos sentidos de la edificación, sin apoyos intermedios y con vigas de poco peralte muy manejables durante el proceso de construcción. La esbeltez de estas últimas responde a las divisiones de los claros, reduciendo su tamaño a una tercera parte.

La piedra tiene una gran resistencia tanto en su capacidad de carga como en su durabilidad ante las inclemencias del tiempo, el fuego o los insectos. Es también un aislante acústico y térmico que ayuda a enfrentar las diferencias climáticas y ambientales al interior de la vivienda, además de requerir muy poco mantenimiento; si los materiales de la cubierta son cuidadosamente seleccionados y preparados según la sabiduría constructiva del sitio, pueden tener una vida útil cercana a los 50 años.

La sabiduría del sistema de piedra laja es una muestra tangible del cúmulo de saberes de sus habitantes, su dominio de la geometría y el conocimiento de

su entorno. Se trata del manejo de materiales de un procedimiento de origen ancestral que muestra una amplia conciencia en el uso de la piedra en sus diferentes condiciones, con lo que se ponen sus cualidades al servicio de la construcción. Lo anterior hace de este sistema estereotómico algo muy cercano a la relación entre lo divino y lo terrenal: se muestra la fuerza de la piedra sembrándola nuevamente con la voluntad de los habitantes, quienes siguen ligados como un cuerpo único entre ellos, su entorno y los elementos que los rodean.

AGRADECIMIENTOS

Finalmente, agradecemos la colaboración de los maestros constructores Rodolfo Mendoza y Rufino Martínez Cortés, quienes nos permitieron aprender algunos de los secretos más importantes del sistema constructivo en cuestión y compartieron sus saberes con nosotros para la publicación de este libro.

Agradecemos también a todos los prestadores de servicio y practicantes que han colaborado en la construcción de la información del Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales como alternativa para una arquitectura sustentable.

NOTAS

1. Entrevista de Ángeles Vizcarra de los Reyes para el Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales (LABPYSCT) sobre el sistema constructivo de piedra laja, realizada el 11 de noviembre de 2014.
2. John May, *Casas hechas a mano y otras edificaciones tradicionales* (Barcelona: Blume, 2011), 18.
3. Eugenia María Azevedo Salomao, "Del habitar, la habitabilidad y formas de vida. Una aproximación desde la memoria y la historia", en *Lecturas del espacio habitable en México, Brasil y Argentina. Trabajos de historiografía crítica*, compilado por Adriana Collado et al. (Santa Fe, Argentina: Universidad Nacional del Litoral, 2010), 77-101.
4. Martin Heidegger, *Construir, habitar, pensar*, trad. Jesús Adrián Escudero y Arturo Leyte (Barcelona: La Oficina Ediciones, 2015).
5. Kenneth Frampton, "Frampton. En defensa de la tectónica", *Tecne*, 2 de noviembre de 2013, consultado el 15 de mayo de 2020, <https://tecne.com/biblioteca/frampton-en-defensa-de-la-tectonica/>
6. Municipio de Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca, *Plan de Desarrollo Municipal de Santo Tomás Tamazulapan* (México: Municipio STT, 2008-2010), 35-38.
7. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, "Prontuario de Información Geográfica Municipal. Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca. CVE.20533" (México: INEGI, 2008), 2-4.
8. José Ramón Hernández Santana, Mario Arturo Ortiz Pérez y Manuel Figueroa Mah Eng, "Análisis morfoestructural del estado de Oaxaca, México: un enfoque de clasificación tipológica del relieve", en *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM*, 68 (2009): 7-24.
9. INEGI, "Prontuario de Información Geográfica Municipal".
10. INEGI, "Prontuario de Información Geográfica Municipal".
11. Tim Ingold, *The Perception of the Environment: Essays for Livelihood, Dwelling and Skills* (Londres: Routledge, 2000).
12. Familia Toledo, *Diccionario de Castellano-Didxazá 2020*, consultado el 20 de mayo de 2020, <http://biyubi.com/did consulta.php?p=arbol>
13. Familia Toledo, *Diccionario de Castellano-Didxazá 2020*.
14. Familia Toledo, *Diccionario de Castellano-Didxazá 2020*.
15. Familia Toledo, *Diccionario de Castellano-Didxazá 2020*.
16. Familia Toledo, *Diccionario de Castellano-Didxazá 2020*.
17. Sitio de donde se extrae la piedra, la cual se encuentra formando bancos o vetas de caras más o menos paralelas.
18. En el caso de Tamazulapan, la tierra blanca contiene ambos materiales, cal-arena y arcilla. A éstos se les añade agua y se dejan reposar por tres días. Los morteros más comunes en la construcción con piedra son de cal. A saber: cal-arena (1:3) es el más frecuente; el más resistente es (1:2), mientras que al M-80 (1:1) se le conoce como mortero romano.

19. Luis Polanco y Alvear, *Nociones sobre estereotomía de la piedra* (Segovia, España: Academia de Artillería, 1921).
20. Los perpiaños son las piedras colocadas a tizón, es decir que su cara corta se ve en ambos lados del muro y sirven para darle estabilidad.
21. José Ignacio Rey Coín, *Ajuste y colocación en obra de mampostería, sillería y perpiaño* (Málaga, España: IC Editorial, 2013).
22. Pieza de madera de sección regular, con forma cuadrada y de 30 a 40 cm por lado. Su longitud es variable y puede ir de los 5 a los 10 m.
23. María Aroca Martínez, "Análisis patológico, constructivo y aplicación del método estratigráfico murario en la fachada norte de la iglesia de Sto. Domingo en Murcia", consultado el 19 de mayo de 2020, <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/43/Cap.3.pdf?sequence=16&isAllowed=y>
24. Cuerda y tizón es como se conoce el arreglo de mampostería: cuerda hace referencia a la cara larga de la pieza a colocar en el sentido que corre el muro o el hilo de trazo, mientras que tizón se refiere a las piezas que van colocadas perpendicularmente en el sentido del muro o el hilo de trazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Azevedo Salomao, Eugenia María. "Del habitar, la habitabilidad y formas de vida. Una aproximación desde la memoria y la historia". En *Lecturas del espacio habitable en México, Brasil y Argentina. Trabajos de historiografía crítica*, Adriana Collado et al., 77-101. Santa Fe, Argentina: Universidad Nacional del Litoral, 2010.
- Familia Toledo. *Diccionario de Castellano-Didxazá 2020*. Consultado el 20 de mayo de 2020. http://biyubi.com/did_consulta.php?p=arbol
- Frampton, Kenneth. "Frampton. En defensa de la tectónica". *Tecne*, 2 de noviembre de 2013. Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020. <https://tecne.com/ibiblioteca/frampton-en-defensa-de-la-tectonica/>
- Giglia, Ángela. *El habitar y la cultura. Perspectivas teóricas y de investigación*. México: Anthropos-Universidad Autónoma de México, 2012.
- Heidegger, Martin. *Construir, habitar, pensar*. Traducido por Jesús Adrián Escudero y Arturo Leyte. Barcelona: La Oficina Ediciones, 2015.
- Hernández Santana, José Ramón, Mario Arturo Ortiz Pérez y Manuel Figueroa Mah Eng. "Análisis morfoestructural del estado de Oaxaca, México: un enfoque de clasificación tipológica del relieve". En *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM*, 68, 2009: 7-24.
- Ingold, Tim. *The Perception of the Environment: Essays for Livelihood, Dwelling and Skills*. Londres: Routledge, 2000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. "Prontuario de información geográfico municipal. Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca. CVE.20533". México: INEGI, 2008.
- Martínez, María Aroca. "Análisis patológico, constructivo y aplicación del método estigráfico murario de la fachada norte de la Iglesia de Sto. domingo en Murcia". Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020. <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/43/Cap.3.pdf?sequence=16&isAllowed=y>
- May, John. *Casas hechas a mano y otras edificaciones tradicionales*. Barcelona: Blume, 2011.
- Municipio de Santo Tomás Tamazulapan, Oaxaca. *Plan de Desarrollo Municipal de Santo Tomás Tamazulapan*. México: Municipio STT, 2008-2010.
- Polanco y Alvear, Luis. *Nociones sobre estereotomía de la piedra*. Segovia, España: Academia de Artillería, 1921.
- Rey Coín, José Ignacio. *Ajustes y colocación en obra de mampostería, sillería y perpiaño*. Málaga, España: IC Editorial, 2013.



MOLDEANDO EL SUELO

Tapias de tierra en San Andrés Payuca, Puebla

María de los Angeles Vizcarra de los Reyes

Investigadora del Centro de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje
Coordinadora del Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos
Tradicionales de la Facultad de Arquitectura de la UNAM

Luis Fernando Guerrero Baca

Profesor e investigador de la División de Ciencias y Artes para
el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

INTRODUCCIÓN

El uso de la tierra como material constructivo tiene orígenes muy remotos, y aunque en cada región del planeta hubo procesos singulares de desarrollo y evolución, existe una serie de principios compartidos por todas las culturas constructivas. Estos saberes, desafortunadamente, no han sido reconocidos ni valorados, en gran medida porque durante milenios los artesanos basaron su actividad en la práctica y no generaron documentos en los que explicaran sus procedimientos de edificación ni las razones que sustentaron su toma de decisiones constructivas.

Entre dichos principios para la transformación de la tierra en sistemas constructivos, destaca la interrelación entre dos condiciones materiales fundamentales: la humedad de los suelos y su posibilidad de manipulación.¹

Cuando se emplea tierra para edificar, el agua es un factor clave para su transformación estructural, pues su presencia permite activar las arcillas, que son las partículas que dan cohesión al sistema. Pero, además, la humedad de la materia prima abre la posibilidad de configurar componentes constructivos mediante la aplicación de fuerzas tendientes a mejorar sus condiciones naturales de resistencia mecánica y durabilidad.

Si se utilizara la tierra tal como sale de una excavación, prácticamente no serviría para elaborar componentes de carga y se desintegraría rápidamente con la lluvia y el viento. Por ello, una de las primeras estrategias desarrolladas

en todo el orbe para generar procesos constructivos consistió en la densificación de la materia prima. Los constructores primitivos se dieron cuenta de que aplicando presión sobre la tierra humedecida era posible volverla más dura y resistente.

A través de siglos de ensayos y errores, se fueron experimentando procedimientos derivados del manejo de mezclas con diferentes dosificaciones del agua de mezclado. Se hizo evidente que cada tipo de suelo tiene características determinadas que generan un punto en el cual, si se agrega más líquido, el material ya no puede ser densificado, pues su condición plástica no lo permite.

Paulatinamente, la lógica constructiva evolucionó gracias al desarrollo de métodos en los que mediante la compactación manual o con el apoyo de diversos tipos de herramientas, se descubrió que, cuando la tierra se colocaba en capas sobrepuestas dentro de un espacio confinado, era posible incrementar su densidad original y, con ello, ampliar radicalmente su capacidad de carga y su resiliencia ante agentes desfavorables de la naturaleza.

Éste es el principio básico de diversas técnicas constructivas que se conocen genéricamente como tierra compactada y que se caracterizan por la densificación mediante percusión de capas de tierra ligeramente humedecida que se encuentran dentro de un espacio delimitado.

El tipo de barrera perimetral, el área confinada y el peso de la herramienta con que se compacta la tierra son factores que determinan la resistencia del componente construido resultante. Si la estructura de contención dentro de la que se compacta es suficientemente sólida y el área interior relativamente reducida, la concentración de la fuerza aplicada será más efectiva y las capas de tierra se solidificarán notablemente.

Así, en diversos lugares del mundo, desde hace milenios, se desarrolló la construcción de caminos, terraplenes y murallas mediante el agrupamiento de celdas o compartimentos realizados generalmente con muros de piedra dentro de los cuales se vertían y compactaban progresivamente estratos de piedras sueltas y tierra con poca humedad. La presión se ejercía caminando sobre la superficie de cada capa y golpeándola con piedras o con trozos de madera hasta que las celdas se llenaban por completo con el material compactado.

Construcciones tan importantes como la Muralla China, la Pirámide del Sol de Teotihuacán o el montículo de las pinturas en Cacaxtla, así como innumerables paredes de estructuras romanas, se realizaron con esta técnica, cuya eficacia se hace evidente en el hecho de que tales obras se han conservado inalteradas después de milenios.



▲ Documentación del empleo de compartimentos o celdas conformadas con rellenos alternados de diferentes tipos y colores de tierra que sirven para dar mayor estabilidad en la compactación. La Joya, Veracruz. 2010. Crédito: Luis Fernando Guerrero Baca.



▲ Teotihuacán, Estado de México. Agosto de 2012. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

Paulatinamente, en diferentes regiones del mundo, se desarrollaron variantes de esta lógica constructiva, de manera que en vez de tener que construir muros de confinamiento a base de cajones permanentes, se contara con paneles que se pudieran armar y desarmar cuando la tierra se densificaba en su interior. Se diseñaron moldes generalmente armados con tablas de maderas resistentes o tableros hechos de secciones de bambú atados en paralelo, con los que se armaban cimbras paralelepípedas dentro de las que se vaciaba y compactaba la tierra por capas. Una vez que se llenaba cada cajón, se separaban las cuatro placas perimetrales y quedaba listo el bloque.

En los países hispanoparlantes a este sistema se le conoce como muros de tapia u obras de tapial, pues es el nombre que recibe el molde o cimbra de madera dentro del que se compacta la tierra con ayuda de un pisón. La técnica tuvo una amplia difusión en regiones con acceso limitado al agua, como sucede con las partes áridas de China y la India, en las planicies del Medio Oriente, o en el norte de África, así como en el centro y sur de Europa.

▼ Tapial en Barichara, Colombia. Junio de 2012. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



Las culturas mesoamericanas emplearon diversas variantes de sistemas de tierra compactada a base de celdas hechas con piedra o con adobe, con las que construyeron basamentos, plataformas, terrazas y rampas. No obstante, a la fecha no se han encontrado evidencias del empleo de muros de tapia ejecutados con cimbras temporales de madera.

Las ruinas de sitios históricos en que se percibe la presencia de muros con grandes bloques continuos —como sucede en varios tramos del Qhapaq Ñan en la zona andina, en Paquimé y Cuarenta Casas, Chihuahua, o en Casa Grande Ruins en Arizona— fueron realizadas sin el auxilio de moldes mediante capas de tierra modelada en estado plástico. Aunque el aspecto que presentan estas obras a primera vista parece similar a los muros de tapia, se trata de sistemas realizados de manera monolítica con mezclas térreas que requieren mucha agua y que, por lo tanto, no permiten los procesos de compactación que caracterizan la técnica del tapial.²

A partir del siglo xvi, con la llegada al continente americano de los conquistadores españoles y portugueses, el empleo de tapiales para edificar tuvo una profusa expansión en toda Iberoamérica, aplicándose principalmente en edificaciones defensivas, conventos o grandes obras públicas.

Bernal Díaz del Castillo hace referencia en su crónica a la manera en que todos los soldados y capitanes —incluido el propio Hernán Cortés— se dedicaron a realizar cimientos, acarrear piedras, sacar tierra y “hacer tapias” para edificar una iglesia y una fortaleza para la fundación, en 1519, de la Villa Rica de la Veracruz.³

Conforme las sociedades locales se dieron cuenta de sus cualidades como procedimiento constructivo, la construcción con tapial fue alcanzando notable popularidad.

La arquitectura de tapia en México ha sido muy poco documentada, y uno de los aspectos que más llaman la atención de su evolución es la restringida difusión que tuvo a nivel nacional a lo largo de la historia. La construcción intensiva de una amplia gama de soluciones arquitectónicas de tapia se concentra en las regiones donde convergen los estados de Veracruz, Puebla y Tlaxcala, en el área asociada a la ruta virreinal que comprendía el Camino Real de Veracruz a la Ciudad de México.⁴ En el resto del país se han localizado algunos ejemplos aislados, pero no son comparables en número ni desarrollo tecnológico con los que caracterizan el área de estudio del presente texto.

Durante el periodo virreinal, el sistema constructivo de tapial fue utilizado para diferentes tipos de edificios, como bardas para delimitar y proteger parce-



▲ Zona arqueológica de Paquimé, Casas Grandes, Chihuahua. Septiembre de 2012.
Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

las, muros perimetrales en viviendas, muros divisorios y, a una escala mayor, en templos, conventos, haciendas, casonas y edificios públicos.

Los sistemas de origen español que se adaptaron durante tres siglos a diferentes contextos rurales y urbanos, décadas después de la Independencia de México, recibieron una aportación tecnológica muy interesante. A partir de la invasión francesa y la llegada de influencias culturales del país galo a finales del siglo XIX, se construyó una gran cantidad de haciendas y casonas urbanas empleando una variante de la edificación de tapial que se conoce como Método de Bugey,⁵ cuya diferencia con la forma convencional se detallará más adelante.

En la vivienda popular de la época colonial se vio reflejada la trascendencia del tapial, ya que la práctica de este sistema constructivo fue incorporada a la vida cotidiana, convirtiéndola en una forma tradicional de edificar. Esto se debió, en parte, a la viabilidad económica de construir con este material, disponible casi en cualquier sitio y con la ventaja de requerir muy poca agua para su manufactura, además de la posibilidad de reutilizar la cimbra de madera varias veces. De esta forma, el sistema constructivo de tapial adquirió presencia dentro de la arquitectura vernácula de México, integrándose a la memoria y tradición constructiva de los pueblos donde se desarrolló.



▲ Muro perimetral de la exhacienda de Mazapa, Tlaxcala. LABPYSCT. Diciembre de 2018. Crédito: Arieth Vega Huerta.



▲ Arquitectura vernácula hecha con tapial en San Andrés Payuca, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2018. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

A lo largo del tiempo han evolucionado los métodos, técnicas y herramientas para hacer tapias, pero siempre basados en el mismo principio: compactar un material disperso para que alcance una densificación mayor y, en consecuencia, se incremente su estabilidad.

Con todo, a pesar del elevado valor patrimonial de esta cultura constructiva, lamentablemente se está perdiendo a un ritmo muy acelerado, a consecuencia del desarrollo de sistemas constructivos de origen industrial y de la pérdida de los saberes tradicionales.

Es por ello que resulta crucial su estudio detallado, valoración patrimonial y difusión como medio de construcción con un amplio potencial de aplicación gracias a sus cualidades de sostenibilidad económica y ecológica.

EN EL AGUJERO DE ARRIBA: LOS ORÍGENES

San Andrés Payuca se localiza en el municipio de Cuyoaco, que pertenece al estado de Puebla. Su nombre proviene de las palabras nahuas *cuyutl*, agujero, y *ahco*, arriba o en lo alto; de modo que Cuyoahco, pronunciado Cuyoaco, tiene el significado de agujero de arriba o hueco en la parte alta.

Está situado en una planicie árida, a 19.52 grados de latitud norte y 97.61 grados de longitud oeste. La localidad se encuentra a una altura de 2 380 m s. n. m. y tiene un clima templado subhúmedo. La temperatura media anual oscila entre los 12 y los 18 °C, mientras que la temperatura mínima del mes más frío es de -3 °C, y la máxima del más caliente oscila entre los 22 °C. En el mes más seco tiene una precipitación pluvial menor de 40 mm, con lluvias de verano y un rango de precipitación media anual de 500 a 600mm.⁶

La formación geológica del municipio de Cuyoaco data del cuaternario. Dentro de su extensión, se encuentra una gran variedad de rocas ígneas intrusivas y extrusivas como el granito, la toba ácida, el basalto, la toba básica, la piedra pómez y distintas variedades de calizas sedimentarias y suelos lacustres y aluviales, lo que produce una gran diversidad de suelos.

Se trata de un pequeño poblado de vocación agrícola y comercial con poco más de 3 000 habitantes.⁷ Aunque es probable que su origen se remonte a la época virreinal, su periodo de mayor auge corresponde al siglo XIX, momento en que la edificación de viviendas con muros de tapia alcanzó un alto desarrollo.

Como se anotó líneas arriba, a diferencia de otros sistemas constructivos de tierra, para la elaboración de muros de tapia se requiere de poca cantidad de agua de mezclado. La tierra se extrae de zonas cercanas a la obra y se utiliza en su estado de humedad natural. Si la materia prima tuviera demasiada agua, no



▲ San Andrés Payuca, mapa de localización. LABPYSCT. Julio de 2016. Crédito: Leslie Mariana Sánchez Vázquez.

podría ser compactada adecuadamente porque fluye al golpearla y se adhiere al pisón, además de que se generan deformaciones y fisuras al secar. Pero, en el polo opuesto, si la tierra está demasiado seca, nunca alcanzará a consolidarse por más que se compacte.

Se necesita una humedad aproximada de 10 a 15% para propiciar la acción aglutinante de las arcillas y permitir el correcto desplazamiento de los granos en el interior del sistema. Sin embargo, no existe una norma con respecto a la cantidad de agua requerida, puesto que cada tipo de suelo tiene un particular Contenido Óptimo de Agua (C.O.A.). Este factor está en función de su granulometría y de los tipos de arcilla que contenga. El C.O.A. de cada tierra se puede obtener a partir de la prueba de Proctor, que con la ayuda de un recipiente y un pistón normalizado, mide la cantidad de energía que se requiere para compactar la tierra variando las cantidades de agua de mezclado. Estos datos se grafican en una curva cuyo clímax indicará la máxima cantidad de agua que permite compactar cada material.⁸

Los muros de tapia se caracterizan por su forma de prisma rectangular con un espesor que oscila entre 40 y 80 cm, dependiendo de las alturas, los claros y las dimensiones de la edificación. De igual forma, sus proporciones están ligadas tanto a una lógica estructural del edificio como al uso y traslado del encofrado, así como a herramientas a la escala de los constructores.

DE TIERRA, AGUA Y ARENA: LA MATERIALIDAD

Para fabricar las tapias se utiliza suelo arenoso recién extraído de su fuente, con el fin de que mantenga su humedad natural. La tierra puede contener pequeños terrones y grava, cuya presencia genera la diversidad granulométrica que permite densificar el sistema al integrarse las partículas pequeñas con las medianas, y éstas, a su vez, con las grandes.



▲ Muros de tapia en Barichara, Colombia. Junio de 2012.
Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

Se debe “picar la tierra, deshacer los grumos con la cabeza de la pica o con las palas, a fin de dividirla bien. Después se hace un montón, lo cual es esencial, porque los obreros lanzando paladas de tierra hacia lo alto del montón, obligan a las piedras y grumos a rodar al pie de éste. Allí se retira fácilmente con la ayuda de un rastrillo que no toma sino las piedras de tamaño superior al de una nuez”.⁹



100

▲ Proceso de selección de tierra en el taller de San Agustín Etla, Oaxaca. LABPYSCT. Julio de 2019. Crédito: Karina Silva Montesillo.



▲ En esta imagen se aprecia la diversidad granulométrica y el grado de humedad adecuado en la tierra durante la construcción de una tapia. Taller de San Agustín Etla, Oaxaca. LABPYSCT. Julio de 2019. Crédito: Esaú Gallegos Sánchez.

Para verificar la cantidad de agua presente, se puede hacer una sencilla prueba de campo comprobando que la tierra

se debe ver húmeda pero no empapada. Se debe poder apretar fácilmente, a mano, un puñado de la tierra hasta formar una bola firme. [...] si hay poca presencia de humedad, la tierra no se compactará ni permanecerá ligada en absoluto. La bola de tierra exitosamente compactada será firme y sólida, no dura o pegajosa y se puede dejar caer sobre una superficie firme desde una altura de aproximadamente un metro. Si la bola se rompe, el contenido de humedad es adecuado, si no, hay demasiada humedad presente.¹⁰

La construcción de tapial es un sistema en el que la transformación del suelo y la edificación constituyen un mismo proceso, por lo que la selección de la materia prima y la organización del trabajo son piezas clave.



▲ Prueba de campo para verificar la humedad del material. Barichara, Colombia. Junio de 2012. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

DE CAJONES, PISÓN Y RITMO: LAS HERRAMIENTAS

Los implementos necesarios para la edificación son relativamente simples, pero tienen características específicas para que el proceso de edificación sea eficiente. El pisón generalmente se hacía de maderas densas que se tallaban para darle una ergonomía adecuada al mango. Más recientemente se han empleado también pisones de metal. En ambos casos el área de apisonamiento debe ser relativamente angosta para que se concentre la carga derivada de la percusión.

Respecto de las cimbras o encofrados, se presentan dos variantes. La forma convencional de construcción de muros de tapia, que fue traída por los conquistadores españoles a prácticamente toda América, utiliza moldes unitarios hechos por cuatro caras que se arman y desarman cada vez que se elabora un bloque.

En este sentido, vale la pena prestar atención a las siguientes palabras de Juan de Villanueva:

Para construir tapias de tierra es preciso hacer los cajones con dos tableros que se llaman tapiales, de siete o nueve pies de largo, y dos y medio a tres de alto. Las tablas han de tener dedo y medio a dos de grueso, aseguradas con sus barrotes, clavados



◀ Pisón metálico. Tepeyahualco, Puebla.
Agosto de 2014. LABPYSCT.
Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

▲ Pisón de madera. Barichara, Colombia.
Junio de 2012.
Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

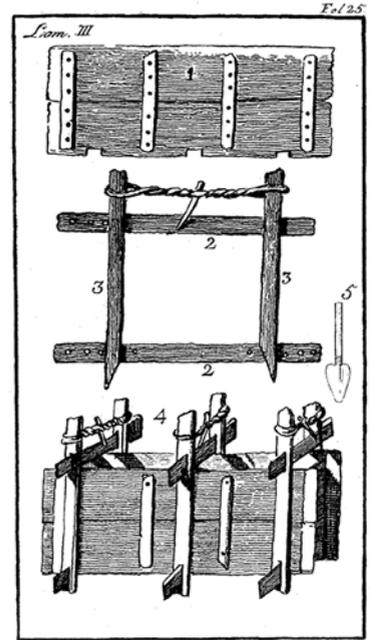
al exterior. Ármense y colócanse a los gruesos que se quiere la pared por medio de dos cárceles, o digamos aros [marcos], compuestos cada uno de cuatro piezas, que las dos [horizontales] se llaman agujas, y las otras dos [verticales] se llaman costales. Las agujas [normalmente de madera] son algunas veces de hierro.¹¹

La proporción de ese tipo de moldes, y por lo tanto de la geometría de los bloques resultantes, es un rectángulo de desarrollo horizontal con una longitud que suele medir al menos el doble de la altura. Es común que midan 1.80 m de largo y entre 0.60 y 0.90 m de altura. Este formato confiere gran estabilidad a los muros por tener una extensa superficie de contacto horizontal y poca altura. Conjuntamente, se desarrolla un apropiado sistema de traslape o contrapeo, en el que las uniones entre las piezas superiores nunca coinciden con las inferiores.

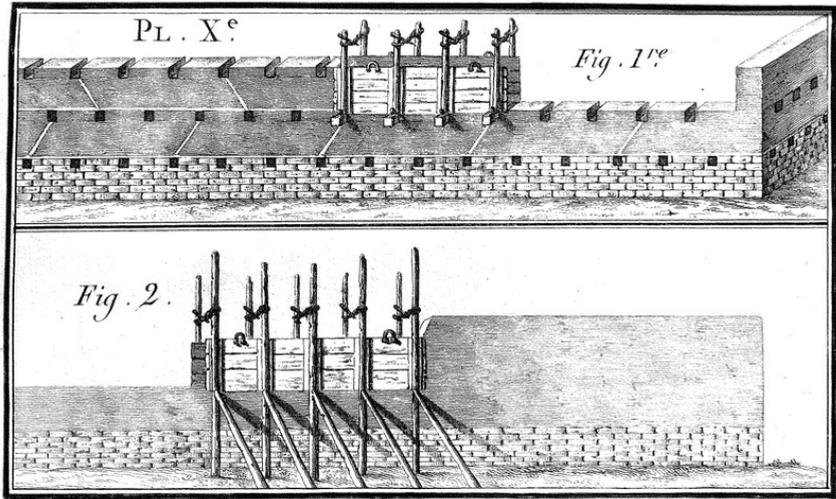
Además, el empleo de este tipo de moldes estructurados con *agujas* define el proceso constructivo que se realiza a partir de desarrollos longitudinales de las hiladas, los cuales se conforman con el desplazamiento horizontal de los moldes, una vez que los bloques anteriores han sido concluidos. Las huellas que dejan las *agujas* en los muros permanecen como un elemento visible desde el exterior, aunque se suelen tapar con tierra para evitar el ingreso de fauna nociva. Estos mechinales son evidentes, sobre todo, en las caras de los muros laterales de las viviendas.

Sin embargo, como se mencionó líneas arriba, el sistema que se emplea en el área de estudio es una variante cuyo proceso está emparentado con la técnica que se utilizaba tradicionalmente desde el siglo XVIII en los límites entre la región de Saboya y Borgoña, en las comarcas de Bugey, al sureste de Francia. Se trata de un procedimiento en el que no se utilizan *agujas* para unir los tableros laterales ni para apoyar el cajón sobre las capas inferiores.

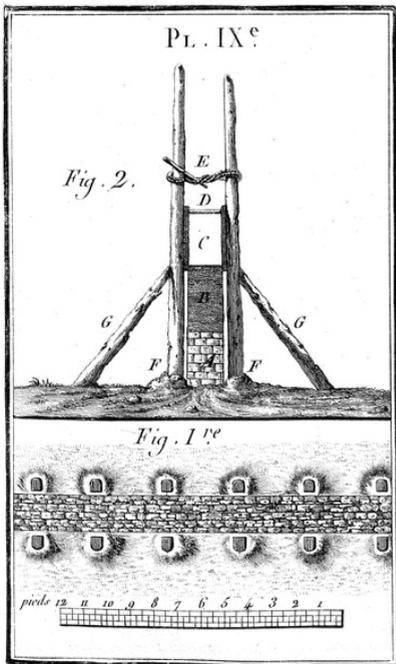
El sistema se soporta en altos postes de madera de aproximadamente cuatro pulgadas de diámetro separados cada 1.0 o 1.50 m, los cuales se hincan paralelamente a ambos lados del muro casi al ras de las caras del zócalo. Para dar estabilidad a estos pies derechos, se colocan puntales diagonales externos que además sirven de apoyo para recibir las tablas superpuestas que conforman la cimbra y que permiten su desplazamiento horizontal, una vez que se va llenando y compactando el material en su interior.



▲ Lámina del libro de Juan de Villanueva.



▲ Placa x del libro de François Cointeraux.



▲ Placa ix del libro de François Cointeraux.

Las partes altas de los pies derechos se amarran por pares para mantener constante la separación entre las tablas y para dar estabilidad al sistema durante el proceso de compactación. Así, el control de la presión del apisonado de la tierra se soporta desde la cara exterior de las tablas sobrepuestas.

Este método tiene la ventaja de agilizar el proceso constructivo al irse elevando las tablas conforme avanza la compactación. Además, es más fácil mantener la verticalidad de los muros, de modo que no se requiere la revisión continua de plomos y niveles.

Como resultado de este procedimiento, las paredes no presentan huellas de *agujas*, por lo que sus caras se ven totalmente lisas. Adicionalmente a esta diferencia con respecto a las tapias hechas con cajones, se evidencia un dimensionamiento y aparejo distinto de los bloques. En el primer caso, la modulación precisa de los cajones y su desplazamiento por hiladas dan un aspecto similar al de cualquier mampostería y los bloques parecen ladrillos o adobes de grandes dimensiones.



▲ Tapia fabricada con moldes. Se aprecia con claridad el contrapeo de los bloques. San Andrés Payuca, Puebla. LABPysCT. Agosto de 2014. Crédito: Fernando Zamudio Ortega.

En cambio, el sistema de pies derechos y tablonés que se desplazan verticalmente da como resultado tapias con proporciones casi cuadradas o incluso más altas que largas. Asimismo, la condición fija de los postes no permite el adecuado desvío entre las juntas verticales de los bloques superiores e inferiores, los cuales suelen quedar casi coincidentes. Esto significa que el contrapeo entre las piezas es mucho menos eficiente que en la construcción con cajones, donde las juntas verticales normalmente se localizan en medio de las superiores y las inferiores.

Por estos motivos, la mayoría de los muros que se han documentado en la zona de estudio son relativamente bajos. Corresponden a viviendas de un solo nivel y, muy esporádicamente, de dos.



▲ Tapias fabricadas con pies derechos y tablonés en la ex hacienda de Mazapa, Tlaxcala. Estas tapias llegan a tener dimensiones de 5 m de largo y 3 m de altura. LABPYSCT. Octubre de 2018. Crédito: Arieth Vega Huerta.

APISONANDO LA TIERRA: EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Es conveniente que los muros se levanten sobre una cimentación de piedra asentada con morteros de barro o de cal y arena. Esta estructura ha de sobresalir un mínimo de 30 cm del nivel del piso natural, a fin de proteger las partes bajas de los muros de las salpicaduras de la lluvia, así como de posibles corrientes superficiales de agua. Además, este zócalo propicia la evaporación de la humedad freática, con lo que se evita la ascensión capilar que podría debilitar la tierra de las tapias.



▲ Tapia con cimiento de piedra y rodapié. San Andrés Payuca, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2018. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

No obstante, hay sitios en los que no se construye una cimentación previa, sino que se aprovecha la propia zanja donde se insertará el muro para realizar el proceso de compactación con tierra. Este recurso puede resultar eficiente si se colocan piedras al interior de las primeras capas durante la realización de la primera hilada de tapias. En lugar de construir una fundación, conviene es-

perar a que se endurezcan los morteros y, posteriormente, construir sobre ella; dentro de la cimbra se pueden colocar piedras trabadas entre sí y asentadas con un mortero de barro en estado plástico. Una vez que se alcanza la altura deseada, se continúa el llenado del cajón con capas de tierra que se compactan progresivamente.

Pero, cuando por motivos asociados a la pérdida de la tradición, así como a la velocidad con que se emprende la construcción, se omite la incorporación de piedras para conformar el zócalo o sobrecimiento, entonces los bloques de tapia quedan ahogados en la zanja de cimentación y, con el paso del tiempo, la humedad capilar los daña profundamente.

Al ser desplantada la primera hilada de los muros directamente al ras del suelo natural, o dentro de una cepa poco profunda, éstos funcionan como esponjas que absorben la humedad capilar. El agua arrastrada se desplaza hacia las caras externas debilitándolas o erosionándolas por la acumulación de sales o por el congelamiento estacional. Éste es uno de los principales problemas de deterioro que presenta el sistema en el área de estudio y en muchos otros poblados de Tlaxcala, Puebla y Veracruz.

Una vez que se tienen listos la cimentación y el zócalo, “la tierra bien picada y desmenuzada” se vierte dentro del tapial mediante baldes o canastas “en tongadas de unos 15 cm (6 pulgadas), que se apisonan con fuerza con un pisón de hierro en forma de cuña, dando los golpes cruzados y con los pies de los peones que dentro trabajan, continuando así por tongadas hasta enrasar los cantos superiores de los tableros [...]”. Al concluir el apisonado “se desarma el molde [...] para después volverlo a armar a continuación, e ir formando del mismo modo todos los cajones de esta hilada y luego los de la inmediata superior”.¹²

Los golpes deben comenzar en los bordes del muro, en el paño de la cimbra que conformará las caras expuestas de la construcción. Luego, se continúa hacia el centro procurando golpear en todos los sentidos para lograr una presión homogénea.

Después de repetir esta operación capa sobre capa hasta llenar la cimbra, ésta se desarma para colocarla a continuación del bloque recién concluido, a fin de conseguir una adecuada unión entre las piezas. Se verifican nuevamente el plomo y el nivel y se repite la operación de llenado y compactación, hasta cerrar el perímetro de la primera hilada de la construcción.

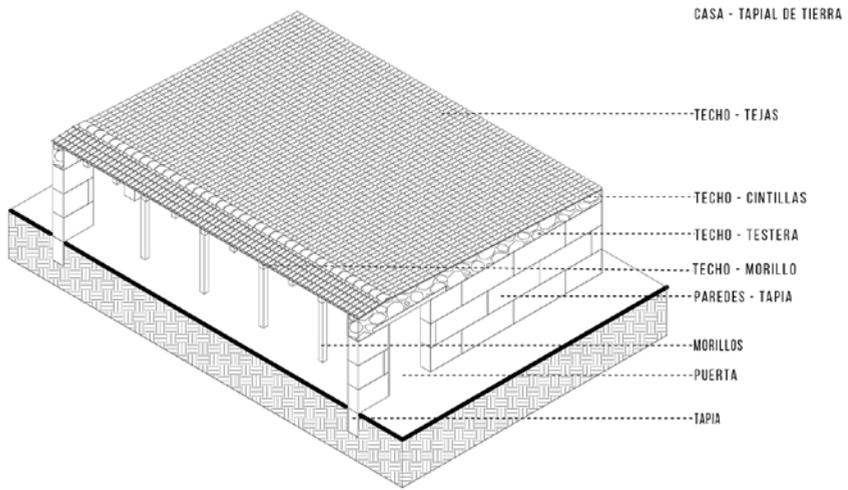
En ese momento, el secado del material será suficiente como para que soporte el peso de los obreros, la cimbra y la siguiente hilada, que se elabora



◀ En esta imagen se aprecia el deterioro de las tapias de la localidad por estar ahogadas en la zanja de cimentación y en contacto directo con la humedad del suelo. San Andrés Payuca, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2014. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



▲ Detalle de una tapia en ruinas en la que se aprecian las capas de tierra producto del procedimiento constructivo. Exhacienda de Mazapa, Tlaxcala. LABPYSCT. Diciembre de 2018. Crédito: Arieth Vega Huerta.



▲ Esquema constructivo de vivienda documentada en San Andrés Payuca, Puebla. LABYSCT. Julio de 2016. Crédito: Leslie Mariana Sánchez Vázquez.

110

repetiendo el procedimiento, con una nueva serie encima de la anterior, hasta completar la altura total del muro.¹³

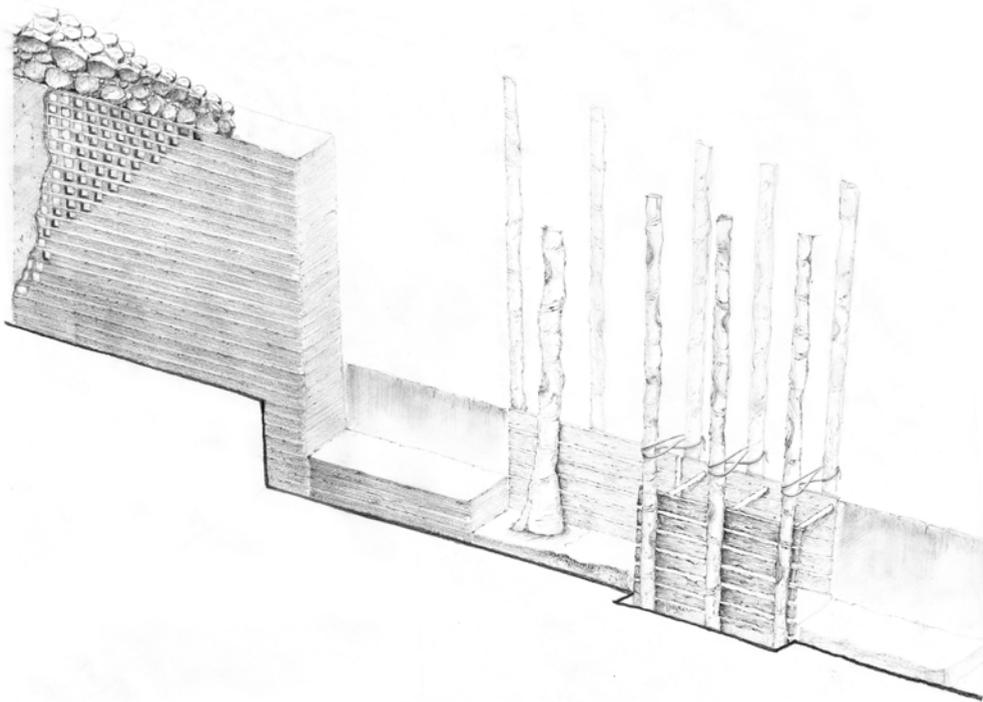
Finalmente, con tal de conseguir una pendiente adecuada para recibir los techos, las hiladas de tapia se suelen coronar con mamposterías de piedra, adobe y, más recientemente, bloques de concreto. Sobre ellos se apoyan vigas que reciben techos de tejas o de láminas de diferentes materiales.

La instalación para puertas y ventanas se debe prever antes de la colocación de las hiladas de tapias respetando la modulación de las piezas.

DON GILDARDO Y GASTÓN: LA VOZ DE LOS CONSTRUCTORES

En estas líneas resulta importante reflexionar sobre lo valioso del conocimiento empírico de los maestros constructores de la comunidad de San Andrés Payuca, sitio escogido para documentar las tapias por la cantidad de viviendas que aún conservan este sistema constructivo, aunque en condiciones cada vez más precarias ante la inminente desaparición de estas tradiciones frente al uso indiscriminado de materiales de construcción industrializados.

Así pues, es fundamental hacer referencia al conocimiento tácito y no conceptual de los procesos corporales¹⁴ que aún pervive en las mentes y las manos



▲ Croquis a lápiz del procedimiento constructivo de las tapias, documentado en la comunidad de San Andrés Payuca, Puebla. LABPYSCT. Diciembre de 2014. Crédito: Annick Keoseyan Padilla.

de los miembros de las culturas rurales dentro de las tradiciones constructivas de todo el mundo. Mediante la transmisión de experiencias empíricas a través del conocimiento corporal es que se han mantenido estos saberes que están, literalmente, en las manos y el cuerpo de quien los ejecuta, y es ahí donde se encuentra la memoria de la humanidad, que acumula miles de años de interacción con la naturaleza. Es en esta relación con los procesos naturales, en el lugar de lo cotidiano, en estas sabidurías ampliamente ignoradas, devaluadas o mal interpretadas, donde según Toledo y Barrera-Bassols,¹⁵ pueden encontrarse claves para remontar la actual crisis multidimensional en que nos encontramos inmersos. De ahí que sea de particular interés para el LABPYSCT documentar este conocimiento para evitar que se siga perdiendo y así estar en posibilidades

de contribuir a que estas culturas constructivas continúen caminando y siendo útiles dentro de sus propios contextos culturales.

En el caso de las tapias documentadas en San Andrés Payuca, don Gildardo Torres Huesca y su hijo Gastón Torres Silva, maestros constructores dedicados a la albañilería, amablemente accedieron a narrarnos el procedimiento empleado en la construcción de tapias de esta comunidad. Es de particular interés señalar las singularidades que presenta la técnica en este sitio específico, al estar ubicado en la región que impactó la ruta del Camino Real en la época virreinal. Al llegar la técnica a este lugar fue adaptada a sus condiciones, por ejemplo el clima, la materia prima disponible y las circunstancias históricas, sociales y tecnológicas.

En primer lugar, don Gildardo nos relató la manera de cimentar las tapias. Si hay suelo firme a un metro de profundidad como máximo, lo que corresponde a la altura del cajón o cimbra empleado en la localidad, se desplanta directamente sobre éste; si no es así, se apisona y compacta el suelo existente a esa misma profundidad, y sobre esta compactación se desplanta la tapia:

[...] si está muy blando más abajo, hay que darle un pisón antes de armar. Pero si más abajo se tiende a encontrar terreno más duro, pues sobre de eso nada más. Se saca la medida, el nivel, escuadra, y ya se empieza a armar el molde con su respectivo plomo y reventón de la línea que va uno a seguir [...] Pues mire, en cuestión



▲ Don Gildardo Torres Huesca y Gastón Torres Silva. San Andrés Payuca, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2014. Crédito: Jessica Georgina López Hernández.

de la tapia, a veces nosotros por acá podemos agarrar un cajón a un metro (de profundidad) de lo del primer cajón.¹⁶

En esta región, el cimiento se hace de la misma tierra, y en la entrevista con los maestros no se hizo referencia alguna al uso de piedra o algún otro material pétreo que proteja las tapias de la humedad. Como se mencionó en el apartado anterior, esta falla de origen conlleva múltiples problemas técnicos que propician el deterioro temprano de estas construcciones, hecho que el propio maestro reconoce:

A estas tapias o paredes de tierra es recomendable tratar que no les llegue la humedad. Si ya llovió mucho... a veces... se hacen los charcos alrededor, por eso hay que tratar de alejarlos lo más que se pueda. Hacerle una pendiente para que se aleje el charco, porque estas paredes son muy buenas, pero que no tengan humedad, porque si no, tienden a mojarse abajo, empiezan a *salitrearse* y a descascararse y a caerse y... es que una pared se empieza a carcomer y ahí hay riesgo de que se caiga.

En esta localidad, para la elaboración de las tapias, se utiliza la tierra del mismo sitio donde se va a construir, pues las características de los suelos así lo permiten. Normalmente se emplea el material extraído de la excavación para cimentar. Don Gildardo narra la forma característica de hacerlo:

Adelante del primer molde de la primera cepa que ya rascó uno [...] aquí en el pueblo [...] le decimos a unas zanjitas que van adelante las *certenejas*,¹⁷ son unas pequeñas zanjitas de 40 por 80 o un metro, para que así, ahí mismo, le eche uno agua, se humedezca la tierra y pueda ya ir uno sacando tierra de ahí para echarle al molde o al cajón.

Las certenejas son excavaciones del mismo ancho de la tapia, de donde se saca la tierra para conformar el muro. Estos fosos también se aprovechan como parte de la cimentación del bloque adyacente. Como lo relata el maestro constructor, son pequeñas zanjas de donde se extrae un poco de tierra, a la que se agrega agua, se deja reposar por una noche para que se humedezca y las arcillas se activen, y así pueda ser utilizada como material para la construcción del tapial. Si la tierra se seca demasiado durante la elaboración, se debe rociar con un poco de agua para que conserve la consistencia adecuada.



El problema de cimentar directamente en el suelo se presenta en la mayoría de las tapias que aún se encuentran en la comunidad. Este hecho, aunado a la falta de mantenimiento, ha contribuido al acelerado deterioro de las mismas. San Andrés Payuca. LABPYSCT. Agosto de 2014. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



Ejemplo de una certeneja hecha por don Gildardo durante la demostración y entrevista sobre la manufactura de tapias. LABPYSCT. Crédito: Jessica Georgina López Hernández.

También es importante destacar las habilidades utilizadas para identificar el material apropiado. En este caso, el maestro hace referencia a tierra arenosa, que no es útil, y a tierra "fuerte", refiriéndose a una con la cantidad suficiente de arcilla:

si es tierra arenosa pues casi no nos sirve... debe de ser tierra algo fuerte, para que pueda amarrarla el asiento de la tapia... Porque una tierra arenosa, pues nada más... al desarmar el molde se desparrama. Entonces, sí debe de ser tierra fuerte, negra o amarilla.

De tal suerte, para identificar una buena tierra que sea útil para edificar tapias, don Gildardo explicó el método empírico que emplean: se toma una porción del material, se aplica fuerza de compresión con la mano y se deja secar durante uno o dos días. Si la tierra se endureció y conservó la forma, se considera apta para la fabricación de tapias. Las siguientes palabras del maestro ahondan en el asunto:

Hay que agarrarla [la tierra] húmeda y prensarla en la mano y dejarla un día, para que oree más que nada. Y luego ya, después de un día y medio, o dos, venir a ver y ya, no pues si endureció entonces esa tierra sí nos sirve para la tapia.

Con respecto a la cantidad de humedad, los constructores locales hacen referencia también a pruebas empíricas para saber la consistencia de la tierra:

[...] el procedimiento es que esté húmeda, no muy pasada de agua, pero sí una humedad que se preste para poderla apisonar... Cuando tenemos una buena humedad, casi nada más con que despirme su terreno y lo sucio [se refiere a la materia orgánica de la superficie] y ya llega a algo limpio, nada más muestrea su tierra. ¿Cómo? Pues agarra una poquita, la apachurra y ve. Si al momento en el que usted abre la mano no se desparrama, este, ya puede ser, o que ya le humedeció algo la mano, está muy buena. Entonces... si acaso, entre que hoy la abrí, se va a secar, pero una media rociada para mañana que esté lista. Entonces esta tierra ya es para echarla hacia adentro y empezar, que claro al principio, el que va echando la tierra a lo mejor sí tiene que echarle una rociada al suelo, una rociada de agua, pero nada más es leve para que no se *aguachirle*¹⁸ [empape]. Entonces ya se empieza a palear hacia adentro y empieza con el pisón, a darle, la persona que lo está ayudando.

Prueba para verificar la cantidad de agua que debe contener la tierra empleada en la fabricación de una tapia. San Andrés Payuca, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2014. Crédito: Jessica Georgina López Hernández.



Imagen que muestra la construcción del molde para las tapias. Se aprecia la altura del morillo para poder sostener las tablas al hacer las subsecuentes hiladas del tapial. San Andrés Payuca, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2014. Crédito: Jessica Georgina López Hernández.



En lo que respecta al molde para formar la tapia, el procedimiento empleado en la localidad es muy similar al método de Bugey, explicado en la primera parte de este capítulo. Don Gildardo relata que el molde se compone de dos hojas de madera que miden 2.0 m de largo por 1.0 m de alto, y se utilizan seis morillos de una altura de 5.0 o 6.0 m para sostener las tablas y evitar que se abran al apisonar la tierra dentro de la cimbra. Las tapas, denominadas porteros, encierran la siguiente anécdota relatada por el maestro: “En aquellos tiempos les decíamos porteros. ¿Por qué porteros? Porque detenían la tierra, haciendo el complemento del molde”. También hizo referencia a la reciente incorporación de varillas roscadas para reforzar el encofrado y evitar que se abra, así como a los separadores o escantillones, que son las piezas que permiten mantener la separación entre las hojas de madera que conforman las caras de la tapia.

En cuanto al pisón, normalmente estaba hecho de madera, con una base cuadrada. Cuenta el maestro: “El pisón puede ser como éste, mire. Una rama de árbol en grueso. El asiento hay que dejárselo lo más cuadradito. Se arreglaban con hacha o machete. Se hacía un cuadrito como de 20 por 20, mas aquí adelgazaba para que pudiera uno agarrarlo bien”.



▲ Pisón de madera utilizado en la localidad. San Andrés Payuca, Puebla. LABPySCT. Agosto de 2014. Crédito: Fernando Zamudio Ortega.

En relación con el ancho de las tapias, en la región se suelen construir de un espesor que oscila entre 50 y 70 cm. Afirma el maestro que en ocasiones se hacían de 40, pero nos dice que 50 cm es “más recomendable”. Las capas de tierra oscilan entre 10 y 15 cm, con el fin de que la tierra compacte bien. En palabras de don Gildardo: “Y éste era el movimiento. Más que nada bailándole, bailándole. Ese era, ese trabajo se hace así. Pues tiene uno que bailarle”. Lo anterior se refiere al ritmo y movimiento acompasados para obtener un apisonado uniforme.

Es importante señalar que para mantener unida una tapia con otra adyacente, se insertan maderas que abarquen ambas. Según relata don Gildardo, son tres maderas: una en la base, a 40 cm del suelo, una en medio y la última en la parte alta. Al respecto, añade:

Para que nuestro primer cajón de tapia no quedara por separado, se le ponían unas maderitas. Podían ser de 80, de 50 cm, hasta de 1 m de largas. Entre cajón y cajón... Se le ponía arriba de 40 cm una, luego a la mitad otra y arriba otra. Tres maderitas.

Las tapias de San Andrés Payuca presentan una peculiaridad: algunas poseen ciertos orificios rellenos de piedras; en este caso, de piedras pómez, llamadas poma en la localidad y que servían, a decir de don Gildardo y su hijo Gastón, para que el aplanado, usualmente de cal y arena, se adhiriera mejor a la superficie de la tapia con tal de protegerla de la humedad y otras inclemencias climáticas. Aunque Gastón Torres nos comentó que estos hoyos se hacían con barreta una vez que la tapia estaba construida, resulta poco probable. Las inferencias a la fecha indican más bien que esta factura es una reminiscencia del *opus incertum*¹⁹ y del *opus reticulatum*²⁰ de las culturas constructivas romanas, llegadas al continente a través de los españoles. Además de ayudar a fijar el aplanado, este método constructivo contribuye a hacer más resistentes las caras expuestas. Estas especulaciones aún no pueden tomarse como válidas, pues es necesario profundizar en la investigación de campo, sobre todo en el procedimiento para incrustar las piedras en el muro durante el proceso constructivo o posterior a la factura.

Como en la gran mayoría de las culturas constructivas tradicionales del país, la continuidad de la transmisión del conocimiento en San Andrés Payuca se encuentra en riesgo. Al cuestionar a don Gildardo sobre la continuidad de esta manera de construir en la actualidad, nos comentó lo siguiente:

Pues aquí, a estas alturas, de estas fechas a la altura que estamos, ya es muy difícil ver estos trabajos. Estos trabajos, ya casi con las construcciones nuevas y



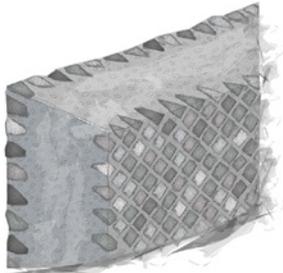
▲ Ejemplo de la madera utilizada para reforzar la unión entre tapias, en la ex-hacienda de Mazapa, Tlaxcala. LABPYSCT. Diciembre de 2018. Crédito: Esaú Gallegos Sánchez.

modernas que llegaron, ya raro es el que los hace. Solamente una persona de bajos recursos que no le alcanza el dinero para comprar material de hoy en día, a lo mejor sí, todavía se hace una casita de éstas. Pero ya casi no se dejan ver.

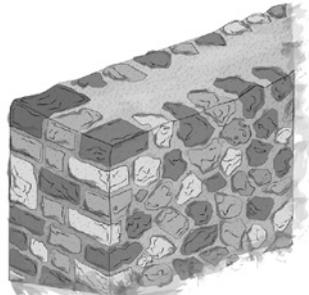
En la cita anterior se expresa la asociación de estas tradiciones constructivas y los materiales que las conforman con la pobreza y la escasez de recursos. Esta problemática se ha observado en otras técnicas y culturas edilicias documentadas por el LABPYSCT. Esto se debe a varios factores, entre ellos uno muy preocupante, en tanto que emana de las políticas públicas generadas por organismos como el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval), encargado de medir la pobreza en México. A través de los indicadores de pobreza planteados en el documento "Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza",²¹ se establecen programas de ayuda social que fomentan la desaparición de las culturas constructivas



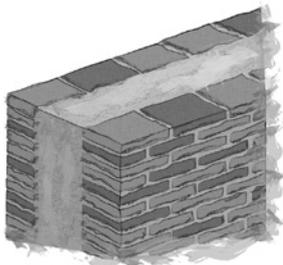
▲ Huecos en las tapias de la localidad de San Andrés Payuca, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2014. Crédito: Fernando Ortega Zamudio.



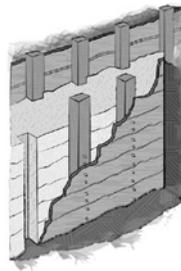
OPUS RETICULATUM



OPUS INCERTUM



OPUS TESTACEUM



OPUS CAEMENTICIUM

▲ Métodos de construcción de la antigua Roma. Elaboración: Yeltzin Sosa Peralta a partir de Rafael Agustí Torres, *Materiales y métodos de construcción en la antigua Roma*, páginas 48 y 52. LABPYSCT.

de nuestro país, por considerar que los pisos de tierra y los materiales de muros hechos de barro o bajareque, carrizo, bambú o palma son indicadores de una población en situación de carencia por la calidad y los espacios de su vivienda. Esto aplica para las personas que residen en edificaciones que presenten al menos una de las condiciones mencionadas. En este sentido, vale la pena prestar atención a las siguientes palabras del maestro:

Pues, más que nada, pues es una tradición desde aquellos entonces de nuestros abuelos, de nuestros tatarabuelos, que pasaron y al no tener otro tipo de material, pues ese era el material más inmediato para hacerse una casa y realmente pues, uno que se deja llevar a lo moderno, pues ya lo va dejando uno también, ya casi ya no.

APRENDIENDO DE LAS TAPIAS DE TIERRA

*Sí, pues mire, aquí tenemos parte de lo que era una construcción de tapia y este...
ahorita ya estábamos renovando a lo moderno, pero ésta es una tapia.*

Gildardo Torres Silva

Así inició nuestra plática con don Gildardo, frase que sintetiza el estado del patrimonio construido con tapias en el altiplano mexicano, nuestra zona de estudio.

El tapial, como sistema constructivo tradicional en la región que nos ocupa, está desapareciendo a pasos agigantados. A diferencia de otras culturas constructivas documentadas en el proyecto de investigación del LABPYSCT, en ésta se observa una marcada ruptura en la transmisión de conocimientos, así como un deterioro de la arquitectura tradicional edificada mediante esta técnica. Esta situación puede atribuirse a diversos factores, entre ellos el pesado trabajo manual que representa, la falta de apoyos para la preservación del patrimonio construido en tierra, la legislación tan rígida respecto a la posibilidad de adecuaciones en construcciones existentes, así como a la falta de información técnica para llevar a cabo trabajos de restauración, rehabilitación y mantenimiento de estas técnicas; todo ello aunado a las causas ya explicadas en el apartado anterior sobre las políticas públicas respecto de los materiales constructivos tradicionales.

A pesar de esta pérdida, en la arquitectura contemporánea existen reinterpretaciones interesantes que han logrado remontar las dificultades tecnológicas que esta técnica implica, como la estabilización de la tierra con cal y el uso de herramientas mecánicas como los pisonos hidráulicos y las cimbras de metal.

Pero más allá de las reinterpretaciones que puedan ser más o menos afortunadas, nos interesa la recuperación de estas técnicas constructivas no sólo para preservar una memoria cultural en términos de un pasado estático y que tiende a la folclorización, sino como culturas constructivas vivas en constante transformación que permitan su desarrollo dentro de sus propios contextos culturales y puedan así contribuir a la recuperación de los procesos de autoconstrucción y autonomía, sobre todo en la vivienda popular y de escala doméstica, en contrapeso a los grandes proyectos de vivienda social que a la larga se han convertido en negocios inmobiliarios que poco ayudan a solucionar el problema de la carencia de vivienda en nuestro país.

De ahí la importancia de recuperar ésta y otras tradiciones y sabidurías constructivas locales, como una manera de reaprehender el mundo cotidiano, dejar atrás su cosificación y devolverlo a la vida como una contribución desde el campo de la arquitectura.

AGRADECIMIENTOS

Nos parece de gran relevancia agradecer a las personas que contribuyeron a realizar esta investigación: al arquitecto Manuel Carlos Reyes Cedillo, quien consiguió la entrevista con los maestros constructores; a don Gildardo Torres Huesca y a Gastón Torres Silva, maestros constructores de San Andrés Payuca, quienes amablemente accedieron a ser entrevistados y compartir con nosotros sus conocimientos, así como a los alumnos que colaboraron en el LABPYSCT ya sea en la documentación del sistema, la corrección de textos o la elaboración de material gráfico.

NOTAS

1. Luis Fernando Guerrero, "El papel de la humedad y la compactación en la elaboración de revestimientos de tierra", *Revista Construcción con Tierra* 7, (2016): 11-22.
2. Luis Fernando Guerrero, "Identificación y valoración del patrimonio precolombino construido con tierra modelada", *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas Mario J. Buschiazzo*, XLVIII, 1 (2018): 125-141.
3. Bernal Díaz del Castillo, *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España* (Ciudad de México: Editorial Porrúa, 1983), 149.
4. Luis Fernando Guerrero, "Tradición constructiva con tapial en las faldas orientales del Iztaccíhuatl", *Revista Palapa* II, 1 (2014): 68-81.
5. François Cointeraux, *École d'architecture rurale* (París: Chez le Citoyen Fuchs, Libraire, 1790), 37-39.
6. Catálogo de Localidades de la Secretaría de Desarrollo Social, "Unidad de Microrregiones, Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional, 2005", consultado el 29 de abril de 2020, <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=044>
7. Nuestro México, "Información de todas las localidades en México. Localidad: San Andrés Payuca-Puebla", consultado el 29 de abril de 2020, <http://www.nuestro-mexico.com/Puebla/Cuyoaco/San-Andres-Payuca/>
8. Hugo Houben y Hubert Guillaud, *Earth Construction. A Comprehensive Guide* (Londres: ITDG Publishing, 2001), 60.
9. Patrice Doat et al., *Construir con tierra* (Bogotá: craterre-Fondo Rotatorio Editorial, 1996), 25.

- 10 Paul McHenry, *Adobe. Cómo construir fácilmente* (Ciudad de México: Trillas, 1996), 112.
11. Juan de Villanueva, *Arte de albañilería ó instrucciones para los jóvenes que se dediquen á él* (Madrid: Oficina de Don Francisco Martínez Dávila. Impresor de Cámara de s. m., 1827), 25.
- 12 Ricardo Marcos y Bausá, *Manual del albañil* (Madrid: Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada, 1879), 172.
13. Luis Fernando Guerrero, "Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva", *Revista Apuntes xx*, 2 (2007): 195.
14. Juhanni Pallasmaa, *La mano que piensa: sabiduría existencial y corporal en la arquitectura* (Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2012), 131.
15. Narciso Barrera-Bassols y Víctor Manuel Toledo, *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales* (Barcelona: Icaria, 2008), 14.
16. Gildardo Torres, entrevista realizada el 31 de agosto de 2014, acervo del LAB-PYSCT de la Facultad de Arquitectura de la UNAM.
17. El *Diccionario de la Real Academia Española* (DRAE) define certeneja de la siguiente forma: "pantano pequeño y profundo". Consultado el 15 de mayo de 2020, <https://dle.rae.es/certeneja>
18. El DRAE define aguachirle como "bebida o alimento sin fuerza ni sustancia". Consultado el 15 de mayo de 2020, <https://dle.rae.es/aguachirle>
19. El *opus incertum* es una técnica constructiva romana que usaba sillares normalmente de toba, cortados de forma irregular y colocados aleatoriamente dentro de un muro de *opus caementicium*, que a su vez es una técnica que se caracteriza por el uso de mortero compuesto por cal mezclada con arena y ceniza volcánica, todo mezclado con tobas volcánicas; esta mezcla se coloca en un encofrado, semejante a los actuales. Una técnica similar, donde el mortero era sustituido por barro, provenía del mundo griego y era llamada *emplekton*. Ver Rafael Agustí Torres, *Materiales y métodos de construcción en la antigua Roma*, 48 y 52, consultado el 2 de mayo de 2020 https://www.academia.edu/37678437/MATERIALES_Y_M%C3%89TODOS_DE_CONSTRUCCI%C3%93N_EN_LA_ANTIGUA_ROMA
20. El *opus reticulatum* consistía en una variante del *opus incertum* un poco más evolucionada, en la cual las piedras que forman el paramento del muro tenían forma de pirámide truncada de base cuadrada, de unos 15 cm de lado y con la base expuesta, mientras que la punta quedaba introducida en el cemento. El perímetro de las piedras, normalmente tobas volcánicas, estaba separado por un ligero estrato de mortero. Después de tener terminado el revestimiento en las dos caras del muro, se vertía el cemento en el interior y se procedía a construir en niveles o capas sucesivas. Ver Agustí Torres, *Materiales y métodos de construcción*, 64 y 65.
21. Coneval, "Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza, actualización 2018", consultado el 15 de mayo de 2020, <https://www.coneval.org.mx/Normateca/Documents/ANEXO-Lineamientos-DOF-2018.pdf>.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ Torres, Rafael. *Materiales y métodos de construcción en la antigua Roma*. Consultado el 2 de mayo de 2020. https://www.academia.edu/37678437/MATERIALES_Y_M%C3%89TODOS_DE_CONSTRUCCI%C3%93N_EN_LA_ANTIQUA_ROMA
- BARRERA-BASSOLS, Narciso y Víctor Manuel Toledo. *La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Barcelona: Icaria, 2008.
- CATÁLOGO de Localidades de la Secretaría de Desarrollo Social. "Unidad de Microrregiones, Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional, 2005". Consultado el 29 de abril de 2020. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=21&mun=044>
- COINTERAUX, François. *École d'architecture rurale*. París: Chez le Citoyen Fuchs, Libraire, 1790.
- CONEVAL. "Lineamientos y criterios generales para la definición, identificación y medición de la pobreza, actualización 2018." Consultado el 15 de mayo de 2020. <https://www.coneval.org.mx/Normateca/Documents/ANEXO-Lineamientos-DOF-2018.pdf>.
- DE VILLANUEVA, Juan. *Arte de albañilería ó instrucciones para los jóvenes que se dediquen á él*. Madrid: Oficina de Don Francisco Martínez Dávila. Impresor de Cámara de S. M., 1827.
- DÍAZ DEL CASTILLO, Bernal. *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*. Ciudad de México: Editorial Porrúa, 1983.
- DOAT, Patrice et al. *Construir con tierra*. Bogotá: CRATERRE-Fondo Rotatorio Editorial, 1996.
- GUERRERO, Luis Fernando. "Arquitectura en tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva". *Revista Apuntes* xx, 2, 2007.
- GUERRERO, Luis Fernando. "Tradición constructiva con tapial en las faldas orientales del Iztaccíhuatl". *Revista Palapa* II, 1, 2014.
- _____. "El papel de la humedad y la compactación en la elaboración de revestimientos de tierra". *Revista Construcción con Tierra* 7, 2016.
- _____. "Identificación y valoración del patrimonio precolombino construido con tierra modelada". *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas Mario J. Buschiazzi* XLVIII, 1, 2018.
- HOUBEN, Hugo y Hubert Guillaud. *Earth Construction. A Comprehensive Guide*. Londres: ITDG Publishing, 2001.
- MARCOS Y BAUSÁ, Ricardo. *Manual del albañil*. Madrid: Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada, 1879.
- MCHEMRY, Paul. *Adobe. Cómo construir fácilmente*. Ciudad de México: Trillas, 1996.
- NUESTRO México. "Información de todas las localidades en México. Localidad: San Andrés Payuca-Puebla". Consultado el 29 de abril de 2020. <http://www.nuestro-mexico.com/Puebla/Cuyoaco/San-Andres-Payuca/>
- PALLASMAA, Juhanni. *La mano que piensa: sabiduría existencial y corporal en la arquitectura*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2012.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Diccionario de la lengua española*. Consultado el 15 de mayo de 2020. <https://dle.rae.es/>



COMPACTANDO LA ESPUMA DEL VOLCÁN

Tapias de piedra poma en Tepeyahualco, Puebla

María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes

Investigadora del Centro de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje
Coordinadora del Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos
Tradicionales de la Facultad de Arquitectura de la UNAM

Luis Fernando Guerrero Baca

Profesor e investigador de la División de Ciencias y Artes para
el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

INTRODUCCIÓN

Las tapias de Tepeyahualco son claro ejemplo de una de las hipótesis que alienan el trabajo de investigación del Laboratorio de Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales (LABPYSCT): es posible que las técnicas constructivas ancestrales que aún quedan en pie en nuestro país evolucionen dentro de sus propios contextos culturales, a pesar de la presión ejercida por diversos factores adversos, como el contexto socioeconómico, la escasez de recursos naturales antes abundantes y la invasión indiscriminada de los sistemas y materiales industrializados, así como otros que ya han sido ampliamente expuestos en este volumen.

Así pues, la razón para estudiar las tapias de la región de Tepeyahualco estriba en su peculiaridad: se trata de un sistema constructivo tradicional relativamente reciente, donde la combinación de materiales, la adaptación de la técnica tradicional del tapial y el ingenio e innovación desarrollados en esta técnica a partir de otros procedimientos constructivos tradicionales de la región han permitido su surgimiento. A la fecha no se tiene registro de una tradición constructiva similar en nuestro país y muy probablemente en ningún otro, puesto que las condiciones geológicas y culturales de la región son sumamente singulares.

Se trata de un sistema de muros de tapia, pero que, a diferencia de los que existen en todo el mundo y que se detallaron en la sección anterior, cuya conformación se deriva del uso de suelos arenosos, en el caso de Tepeyahualco se



▲ Tapias de Tepeyahualco. Exhacienda Pizarro, Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Diciembre de 2014. Crédito: Diego Valadez Sáenz.

realiza con una mezcla que incluye rocas volcánicas, tierra limosa y residuos de la fabricación de cal.

Esta combinación de recursos surgió de la fusión de dos técnicas constructivas de mayor antigüedad: por un lado, de las cubiertas de terrado hechas con piedra pómez y cal, empleadas principalmente en las techumbres de haciendas y casonas de la región; por otro, de la tradición de la tapia de tierra de origen colonial y la evolución decimonónica, que se ha descrito con detalle en el capítulo precedente.

De las cubiertas tradicionales se tomó la combinación de materiales que se caracteriza por su ligereza, buen comportamiento térmico y, sobre todo, por la reacción química que surge al combinar la cal con materiales de origen volcánico.

De la construcción de muros de tapia se adaptó el empleo de encofrados, la densificación de capas de material seco por compactación manual y la modulación de bloques.

A través de la documentación en campo y otras fuentes de estudio, hemos podido llegar a estas conclusiones, las que serán explicadas a detalle a lo largo del capítulo. Es importante señalar que nos interesa dar especial relevancia a la voz de los constructores, ya que gracias a ellos logramos dilucidar un proceso constructivo complejo que no ha sido identificado en ningún otro lugar del país, por lo que va para ellos un especial reconocimiento por su generosidad para compartir sus experiencias.

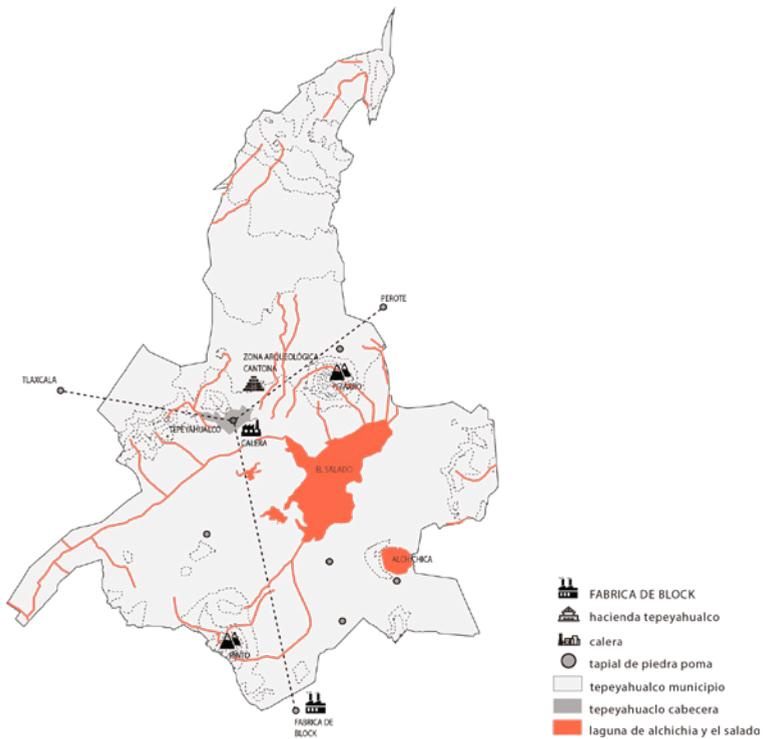
EN LA REDONDEZ DE LOS CERROS: LOS ORÍGENES

Tepeyahualco se ubica al noreste del estado de Puebla, en colindancia con el estado de Veracruz, a 85 km de la ciudad de Puebla en el camino hacia Perote. Se trata de la cabecera municipal.

Los orígenes de Tepeyahualco se remontan a la época mesoamericana; sin embargo, su fundación formal data del año 1566. En la redondez de los cerros es el significado de Tepeyahualco, que proviene del antiguo nombre *Tepeyahualua*, que a su vez se deriva de las raíces nahuas *tepetl*, cerro, y *yahualua*, cosa redonda; vocablo que los españoles no pudieron pronunciar y tradujeron como Tepeyahualco.¹

Su ubicación en el virreinato resultaba estratégica, pues se trataba del punto medio en el Camino Real, que era la ruta de comunicación entre la Ciudad de México, centro rector, y el puerto de Veracruz, hasta entonces la única vía de enlace con España. Este camino fue consolidado a partir de las rutas establecidas por las culturas mesoamericanas de las provincias tributarias del golfo de México, entre ellas Cantona, que comunicaban con México-Tenochtitlan.² Así pues, dada la gran importancia que tuvo la zona en esta época, se construyeron ventas, postas y mesones; y dos siglos más tarde, las haciendas. El auge de la zona pervivió hasta la Revolución, cuando las haciendas comenzaron a deteriorarse a raíz del reparto agrario. En ese punto entró en juego la otra comunidad, donde se desarrollaron las tapias que nos ocupan, también dentro del mismo municipio: El Fuerte de la Unión, localizado a 11 km de Tepeyahualco, que es la cabecera municipal. Su origen se remonta a 1920 y surge como un campamento militar que fue consolidándose con el paso de los años hasta convertirse en un poblado, construido en su mayor parte con tapias de piedra poma y cal. A la fecha, en ambas localidades se sigue construyendo con este sistema.

El paisaje de Tepeyahualco donde se asentó la magnífica ciudad prehispánica de Cantona está conformado por la cuenca de El Seco, dominada por el cerro Pizarro.



▲ Tepeyahualco, mapa de localización. LABPYSCT. Septiembre de 2016.
 Crédito: Diego Andrés García Ruiz.



▲ Cuenca del Seco con el cerro Pizarro al fondo. LABPYSCT.
Diciembre de 2014. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes

Los elementos que definen este árido pero imponente paisaje han posibilitado el surgimiento de las tapias de Tepeyahualco. Estas formaciones geológicas datan del cuaternario y se componen de gran variedad de rocas intrusivas y extrusivas, como el granito, la toba ácida, el basalto y otras variedades de brecha volcánica.

Asimismo, existe una amplia diversidad de sedimentos calcáreos que fueron explotados para elaborar hidróxido de calcio desde tiempos prehispánicos, según el arqueólogo Angel García Cook.³ La calera que existe hoy en día, de donde proviene el excedente de cal utilizado en la fabricación de las tapias, fue fundada a principios del siglo xx y antiguamente era parte de una hacienda beneficiadora de metales.⁴





▲ Zona arqueológica de Cantona. Cantona, Puebla. Diciembre de 2010.
Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

De los suelos lacustres y aluviales que conforman la laguna intermitente de El Seco, se extrae tierra limosa que localmente se conoce como barro renegrido por su color oscuro. Este material, junto con la piedra y la cal, compone la base para el desarrollo del singular sistema de tapias de la región.

Como se explicó en el capítulo anterior, durante el periodo virreinal el empleo de tapias de tierra fue incorporado a la vida cotidiana, por lo que éstas se convirtieron en una forma tradicional de edificar. Es importante señalar el éxito que este sistema constructivo tuvo en la vivienda popular debido a la viabilidad económica de construir con tierra, por estar disponible en casi cualquier sitio, y a la ventaja de requerir muy poca agua para su manufactura, además de la posibilidad de reutilizar varias veces el molde con que se fabrican los muros. De tal suerte, las tapias adquirieron presencia dentro de la arquitectura vernácula de la región, incorporándose a la memoria y tradición constructiva de los pueblos donde se desarrollaron.

Con estos antecedentes, en la localidad de Tepeyahualco se encontró una variante muy interesante de esta técnica constructiva: un tapial que conserva el mismo procedimiento constructivo pero que sustituye los materiales del muro. La tierra arenosa ha sido reemplazada por el barro renegrido mezclado con diversas rocas provenientes de la espuma volcánica, como la piedra pómez, que en el sitio es llamada piedra poma, el tezontle y el tepojal, conocido localmente como cacahuatillo, las cuales son arrastradas de los cerros circundantes por la lluvia, así como los residuos de la cal que provienen del proceso de transformación de la piedra caliza.

El sistema constructivo de tapial de piedra pómez y residuos de cal es relativamente reciente. Según los datos encontrados en trabajo de campo, surge a principios del siglo xx, como respuesta a la necesidad de vivienda de la población más desfavorecida de la zona. Ha sido conformado a partir del aprendizaje y la fusión de dos técnicas constructivas tradicionales de mayor antigüedad presentes también en el norte de Puebla. Por una parte, toma la combinación de materiales de los terrados de la región hechos a base de un sustrato de piedra pómez, tepojal o tezontle y cal, los cuales cubren los tejados y entrepisos de madera en las viviendas y las haciendas de la zona. Por otra parte, del tapial de tierra empleado en poblados a unos cuantos kilómetros de distancia, como San Andrés Payuca, utiliza el encofrado de madera para apisonar la materia prima. El resultado es un muro de un espesor menor que los que se realizan tradicionalmente con tierra arenosa (25 a 30 cm), gracias a la fuerza resultante de la reacción química que se genera entre los ingredientes mezclados. Se trata



▲ Techo en ruinas donde se aprecian los materiales que componen el sistema constructivo: vigería de madera, tejamanil y terrado de rocas volcánicas con cal. LABPYSCT. Diciembre de 2014. Crédito: Diego Valadez Sáenz.



▲ En esta imagen se aprecia el espesor de una tapia de poma. Exhacienda Pizarro, Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Diciembre de 2014. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

de una estrategia que continúa utilizando materiales locales, conserva la sencillez en el proceso de ejecución y, como los sistemas constructivos que le preceden, no requiere herramientas sofisticadas.

Un sistema constructivo muy parecido a éste ya se practicaba con anterioridad a partir de tierra, rocas volcánicas, basalto y, en algunos casos, cal producida de forma artesanal en los hornos de las haciendas que existían en la región. Este sistema, llamado cal y canto o mampostería encofrada, proveniente de España, se hacía con piedra maciza volcánica, tierra y cal, recubiertos en su mayoría con piedra pómez, cacahuatillo y/o tezontle, y como argamasa, una mezcla de cal y arena.

También es importante señalar los antecedentes prehispánicos desarrollados en la ciudad de Cantona, donde el sistema constructivo dominante fue la piedra apilada, que se caracteriza por la ausencia de cementantes o aglutinantes. Sólo se emplean rocas en talud y paramento, por lo que se busca la inclinación adecuada para evitar deslizamientos, además de trabarlas con cantos de menor tamaño.⁵ Esta tradición perdura hasta nuestros días y ha sido fundamental en la arquitectura tradicional de la mayoría de las culturas constructivas de nuestro país.



- ▲ Muro de cal y canto o mampostería encofrada, donde puede apreciarse la combinación de rocas y las distintas capas de recubrimientos. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Diciembre de 2014. Crédito: Diego Valadez Sáenz.



- ▲ Talud paramento en muros de Cantona. Cantona, Puebla. Diciembre de 2010. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

DE ESPUMAS, CALES Y TIERRA: LA MATERIALIDAD

Como se ha expresado ya líneas arriba, la técnica en cuestión conserva el mismo procedimiento constructivo de los muros de tapia de tierra, pero incorpora materiales derivados tanto del entorno natural como de los desechos de la industria calera que se ubica en Tepeyahualco desde hace décadas.

De tal suerte, la tierra arenosa ha sido complementada y, en algunos casos, sustituida por una mezcla de residuos de cal, subproducto del proceso de calcinación de la roca caliza para ser convertida en cal, y tres tipos de materiales rocosos triturados: piedra pómez, tezontle y tepojal, todos provenientes de la actividad volcánica de los alrededores de Tepeyahualco.

- ▼ El cerro de material blanco es el desperdicio del proceso de calcinación de la roca caliza, utilizado en la fabricación de las tapias. Al fondo se aprecia la chimenea de la calera Cales de Tepeyahualco. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Diciembre de 2014. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

Empecemos por las rocas volcánicas: la primera de ellas y más utilizada es la piedra pómez, conocida también como pumita, pumicita o poma, como la llaman en la localidad. La segunda es una roca ígnea intrusiva, especie de espuma de lava petrificada de color negro o rojizo, conocida en México como tezontle y de mayor densidad que la piedra poma. Finalmente, la tercera roca tiene una composición química parecida a la pumita, pero resulta más porosa, lo que la hace más ligera, y además contiene arcillas; se le conoce como tepojal y, en la localidad, como cacahuatillo.

Un componente esencial del sistema lo constituye el residuo del proceso de fabricación de cal aérea. Éste se compone principalmente de arenas de la roca caliza que no alcanzaron a calcinarse en el proceso de obtención de óxido de calcio o cal viva. Esta sustancia, a pesar de no ser altamente reactiva, adquiere propiedades aglutinantes por contener fracciones de roca caliza que sí alcanzaron a calcinarse para convertirse en óxido de calcio. Este material, en contacto con el agua y el resto de los componentes de la mezcla, desarrolla dos tipos de reacción química que conducen a la solidificación del sistema. La primera es la carbonatación, que se lleva a cabo al intercambiarse vapor de agua por dióxido de carbono del aire, con lo que se produce carbonato de calcio que aglutina las arenas y piedras de la mezcla.

El segundo proceso que se desarrolla al interior de esta singular mezcla se conoce con el nombre de reacción puzolánica⁶ y consiste en la formación de una especie de cemento entre el hidróxido de calcio y los óxidos de silicio presentes en las rocas volcánicas. Mediante pruebas de laboratorio, pudimos determinar que esta mezcla de residuos de cal contiene aproximadamente un 85% de partículas inertes (arenas de roca caliza triturada) y un 15% de óxido e hidróxido de calcio.⁷

Por último, se emplea tierra con un alto porcentaje de limos, llamada en la localidad barro renegrado debido a su color oscuro. Proviene de las partes bajas de los cerros que rodean Tepeyahualco, donde este material se sedimenta.

Además de la reacción química entre la cal y los materiales volcánicos que explica en gran medida la dureza que muestran los muros de tapia de la región, la mezcla presenta, al igual que las tapias de tierra, una amplia gama granulométrica que permite la óptima densificación durante el compactado. La piedra poma y el cacahuatillo se agregan en partículas de diferentes tamaños que se traban entre ellas debido a la irregularidad de su geometría. Este hecho, aunado a la inclusión de arenas finas presentes en el excedente de cal —las cuales



◀ Piedra pómez, pumita o pumicita, llamada piedra poma localmente. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



◀ Tepozal o tepetzil, llamado localmente cacahuatillo. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



◀ Tezontle. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



▲ Residuos del proceso de calcinación de la roca caliza, conocido en la localidad como excedente de cal o granzón. Los puntos blancos que se observan son las partículas de óxido e hidróxido de calcio, y el resto es arena inerte. Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



▲ Barro renegrado. Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Agosto de 2016. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

rellenan los huecos—, el aglutinamiento de la arcilla presente en la tierra y los procesos de carbonatación y de puzolanización de la cal, confieren al muro destacadas cualidades de resistencia.

Cabe aclarar que se documentaron cuatro variantes en la combinación de materiales de las mezclas empleadas en las tapias de la región. La primera y más común incluye piedra poma, cacahuatillo, residuos de cal y barro renegrado. En la segunda variante la piedra poma es sustituida por tezontle, lo que da una tonalidad rojiza o rosada a las tapias e incrementa notablemente su resistencia. En la tercera se omite el barro, lo que da como consecuencia una mayor fragilidad en las tapias, según pudimos observar en campo y corroborar con algunas pruebas de laboratorio. En la cuarta y última, documentada en la comunidad de El Fuerte de la Unión, el excedente de cal es sustituido por hidróxido de calcio comercial (cal de bulto) y arena, y también se omite la tierra. Estas variantes tienen implicaciones en las cualidades estructurales de las tapias, las cuales se han podido verificar con algunos experimentos en laboratorio.

En este sentido, también es importante apuntar que estas tapias permiten reducir el espesor de los muros gracias a la combinación de materiales, ya que éstos, al entrar en contacto con el agua añadida a la mezcla, presentan no sólo reacciones físicas, sino también químicas durante el proceso de fraguado. Esta combinación tiene ventajas estructurales frente a la mezcla de tierra y agua de las tapias convencionales, lo que permite reducir el espesor de los muros en un promedio de 50 por ciento.



- ▲ Tapias fabricadas con la mezcla original. Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Diciembre de 2018. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.
- ◀ Detalle de tapia de tezontle. Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Diciembre de 2014. Crédito: Diego Valadez Sáenz.

La mezcla de las tapias de Tepeyahualco da una resistencia similar a la del concreto romano, nombrado así en honor a sus inventores. Se trata de un concreto pobre con bajas resistencias en comparación con los concretos modernos, pero con ventajas estructurales sobre las mezclas de tierra, además de que presenta notables virtudes ambientales pues sus materiales pueden ser reincorporados al suelo sin contaminar y hay una menor huella ecológica en el proceso de fabricación de la cal en comparación con la manufactura del cemento.⁸

DE ENCOFRADOS, PISONES Y SOGAS: LAS HERRAMIENTAS

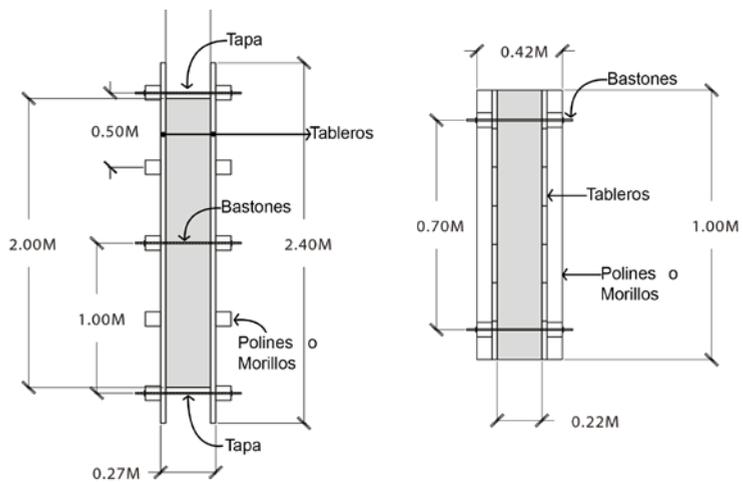
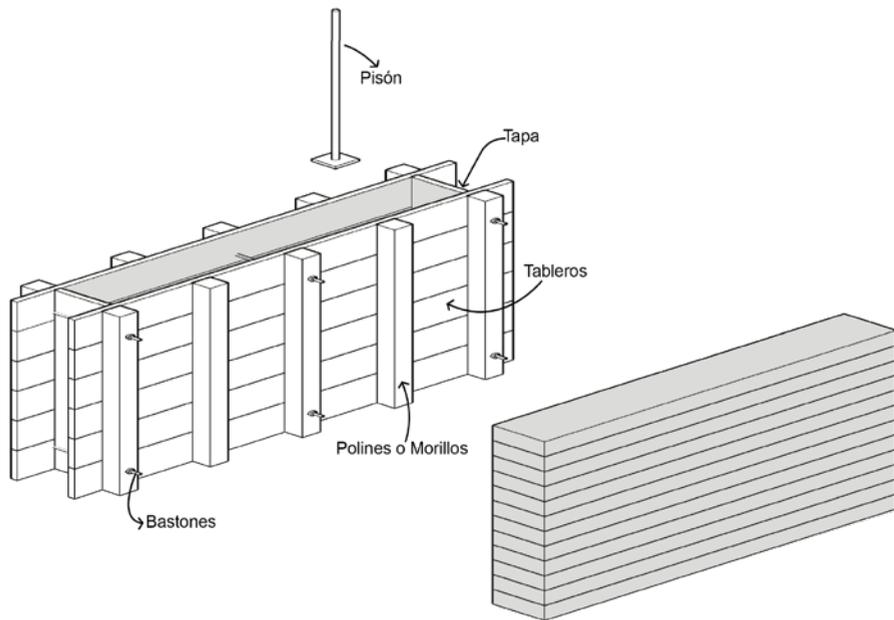
Las herramientas necesarias para fabricar el tapial de piedra poma son un encofrado hecho de madera, ya sea de triplay o tablones, postes de madera o morillos que ayudan a rigidizar los tablones y bastones hechos de varilla roscada, que mantienen unido el encofrado para evitar deformaciones durante el apisonado.

Los primeros encofrados estaban hechos en su totalidad de madera y se utilizaban sogas para rigidizarlos, tal como se explicó en el capítulo precedente. En la actualidad, los maestros constructores también emplean cimbras metálicas.

Las dimensiones del encofrado son normalmente de 2.0 m de largo por 1.0 m de alto y el espesor ronda entre 25 y 30 cm, siguiendo la proporción de los moldes tradicionales, también descritos en el capítulo referente a las tapias de tierra. La diferencia en el espesor de estas tapias en comparación con las

Reproducción del sistema constructivo de una tapia de piedra poma y cal en laboratorio con el molde original de madera. Facultad de Arquitectura de la UNAM. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Fabricación del molde: Aida Jiménez López. Fotografía: Carolina Sandoval Marmolejo.





▲ Esquema del encofrado documentado en Tepeyahualco. LABPYSCT. Septiembre de 2016. Crédito: Diego Andrés García Ruiz.

de tierra descritas en el capítulo anterior es posible gracias a la combinación de sus elementos, como ya se detalló en la caracterización de los materiales.

Para revolver la mezcla se utilizan pico y pala, y para verterla en el encofrado, una pala y un bote. Finalmente, para apisonar la argamasa se ocupa un pisón de madera o de metal.

COMPACTANDO LA ESPUMA DEL VOLCÁN: EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Con el fin de cimentar la tapia, se cava una cepa de 50 cm a 1.0 m de profundidad hasta encontrar suelo firme; con un ancho aproximado de 50 cm, dependiendo del tipo de suelo. Posteriormente, se hace la mezcla en seco de los materiales con las siguientes proporciones: un volumen de excedente de cal, un volumen de piedra poma o de tezontle, un volumen de cacahuatillo, y un tercio de volumen de barro renegrido o tierra limosa. Una vez mezclados en seco, se les agrega agua rociada en una proporción aproximada del 5% del volumen de la mezcla. Esta cantidad depende de múltiples factores, como la humedad propia de los materiales y la del ambiente. Los materiales deben quedar humedecidos, mas no empapados. Para determinar la cantidad apropiada de agua, se hace una prueba similar a la de las tapias de tierra: tomar una porción de la mezcla en las manos y apretarla; la mezcla no debe escurrir y los materiales tienen que quedar cohesionados al soltarlos.

144

Como se mencionó en la descripción de los materiales, las rocas deberán ser de diferentes tamaños para fomentar la correcta densificación del muro. La piedra poma llega a medir hasta 15 cm, mientras que el cacahuatillo es de menores dimensiones, de 1 a 5 cm. Por otro lado, es necesario eliminar la capa superficial de los residuos de cal antes de utilizarlos, pues ésta, ya endurecida, fragua en presencia de aire cuando hay mucha humedad y, por lo mismo, pierde sus propiedades aglutinantes.

Una vez hecha la mezcla, se procede a construir la cimentación, elaborada normalmente con piedra volcánica o piedra caliza, unida ya sea por la misma mezcla de la tapia, como se describirá más adelante en voz de los maestros constructores, o con una argamasa de barro y cal. Ya terminado el cimiento, sobre éste se arma el encofrado.

Antes de iniciar la fabricación de la tapia se humedece el cajón para que la madera no absorba la humedad de la mezcla y para evitar que ésta se adhiera a las paredes del encofrado, y finalmente se deposita esta mezcla en capas de 15 a 20 cm de espesor, apisonando cada estrato, y, al igual que en las tapias



- ▲ En esta imagen se aprecia la variada granulometría de los materiales que conforman la mezcla. Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



- ▲ En esta imagen se distingue la capa exterior del residuo de cal que se ha endurecido, producto de la carbonatación al estar en contacto con el aire. Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



- ▲ Proceso de armado del encofrado. Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



▲ Tapia recién descimbrada. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



▲ Alternancia en la construcción de bloques de tapia para permitir el secado. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2016. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

de tierra, teniendo especial cuidado en la compactación de las esquinas. Una vez lleno el cajón, se retira la cimbra y se recorre sobre la cepa de cimentación, dejando un espacio del tamaño de una tapia para permitir que seque el bloque ya hecho. Cuando éste ha adquirido dureza, puede formarse la tapia adyacente. Es por esta razón que deben construirse alternadamente.

Al igual que las tapias de tierra, es necesario contrapear los módulos para asegurar el correcto funcionamiento estructural de las piezas, con especial cuidado en las esquinas.

En cuanto a las cubiertas, se han documentado en la zona estructuras de viguería de madera o jotes de maguey con tejamanil y un terrado o capa de compresión de la misma mezcla de la tapia, con un recubrimiento adicional de baba de nopal y lechada de cal como impermeabilizante. En construcciones más recientes se registraron algunos casos de cubiertas en que la estructura de madera es sustituida por varillas de acero al interior de la mezcla, tal como sucede con las losas de concreto armado; sin embargo, se observó que las losas se han deformado, algunas incluso hasta el punto del colapso. Así, hemos inferido que al escasear la madera en la región, la techumbre no ha podido ser resuelta, dando como consecuencia el abandono de esta técnica para la construcción de vivienda, constriñendo su uso a la delimitación de predios. Es importante señalar que se encontraron bardas de longitudes cercanas a los 50 m, con alturas de 3 m sin refuerzos intermedios, lo que evidencia la resistencia de las tapias y da un indicio del potencial que tiene esta tradición constructiva.



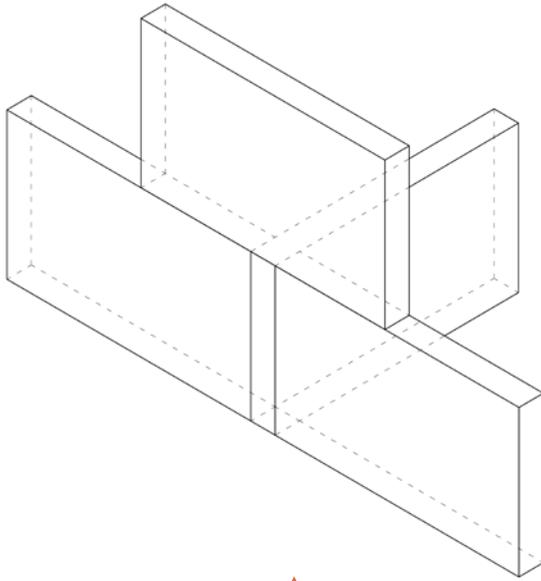
▲ Contrapeo con piezas alternadas a la mitad para evitar la junta constructiva continua, como en cualquier tipo de mampostería. Tepeyahualco, Puebla. Diciembre de 2018. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



▲ Contrapeo en esquina. Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Agosto de 2016. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



▲ Contrapeo para trabar muro perpendicular. El Fuerte de la Unión, Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Diciembre de 2018. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



▲
Contrapeo para trabar muro perpendicular. El Fuerte de la Unión,
Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Dibujo: Karen Mendoza Raya



▲
Techumbre típica de la región. En el techo derruido pueden identificarse
los elementos que componen la cubierta: vigas, tejamanil y terrado.
Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Diciembre de 2018. Crédito: Ángeles
Vizcarra de los Reyes.



▲ Techo de morillos y entortado de cal y piedra poma de vivienda popular en El Fuerte de la Unión. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2016. Crédito: Diego Andrés García Ruíz.



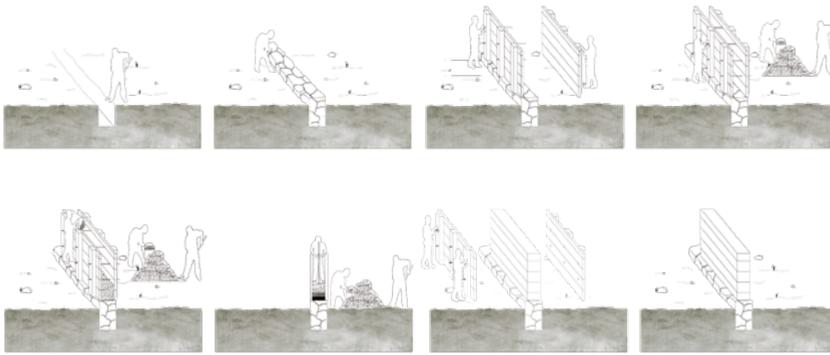
- ▲ Barda en El Fuerte de la Unión que delimita una manzana completa sin refuerzos y no presenta daños ni fisuras. Tepayahualco, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2014. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

DON AGUSTÍN Y DON GUADALUPE: LA VOZ DE LOS CONSTRUCTORES

Éstos son los secretos del oficio, muchas veces de eso depende la calidad de la obra... de la calidad del oficio... como las cocineras también, como sofreír algunos condimentos para que el guisado sea más rico.

Agustín Cervantes Cruz

En el caso específico de la documentación de este sistema constructivo, el trabajo de campo y en especial las entrevistas con los maestros constructores de la comunidad de Tepayahualco fueron fundamentales, ya que la información disponible sobre esta tradición es prácticamente nula. Gracias a ellos esta cultura constructiva ha podido comenzar a documentarse, y, aunque aún se practica en la comunidad, conocerla y registrarla a detalle permitirá contribuir a su en-



▲ Resumen gráfico del proceso constructivo de la tapia. LABPYSCT.
Crédito: Diego Andrés García Ruiz.

riquecimiento mediante dos maneras de aproximarse a la realidad: la empírica de la práctica cotidiana, y la académica, a través del estudio sistemático de los fenómenos. Esta combinación permitirá, por medio de la convergencia de sabidurías tradicionales, el conocimiento aportado por la ciencia, la valoración social de aprendizajes y la incorporación de posturas combinadas, encontrar soluciones contextualizadas mucho más sostenibles en términos sociales, económicos, técnicos y ambientales en el campo de la arquitectura.

En Tepeyahualco tuvimos la gran fortuna de contactar al cronista de la comunidad, don Agustín Cervantes Cruz, quien fue nuestro guía durante la documentación de estas tapias. También pudimos entrevistar, gracias a él, al maestro Guadalupe Reyes Blas, quien construyó una tapia para que pudiéramos videograbar el procedimiento constructivo con todo detalle.

Para comenzar, don Agustín nos da una descripción general de las tapias de Tepeyahualco:

Pues es una forma tradicionalista de estas regiones. Primero, la gran cantidad de piedra poma que se maneja en la región, tenemos mucha piedra poma de diferentes calidades. También se maneja el tezontle rojo, el tezontle negro... Entonces, la forma tradicional aquí... para la construcción, por lo rápido, por lo económico... es la tapia. La tapia es un encofrado que se hace de acuerdo a las necesidades que el usuario pida, se hace el encofrado por lo regular de 2.50, 2.40 m de largo por 1.40 m de



▲ Agustín Cervantes Cruz, cronista de Tepeyahualco, y Guadalupe Reyes Blas, maestro constructor. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

alto, 1.50 m... Se procede a hacer una mezcla de piedra poma, lo que le llamamos aquí tepezil, algunos le llaman chalte. Aquí se produce mucha cal y la tapia se hace del excedente de la cal, que se mezcla en una proporción de 8 de botes de piedra poma por 8 botes de cal, digamos, y se procede a hacer el encofrado, alineándose y verticalmente a plomo. Se procede a llenar el encofrado, se va vaciando y se va apisonando, con una especie de herramienta, que le llamamos aquí pisón, que puede ser un palo con mango o un tubo con un fierro plano en el otro extremo y dándole golpes hacia abajo, de tal modo que quede muy comprimido, que de eso va a depender su dureza... y también tenemos el otro método que se llama de tezontle, que es la espuma de la lava que se va fragmentando en diferentes medidas y también se procede igual a hacer la misma proporción... e igual, se va comprimiendo, se usa el encofrado, se comprime y es el mismo procedimiento, igual que el de la piedra poma.⁹

En la entrevista que tuvimos con don Guadalupe Reyes, maestro constructor de tapias en la región, pudimos extraer el procedimiento paso a paso. Para realizar una tapia con estas características, en primer lugar se acostumbra hacer la mezcla, ya que ésta suele usarse también para fijar las piedras que componen la cimentación de la tapia. Como ya se mencionó en el apartado anterior, la mezcla típica se compone de cuatro materiales: dos tipos de rocas, la piedra

poma y el cacahuatillo, barro y un subproducto de la fabricación de cal, llamado coloquialmente en la región *excedente de cal* o *granzón*: “Este tipo de construcción lleva... granzón, lleva hormigón o cacahuatillo... es lo mismo... piedra poma; [estos materiales] llevan proporciones iguales... y lleva barro... lleva un 30% nada más de barro”.¹⁰

La selección del excedente de cal o granzón es clave en la fabricación de estas tapias, ya que al ser un producto residual del proceso de calcinación de la roca caliza, su composición no es homogénea, pues contiene trozos de cal viva (óxido de calcio) que no alcanzaron a hidratarse adecuadamente y también trozos de cal hidratada (hidróxido de calcio) que a simple vista son iguales, pero se requiere experiencia para identificarlos¹¹ (ver página 138). Don Guadalupe explica que ambas sustancias se ven como pequeños puntos blancos en el material, pero para distinguirlos es imprescindible palparlos, ya que la cal viva aún está dura y la cal apagada es posible deshacerla con los dedos: “Veo mi material y empiezo a buscarle, aquí encuentro una piedra dura y digo no, no sirve, si esta piedra yo la veo que ya, ya se apagó, ya está blandita”.¹² Saber distinguir es crucial, pues incorporar trozos de cal viva sin hidratar puede resultar en el colapso de la tapia:

Se da uno cuenta en que la piedra que yo le llamo viva ya esté apagada, porque si yo encuentro una piedra... que todavía esté así, dura, ésa es la que me va a reventar con el tiempo, y eso va a hacer que mi trabajo me lo tire, entonces cuando yo veo que ya el material, ya la piedra, ya está, ya se deshizo, ya se puede trabajar... ya haciendo un trabajo bien hecho, es un material muy resistente.¹³

Este fenómeno se explica porque el óxido de calcio, es decir la cal viva, tiene un volumen menor que aumenta al hidratarse. Según Sámano,¹⁴ el óxido de calcio al hidratarse aumenta su volumen en un 20% aproximadamente. Así pues, al quedar partículas de cal viva sin hidratar dentro del muro, al entrar en contacto con la humedad expandirán su volumen y pueden provocar fenómenos de ruptura llamados “palomeo del muro”¹⁵.

Respecto a la limpieza de los materiales, don Guadalupe observa que es necesario que estén libres de materia orgánica, ya que ésta, si queda atrapada en la tapia, con el tiempo se pudre y deja un hueco en el muro que puede debilitarlo: “Esto con el tiempo se pudre, entonces esto queda en el muro hueco, mire... o que lleve cualquier tipo de basura eso hace que el material... pierda su calidad, su fuerza”.¹⁶



▲ En la esquina superior izquierda de la tapia se observa el fenómeno conocido como "palomeo del muro". Tepayahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

Al hacer referencia a la importancia del tamaño de los materiales, el maestro confirma lo que ya es conocido para el correcto funcionamiento de la tierra compactada; esto es, tener una adecuada variedad granulométrica que permita que las partículas traben entre sí: "No importa el tamaño, entre más chico y grande vaya es mucho mejor... estamos mezclando estos tipos de tamaños, mire, son completamente diferentes, esto hace que todo se vaya compactando bien".¹⁶

Respecto a las características del barro que se utiliza en estas tapias, el maestro hace alusión principalmente al color, recurso que utiliza la mayoría de las culturas constructivas documentadas en el laboratorio: "El barro que es de buena calidad es un barro como renegrado, es el barro que es muy bueno. Hay un tipo de barro que es como amarillento, ése pues no, no tiene la misma calidad que éste que está como negro. El barro amarillo no, no tengo aquí para mostrárselos, pero el barro amarillo es... más bofo y hace que la barda quede frágil".¹⁷

Una vez seleccionados los materiales, se procede a mezclarlos. Es importante hacerlo primero en seco, ya que "si los mojo primero, se me apartan... ya no se revuelven bien".

Y ya que están mezclados uniformemente, se procede a humedecerlos. Enseguida, algunas palabras del maestro Cervantes al respecto:

Color parejo... Ajá, ése también a mí se me figura que está bien mezclado, porque luego, a veces, hay partes en que se ve más una cosa que otra, entonces no, no está bien revuelto. Ahorita vamos a distenderlo otra vez pa' poderlo mojar... hasta que uno vea que ya está bien. No tiene medida porque a veces está más húmedo (el material), a veces más seco, entonces es ahí donde nos varía la humedad, ahorita está húmedo, se va a llevar menos (agua), entonces, por eso, no les puedo dar una exactitud... Sí, sí, a puro ojo." Al tanteo... Bueno, técnicamente debe llevar un porcentaje, pero más o menos es un porcentaje de un... un 5% en proporción con la demás mezcla.¹⁸

Durante el proceso de fabricación de la mezcla, ambos maestros hicieron hincapié en la cantidad de agua, que resulta crucial para fabricar una buena tapia con

- ▼ Mezcla de materiales en seco, donde puede apreciarse la gran variedad granulométrica que permite una mayor trabazón de los elementos que dan más solidez al muro. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.





▲ Prueba para identificar la cantidad exacta de agua de la mezcla. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

156

el fin de que pueda ser desmoldada en el momento que acaba de llenarse: “Una vez terminando de rellenar el encofrado, se puede descimbrar en el acto, por eso es muy importante la cantidad de agua que se le aplica. De esto dependen el éxito y la rapidez”.¹⁹ Aquí es importante señalar que, al igual que las tapias de tierra, se hace una sencilla prueba de campo a la mezcla ya humedecida, tal como lo explica don Agustín: “Se trata de usar la menor cantidad de agua, nada más que quede una mezcla homogénea... que al tomar una porción de la mezcla en las manos y apretarla, no escurra agua y queden los materiales cohesionados”.²⁰

En el mismo contexto, con respecto a las diferentes combinaciones de materiales que se dan en la zona, don Agustín explica que también puede sustituirse el excedente de cal por cal hidratada de bulto:

Sí, mire... lo de la cal puede hacerse con cal hidratada de bulto, y también se puede usar la misma proporción que ocupar ocho latas de materiales por un bulto de cal y se procede a revolver homogéneamente y también a humedecer. La más poca agua que se pueda llevar, para que, como le decía yo, haya rapidez a la hora de descimbrarlo... También se puede mezclar el barro con la piedra poma y con la cal y eso le da más dureza todavía.²¹

En cuanto a la diferencia de resistencia entre las distintas combinaciones de los materiales de las mezclas, don Agustín nos contó una anécdota que ilustra con claridad cómo es que a través de la experiencia y la observación se va consolidando el conocimiento: “Sí es un poco más fuerte el tezontle, lo hemos calado cuando le dan balazos a la pared. Hay más penetración de una bala en una de poma que en la de tezontle”.²²

Respecto de la cimentación, ésta puede hacerse de roca volcánica o también de roca caliza, que abunda en la región. A decir de don Agustín:

En estas regiones se utiliza piedra volcánica porque es la que más abunda. Hay mucha piedra volcánica porque... cualquier casa que busque, sus cimientos van a ser de piedra volcánica y también se ocupa la piedra caliza, porque todos los cerros que tenemos aquí son de caliza y también se usa, ya sea para fabricar cal o para la construcción.²³

En relación con la forma de cohesionar las rocas utilizadas en el cimiento, en la comunidad existen dos maneras de hacerlo. Por un lado, Agustín Cervantes explica que pueden unirse con una mezcla de barro que en ocasiones se combina con cal; por su parte, don Guadalupe Reyes explica que el cimiento debe hacerse de roca volcánica que se combina con la mezcla utilizada para hacer las tapias, una capa de piedras y otra de mezcla que se apisona sobre la capa de piedra:

Mire, éste es mi nivel, aquí hago un empedrado, pura piedra... piedra volcánica, sí, le echo material [refiriéndose a la mezcla de la tapia ya descrita], lo extiendo y lo apisono... y le echo otra tanda de piedra, igual, y le vuelvo a echar material de éste para que llegue yo a esto [refiriéndose al nivel previamente establecido], ya estando a esta altura pongo mi molde, ya... de ahí me desplanto de alto, con lo que yo quiera poner arriba.²⁴

En torno a las herramientas necesarias para hacer la tapia, don Agustín comenta lo que sigue:

Mire, para hacer este tipo de construcciones, se utilizan un hilo cáñamo, hilo de plástico para tirar reventones, para alinearse, una plomada para ponerlo exactamente a 90 grados, dar la verticalidad correcta... un nivel de mano y un nivel de madera para sacar reventones a nivel y sacar bardas también a nivel y... un pisón, que es, como le decía yo al principio, un tubo con un fierro soldado en el extremo para comprimir el



▲
Excavación de cimentación y tendido de piedra volcánica.
Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Septiembre de 2015. Crédito:
Ángeles Vizcarra de los Reyes.



▲
Encofrado usado en la región. Tepeyahualco,
Puebla. LABPysCT. Septiembre de 2015. Crédito:
Ángeles Vizcarra de los Reyes.

158

material, o pues puede ser un palo con mango también en el otro extremo para irlo comprimiendo. Ésas son las herramientas que se necesitan y pues lógicamente una pala, botes para irlo llenando, porque eso no se puede llenar con carretilla.²⁵

El espesor de la tapia oscila entre 20 y 30 cm. Las tapias que fabrica don Guadalupe son de 22 cm de ancho, y el molde se sujeta mediante espárragos que cruzan toda la tapia. Adicionalmente, utiliza puntales diagonales para evitar que el cajón se mueva debido a los golpes del apisonamiento: "Mire ésta, una tarima... la conocemos como una hoja, segunda hoja, y está compuesta por tablas, los que van aquí son los tornillos. Aun así, aparte de los tornillos, todavía le pongo puntales... Para que a la hora de estar compactando no se mueva".²⁶

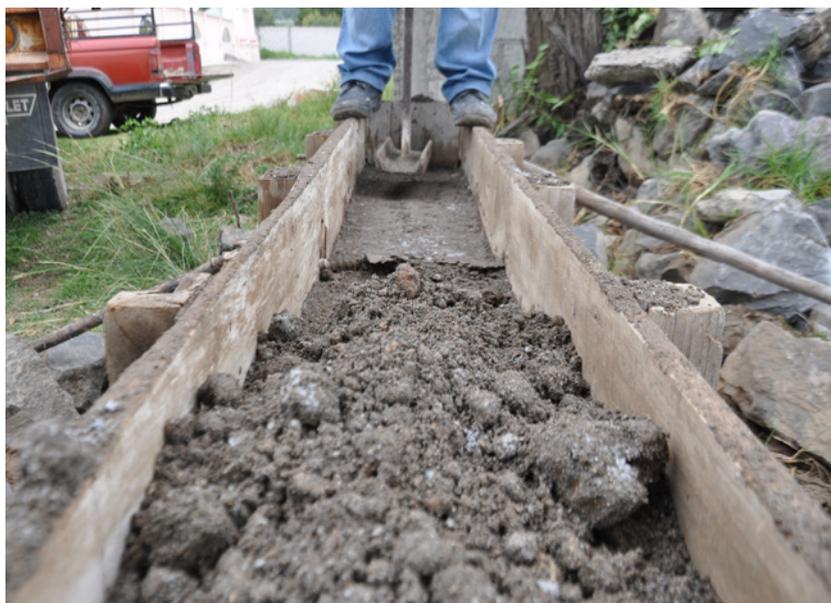
Antes, el proceso se hacía así, con los cajones, pero se enterraban unos palos largos, los morillos, luego con una reata por arriba se tensaban... Pero ya nos hemos modernizado un poco. Bueno, más que nada es para hacerlo rápido, más práctico.²⁷



▲ Vaciado de la mezcla en el molde alternando el sentido. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

Una vez armado el cajón, se procede a verter la mezcla dentro del mismo. Antes de hacerlo, es necesario mojar el molde para que ésta no se adhiera y para evitar que la madera absorba su agua. Para vaciarla, es necesario hacerlo en ambos sentidos: “Le echas la mitad para un lado y la mitad para el otro, para que la piedra grande baje... Para que las piedras grandes no se carguen a un solo lado, para que las piedras se vayan pa’ allá y pa’ acá. Que vaya revuelto, todo revuelto también”.²⁸

Así pues, la mezcla se vierte y compacta en capas de 20 cm: “En capas, le digo, más o menos en capas de 20 cm, para que la compactación sea ideal, una compactación normal es ésta. Si la echo más gruesa ya no compacto lo mismo”.²⁹ Respecto del apisonado, don Guadalupe expresa que es necesario limpiar el pisón constantemente, porque la argamasa se adhiere y disminuye la efectividad del trabajo, ya que esta adherencia amortigua los golpes. Ante la pregunta sobre qué tanta fuerza es necesario aplicar, el maestro explicó que basta con dejar caer el pisón y subrayó la importancia del golpeteo rítmico: “Es con el mismo peso [de la herramienta], la compactación está en que sea uno constante... es así como uno va compactando bien”.³⁰



▲ Apisonamiento de la tapia. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

160

Otro de los secretos del oficio consiste en saber escuchar el sonido del pisón sobre la tapia, para advertir cuándo ha sido suficiente el apisonado: "Aquí ocupamos mucho el sonido, no suena igual aquí que aquí, cuando ya se oye como hueco, ya está listo... y aquí no se oye".³¹ Tal como afirma Pallasmaa, en las culturas tradicionales "aprehender una habilidad es fundamentalmente una cuestión de mimesis muscular corporal adquirida mediante la práctica, en lugar de ser un aprendizaje conceptual y verbalizado".³²

Una vez llenado el cajón, se procede a descimbrar. Para hacer el siguiente bloque, en este tipo de tapias es necesario dejar un espacio equivalente al tamaño de una tapia, con el fin de permitir que seque el primer bloque, ya que, a diferencia de las tapias de tierra, es necesario dar tiempo para que la reacción química entre los elementos resulte exitosa:

Si se hace con poca agua mezclándolo bien, se puede descimbrar a la hora que se termina de llenar el encofrado, se procede a descimbrar y queda una especie



▲ Proceso de descimbrado de la tapia terminada. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Septiembre de 2015. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

de block gigante, y al seguir se deja [un espacio], se hace uno sí y uno no, uno sí y uno no, para no molestar al primero y continuar con el segundo. Una vez que ya adquirió dureza el primero, se regresa uno llenando los otros espacios que han quedado huecos.³³

Exactamente, para no lastimarlo, por eso ahorita dejé el hueco, ahí cabe uno, dejé la distancia para uno... al otro día, ya nomás voy a puro empalmar, es más rápido, ya no plomeo, ya nomás aprieto, para no lastimarlo, porque luego con estar apisonando se va, como está fresco se desmorona.³⁴

Para hacer la siguiente hilada de bloques en la parte superior, se colocan cuatro puntales que sostienen la cimbra. Don Guadalupe explica el procedimiento a detalle:

Pongo un puntalito a esta altura, otro acá, cuatro puntalitos, y ahí me lo detiene, en lo que con otro puntal más grande detengo arriba, sí, el segundo es más fácil de poner, sí, porque nada más pongo mis puntales y los subo y ya tengo la base. Aquí

- ▼ En esta imagen se observan los puntales referidos para sostener la cimbra. También se aprecia el uso de un encofrado metálico. Tepeyahualco, Puebla. LABPysCT. Agosto de 2016. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.



no, porque tengo que ver que vaya en línea y ya el otro no, porque ya el otro mismo me manda... pero mire, si quiere uno encimar otro, está bien así como está, entre más disforme quede [refiriéndose a la superficie irregular de la tapia al terminar de llenar el encofrado], la compactación del otro es mejor.³⁵

Con respecto a la altura de los muros, en la comunidad se encontraron edificaciones de hasta tres tapias apiladas sin refuerzo; es decir, una altura aproximada de 3 m.

En referencia a los acabados, don Guadalupe nos explicó que las bardas pueden revocarse o dejarse aparentes, pues el material es muy resistente: "Las bardas que he hecho no las han revocado y ahí están".³⁶ También aportó un dato curioso sobre la lluvia, a partir de un cuestionamiento sobre las consecuencias de la falta de revoques: "Sí, sí le afecta, más adonde hay salitre, sí se carcome de abajo, pero a través de los años... fíjese que la lluvia, si ahorita llegara a lloviznar, lo llega a endurecer pero bastantísimo. ¿A qué se debe que la lluvia hace que se endurezca? Quién sabe..."³⁷ Este fenómeno es el mismo que se presenta en el curado del concreto y en incipientes experimentos de laboratorio; hemos descubierto que el curado progresivo de las mezclas aumenta la resistencia de las tapias, reduciendo los agrietamientos que se presentan cuando secan abruptamente.

A decir de don Agustín, los revoques suelen ser de cal con arena. A la lechada final le agrega sal para fijar la cal. En ocasiones, se añade una capa inicial de baba de nopal como impermeabilizante. El aplanado debe aplicarse preferentemente cuando la tapia está aún fresca para una mejor adherencia. "Si lo siente fresco ahorita es mejor, porque hace un solo cuerpo, lo penetra, y ya seco pues hay que mojarlo, pero entre más fresco se revoque, es mejor", comentó don Guadalupe.

Finalmente, con respecto a la manera tradicional de realizar las cubiertas de las edificaciones, don Agustín nos relató lo siguiente:

[...] de acuerdo con lo tradicional de acá, se utiliza mucho la catalana, que es un envidado de madera, tejamanil o tabla, que se va colocando y luego arriba, ya una vez que se colocó esta estructura de madera... ahora se procede a colocar una tendida de hormigón [cacahuatillo] y luego una tendida de barro, esa arcilla que le decía yo, y luego una mezcla de piedra poma con cal, e igual comprimiéndola... se procede a darle un acabado de un revoco con cal y hacerle unos derrames, para darle salida al agua. Se le deja una inclinación de 40 a 30 cm en 4 m... por lo regular aquí se utiliza



▲ Tapia en El Fuerte de la Unión. Tepeyahualco, Puebla. LABPYSCT. Agosto de 2014. Crédito: Ángeles Vizcarra de los Reyes.

mucho el oyamel, ocote o sabino. El sabino es un equivalente del roble blanco... Y el tejamanil consiste en especies de astillas que se sacan, digamos, en cuarterones... se coloca el trozo y se raja, y lo que raja eso es el tejamanil, que es lo que se pone de soporte para el techo... de la misma especie... sí, de pino, de oyamel, de ocote. Que el ocote por la resina le da más resistencia al paso del tiempo, porque no deja penetrar polilla, por eso es que se hace uno la pregunta: ¿cómo es posible que tenga tantos años esta madera? Precisamente por la resina que es una autodefensa... [las maderas] son de la zona aledaña, aquí hay un lugar... aquí adelante, que se llama Oyameles, precisamente. Se caracteriza por tener mucha madera. Aquí hay otro lugar, ya en el estado de Veracruz, que se llama Las Vigas... cerca de Perote y Jalapa... como ya sabe, lo más caro de la construcción es el techo³⁸

Con respecto a la transmisión de la tradición, don Guadalupe afirma que aún se sigue construyendo con esta técnica, sobre todo en bardas para delimitar los terrenos: "Sí, todavía, por lo regular, en bardas, bardas... este, puede verse ahí. Este, sí se sigue ocupando ese proceso, inclusive ahorita se ocupa más por la rapidez, lo barato y lo fácil de los materiales".³⁹ A pesar de señalar que se sigue construyendo así, también es consciente de los cambios de nuestro tiempo:

Pues es que ya, a través del tiempo, uno va cambiando las ideas y las formas de pensar, porque antes unos decían: estas bardas quedan muy buenas, y otros decían: no, mejor me voy al block, y pues en realidad el block, ahí, estoy viendo ahí, está partido, y aunque tiene cadenas y tiene castillos está partida la barda, y ésta, en terrenos firmes, es muy difícil que se parta, a pesar de que los tramos son grandes, era pa' que se partiera más rápido, ¿verdad?, pero no, esto no se parte tan fácil. Por eso, la forma de pensar que muchos tienen, luego muchos dicen: para qué voy a hacer algo que se va a caer, pero no, es mentira, no se cae así tan fácil".⁴⁰

En cuanto a las líneas de aprendizaje, don Agustín relata que esta herencia se transmite de generación en generación, al igual que en todas las culturas tradicionales: "Los abuelos lo transmiten a los hijos y a los nietos y así se va. Es parte de la cultura que caracteriza la región".⁴¹ También la transmisión se da a través de los practicantes del oficio:

Cuando el trabajo es grande, yo busco algunos compañeros y lógicamente ya saben algo, pero se le busca la maña, el secreto para hacerlo rápido. En el secreto está el oficio. Todos los oficios tienen ciertos secretos que los hacen facilitarse. Entonces,

ya una vez que se le enseña a los compañeros, a los ayudantes, después se vuelven más diestros, más que uno, sí...⁴²

En este sentido, don Guadalupe se expresa sobre la manera en que él aprendió y cómo ha ido perfeccionando la técnica a través de la experiencia:

Acá mismo, sí, aprendí con otras personas que vinieron a hacerlo, sólo me fijé cómo le hicieron, y que me hago mi molde y le intenté y sí me salieron, pero aquí mismo aprendí, haciendo y a través de la experiencia... Porque estas mezclas las fuimos aprendiendo a través del tiempo... no las hice luego luego, a la primera, no... antes le echábamos arena, y empezamos a echarle el barro y vimos que funcionaba mejor con el barro, así quedan más macizas... Porque ya entre el barro y el granzón [excedente de cal] hacen una mezcla muy dura, sí... Aquí si queremos pegar tierra con barro y granzón, queda bien, y por eso le empezamos a aplicar el barro".⁴³

Por último, don Guadalupe advirtió que, poco a poco, esta técnica irá desapareciendo, principalmente por lo pesado del trabajo y por la lentitud en comparación con la manufactura del block de cemento. A pesar de las ventajas y las virtudes que el propio maestro destaca de su trabajo, y de su saber a lo largo de la entrevista, al final persiste la devaluación de las técnicas locales y de los materiales disponibles en la localidad, que prácticamente son gratuitos y que hemos identificado como una constante a lo largo del desarrollo de las investigaciones desarrolladas por el LABPYSCT. Es tarea nuestra ayudar a que estas técnicas sean nuevamente valoradas y aprovechadas con todo el potencial que tienen, así como combatir el desprecio por los materiales locales y por el conocimiento ancestral construido a lo largo de siglos de experimentación. Es fundamental también contrarrestar la pérdida de escenarios de aprendizaje como el que tuvimos la oportunidad de experimentar en Tepeyahualco. De tal suerte, las palabras de cierre del maestro deben motivarnos antes que conducirnos a la resignación: "Ya es cada vez menos, sí, ya no como quiera llegan a ocuparnos para trabajar de esta forma, sí, ya no. A pesar de que sí ha dado resultado aquí este tipo de bardas, no nos las piden mucho".⁴⁴

APRENDIENDO DE LAS TAPIAS DE TEPEYAHUALCO

La riqueza del intercambio de saberes que tuvimos con los habitantes de Tepeyahualco es un ejemplo de lo que puede lograrse para evitar que los escenarios de aprendizaje de las sabidurías tradicionales sigan extinguiéndose.

Así pues, estuvo a nuestra disposición una vivencia directa sobre la manera en que estas tradiciones constructivas se transmiten, lo que nos permitió valorar en toda su dimensión una experiencia de aprendizaje valiosísima. En este caso, fue posible poner en práctica la visión integral de estudio que permea el trabajo del LABPYSCT, ya que logramos tener una inmersión directa que permitió dejar de lado nuestra postura como observadores externos del fenómeno. Dejar esta postura, o al menos haberlo intentado, nos permitió entender las dinámicas de aprendizaje y transmisión de conocimientos que subyacen en estas tradiciones, moderando en nosotros la tendencia a la imposición de valores y prejuicios que en ocasiones se tiene, casi inevitablemente, desde la academia. Este hecho permitió frenar la tentación de imponer puntos de vista y “soluciones” ajenas a la comunidad; por el contrario, pudimos aprender lecciones de gran valor para nosotros en torno a los saberes que allí se resguardan, así como conocer de cerca la arquitectura vernácula y sus técnicas al entrar en contacto con sus habitantes y cultura. Todo esto nos llevó a comprender de mejor manera su razón de ser.

Esta forma de abordar el fenómeno de estudio nos acercó a una realidad que pocas veces es contactada, lo que permitió generar un cambio de perspectiva que ha detonado procesos de comprensión, valoración y respeto por otras maneras de entender el mundo muy significativas. Asimismo, logró reforzar y permear en todo el trabajo del LABPYSCT y no sólo en la investigación respectiva.

Estos estudios, y los subsecuentes que estamos desarrollando en el LABPYSCT mediante experimentos con las distintas combinaciones de los materiales en estas tapias, los cuales serán publicados en los siguientes tomos de la colección de avances de investigación de la iniciativa, pretenden ser complementarios a las sabidurías que posee la comunidad, pues al no proponer alteraciones sustantivas a la cultura constructiva es posible llevar a cabo modificaciones modestas que pueden redundar en beneficios que potencien el sistema. En este caso, en cuanto a posibilidades técnicas respecto de mejoras en la dosificación de las mezclas, sin alterar los contextos en que se desarrollan.

La siguiente fase, en la que se llevará a cabo un intercambio de conocimientos entre nuestros hallazgos técnicos y las prácticas locales, permitirá corroborar y estudiar qué tan factible es la asimilación de estos resultados en las prácticas tradicionales. Si estos intercambios resultan positivos, el trabajo de investigación será doblemente fructífero, ya que dos maneras de aprehender el mundo, aparentemente antagónicas, se podrán enriquecer mutuamente y retroalimentarse.

Como reflexión final, el conocimiento aportado por la academia, la valoración social de aprendizajes y la incorporación de nuevas posturas combinadas pueden ayudar a encontrar soluciones adecuadas y contextualizadas para vivir de mejor manera y contribuir a hallar, poco a poco, caminos orientados a propuestas sostenibles en nuestro ámbito de estudio, la arquitectura.

AGRADECIMIENTOS

De antemano agradecemos infinitamente la cordial comunicación que pudimos establecer con los maestros constructores de Tepeyahualco, Agustín Cervantes Cruz y Guadalupe Reyes Blas. A don Agustín, cronista de la comunidad de Tepeyahualco, agradecemos su paciencia y generosidad desde el primer día que llegamos a la comunidad, ya que además de compartirnos su experiencia y conocimientos, así como guiarnos durante la documentación en campo, nos proporcionó muestras de los materiales constructivos empleados en las tapias de la localidad y nos contactó con el maestro Guadalupe Reyes para poder registrar, mediante fotografías y video, el proceso completo de construcción de una tapia. A la vez, agradecemos a don Guadalupe su generosidad para compartir su sabiduría y su infinita paciencia para resolver todas nuestras dudas durante la entrevista. Sin su ayuda, éste y otros trabajos desarrollados en el LABPYSCT no hubieran podido desarrollarse.

168

También agradecemos profundamente a los alumnos que han colaborado en el LABPYSCT, ya sea en la documentación en campo, la corrección de textos o la elaboración de material gráfico.

NOTAS

1. Agustín Cervantes Cruz, Ángel García Cook y Vinicio Limón Rivera, *Tepeyahualco: identidad de un pueblo* (Puebla: Secretaría de Educación Pública, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2014).
2. Francisco Muñoz Espejo, "Camino Real de Veracruz-México. Por las veredas de la historia", *Revista patrimonio cultural y turismo* 15 (2006): 210-223.
3. Ángel García Cook, "Cantona", en *Tepeyahualco, identidad de un pueblo*, Cervantes Cruz et al. (Puebla: Secretaría de Educación Pública/Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2014), 13-15.
4. María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes, *Las tapias de la región de Tepeyahualco, Puebla, como alternativa para el rescate y actualización de sistemas constructivos tradicionales* (tesis de doctorado, Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, 2019), 35.
5. Cervantes Cruz, García Cook y Limón Rivera, *Tepeyahualco: identidad de un pueblo*, 34.
6. Las puzolanas son materiales que en sí mismos no poseen propiedades cementantes, pero que reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio (cal hidratada) al encontrarse finamente divididos y en presencia de agua, a temperatura ambiente. Deben su nombre a una ceniza volcánica empleada por los romanos en la provincia de Pozzuoli, Italia, hace más de 2 000 años. El término se generalizó para los suelos y rocas volcánicas con características similares. Así, una reacción puzolánica se define como un conjunto de fenómenos que transforman una mezcla de puzolana, hidróxido de calcio (cal hidratada) y agua, en un material compacto de aspecto pétreo. Vizcarra de los Reyes, *Las tapias de la región de Tepeyahualco*, 87 y 91.
7. Vizcarra de los Reyes, *Las tapias de la región de Tepeyahualco*, 62.
8. Rosario Tovar, *La cal. Ciencia, tecnología y arte* (México: Editorial Trillas, 2016), 93.
9. Agustín Cervantes Cruz, entrevista realizada el 4 de diciembre 2014, acervo del LABPYSCT de la Facultad de Arquitectura de la UNAM.
10. Guadalupe Reyes Blas, entrevista realizada el 5 de septiembre de 2015, acervo del LABPYSCT de la Facultad de Arquitectura de la UNAM.
11. Para profundizar en el conocimiento de los procesos de fabricación de cal, ver Tovar, *La cal*, 2016.
12. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
13. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
14. Marlene Sámano, *Diseño, elaboración y evaluación de morteros de cal aérea formulada. Perspectivas para la restauración sostenible de bienes culturales inmuebles* (tesis de maestría, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, INAH, 2018), 51.
15. Olga Cazalla, citada por Sámano en *Diseño, elaboración y evaluación de morteros*, 53.

16. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
17. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
18. Agustín Cervantes, entrevista, septiembre de 2015.
19. Agustín Cervantes, entrevista, septiembre de 2015.
20. Agustín Cervantes, entrevista, septiembre de 2015.
21. Agustín Cervantes, entrevista, diciembre de 2014.
22. Agustín Cervantes, entrevista, septiembre de 2015.
23. Agustín Cervantes, entrevista, diciembre de 2014.
24. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
25. Agustín Cervantes, entrevista, diciembre de 2014.
26. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
27. Agustín Cervantes, entrevista, septiembre de 2015.
28. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
29. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
30. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
31. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015. Estos sonidos fueron registrados en el video de la entrevista, que puede consultarse mediante las cápsulas publicadas en la página web del LABPysCT: <https://arquitectura.unam.mx/procedimientos-y-sistemas-constructivos.html>.
32. Juhanni Pallasmaa, *La mano que piensa: sabiduría existencial y corporal en la arquitectura* (Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2012), 132
33. Agustín Cervantes, entrevista, diciembre de 2014.
34. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
35. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
36. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
37. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
38. Agustín Cervantes, entrevista, diciembre de 2014.
39. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
40. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
41. Agustín Cervantes, entrevista, diciembre de 2014.
42. Agustín Cervantes, entrevista, diciembre de 2014..
43. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.
44. Guadalupe Reyes, entrevista, septiembre de 2015.

BIBLIOGRAFÍA

- Cervantes Cruz, Agustín, Ángel García Cook y Vinicio Limón Rivera. *Tepeyahualco: identidad de un pueblo*. Puebla: Secretaría de Educación Pública, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2014.
- García, Ángel. "Cantona". En *Tepeyahualco, identidad de un pueblo*, Cervantes Cruz et al., 13-15. Puebla: Secretaría de Educación Pública, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2014.
- Muñoz, Francisco. "Camino Real de Veracruz-México. Por las veredas de la historia". En *Revista patrimonio cultural y turismo* 15, 2006.
- Pallasmaa, Juhanni. *La mano que piensa: sabiduría existencial y corporal en la arquitectura*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2012.
- Sámamo, Marlene. *Diseño, elaboración y evaluación de morteros de cal aérea formulada. Perspectivas para la restauración sostenible de bienes culturales inmuebles*. Tesis de maestría, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, INAH, 2018.
- Tovar, Rosario. *La cal. Ciencia, tecnología y arte*. México: Editorial Trillas, 2016.
- Vizcarra de los Reyes, María de los Ángeles. *Las tapias de la región de Tepeyahualco, Puebla, como alternativa para el rescate y actualización de sistemas constructivos tradicionales*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, 2019.

Investigación realizada gracias
al Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT IT400317

NATURALEZA EN EL HABITAR

Tradiciones constructivas de barro y piedra

editado por la Coordinación Editorial
de la Facultad de Arquitectura de la UNAM,
se utilizaron la familia Roboto en peso light,
medium, bold y black en 9, 10 y 11 pts.