



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Patrimonio
Mundial

Panasonic apoya
el desarrollo sostenible a través de
la educación y la conservación
del Patrimonio Mundial de la UNESCO



Instituto Nacional de
Patrimonio Cultural

MATERIAL
PEDAGÓGICO



ORIENTACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE INMUEBLES PATRIMONIALES DE TIERRA EN CUENCA



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Patrimonio
Mundial

Panasonic apoya
el desarrollo sostenible a través de
la educación y la conservación
del Patrimonio Mundial de la UNESCO



Instituto Nacional de
Patrimonio Cultural

AUTORES

DIRECCIÓN

Bakonirina Rakotomamonjy

AUTORES

Elisabetta Carnevale

Bakonirina Rakotomamonjy

Enrique Sevillano Gutiérrez

María de Lourdes Abad Rodas

COLABORADORES

Ana Abad Rodas

Álvaro Maldonado Valverde

Germán Pérez Solís

Verónica Rosales Mitte

Luis Felipe Solano Guevara

Christian Tamayo Jara

AGRADECIMIENTOS

GAD Municipal de Cuenca

María Cecilia Achig

Patricio Cevallos

Romain Anger et Laetitia Fontaine

David Gandreau

Hubert Guillaud

Thierry Joffroy

Arnaud Misse

Sébastien Moriset

Impreso en Cuenca, Ecuador

Primera edición, octubre 2015 - 100 ejemplares

FUENTES DE IMÁGENES E ILUSTRACIONES

3

Arnaud Misse, AM

André Roseira, AR

Bakonirina Rakotomamonjy, BR

César Piedra, CP

Diana Piedra, DP

Elisabetta Carnevale, EC

Arquitectos DSA Terre ENSAG, Grenoble (Suilan Hau, Alina Jeronimo, Etienne Samin), EN

Enrique Sevillano Gutiérrez, ES

Frank Stabel, FS

Franz Volhard, FV

Gustavo Lloret, GL

Manolo Salgado Carpio, MS

María de Lourdes Abad Rodas, LA

María Cecilia Achig, MCA

Mariana Gómez, MG

Raed Gindeya, RG

Sébastien Moriset, SM

Estudiantes de Ciudad y patrimonio, Universidad del Azuay, UA

Verónica Rosales, VR

- Junta de Andalucía, 2007, *Guía de arquitectura, Cuenca, Ecuador.*

- Carazas, Rivero, 2002, *Bahareque, Guía de construcción parasismica.*

- Babanedjar, Bois-Soulier, Cornet, Terki, 2007, *Construire avec les Adobes, Les ateliers de bâtisseurs, la matière en grains, de la géologie à l'architecture, CRATerre.*

- Houben Hugo, Guillaud Hubert, Dayre Michel, Bard Pierre-Yves, Perrier Guy, Dath Fabienne, Dethier Jean, 2006, *Traité de construction en terre, Parenthèses, CRATerre.*

Imagen de portada: Edificación en el barrio de El Vado. (AR)

Imagen de contraportada: Elaboración de adobes, transmisión de la cultura constructiva. (ES)



ÍNDICE DE CAPÍTULOS

1. RECORRIDO POR LA ARQUITECTURA DEL CENTRO HISTÓRICO.....	pág. 6
2. CONOCER LA TIERRA.....	pág. 22
3. PRINCIPIOS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA; MARCO LEGAL.....	pág. 34
4. DAÑOS Y CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES DE TIERRA.....	pág. 46
5. DIAGNÓSTICO TÉCNICO.....	pág. 76
6. EJEMPLOS DE INTERVENCIÓN.....	pág. 84
BIBLIOGRAFÍA.....	pág. 97
SERVICIOS E INSTITUCIONES.....	pág. 98

PRESENTACIÓN

La publicación "Orientaciones para la conservación de inmuebles patrimoniales de tierra en Cuenca" se ha realizado en el marco del proyecto promovido por la UNESCO "Movilización de mujeres y jóvenes en la transmisión de las técnicas tradicionales para la preservación de la arquitectura de tierra", 2015, en el Centro Histórico de la ciudad de Cuenca, en Ecuador.

El proyecto se ha desarrollado en el marco de cooperación entre la UNESCO - Centro del Patrimonio Mundial, Unidad de América Latina y el Caribe y CRAterre (Francia) y el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural del Ecuador, institución de referencia. Cuenta con la colaboración del GAD de Cuenca y de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca y con el apoyo de la Fundación Panasonic.

Este documento nace de la voluntad de frenar las malas prácticas que afectan al patrimonio arquitectónico de tierra del Centro Histórico de Cuenca, para preservar lo que queda de su carácter tradicional excepcional, un Patrimonio de la Humanidad único y frágil. Los factores de deterioro son muchos y las dinámicas de cambio muy fuertes; cada edificación que se pierde representa un paso hacia la desaparición de esta riqueza.

La conservación de estas espléndidas estructuras antiguas no se opone a la modernización de la vida y a la mejora de la comodidad de sus habitantes. Sin embargo, deben seguirse ciertas reglas éticas para

evitar la destrucción de los valores culturales que estas edificaciones poseen.

En esta publicación se proponen buenas prácticas para la conservación del patrimonio cuencano y se proporciona orientación sobre las técnicas de mantenimiento y conservación más adecuadas para la arquitectura de tierra. Los materiales modernos, muchas veces de importación, suponen a menudo una agresión a la integridad visual del Centro Histórico, están en general mal adaptados a las estructuras de tierra y esto hace que sean potencialmente muy destructivos. Las tradiciones constructivas preservadas por los maestros albañiles a lo largo del tiempo han demostrado poseer cualidades únicas.

Estas orientaciones constituyen una propuesta pedagógica que merece ser ampliada y profundizada por todos los actores implicados en la conservación del patrimonio de tierra de Cuenca, en un futuro próximo.

La publicación tiene como objetivos:


- Reducir la pérdida de los valores patrimoniales mediante información destinada a los responsables políticos, propietarios y técnicos sobre las ordenanzas vigentes y buenas prácticas de conservación.
- Ayudar a los propietarios, inquilinos y técnicos a

tomar las decisiones correctas para la conservación, transformación y valorización de los inmuebles.

- Mejorar la calidad de la asistencia proporcionando recomendaciones técnicas para las acciones de mantenimiento, preservación o restauración.
- Informar a la comunidad sobre aquellos servicios municipales destinados al apoyo de la conservación de inmuebles patrimoniales de la Ciudad.

El documento está dirigido a todas las personas que deseen realizar obras en el Centro Histórico de Cuenca, patrimonio arquitectónico excepcional del Ecuador y del mundo, pero también a otras personas e instituciones con interés en la conservación del patrimonio construido con tierra:

- Propietarios y habitantes.
- Instituciones (estado central, municipios, regiones, comunidades rurales, autoridades locales, direcciones de Áreas Históricas y Patrimoniales, de Obras Públicas, Comisión de Vivienda y otras).
- Profesionales de la construcción (arquitectos e ingenieros independientes, técnicos, empresas de construcción, artesanos, maestros, albañiles).



El rico patrimonio arquitectónico del Centro Histórico de Cuenca se caracteriza por el predominio de la tierra, presente a través de diferentes técnicas: adobe, bahareque, revoques, cubiertas; cuenta también con ricas decoraciones.

Esperamos despertar la atención del lector en esos detalles que conforman la unidad de la ciudad histórica y representan un saber hacer que es necesario revitalizar.

Muro medianero en adobe. (AR)

1. RECORRIDO POR LA ARQUITECTURA DEL CENTRO HISTÓRICO



*Vista de una calle en
el Centro Histórico
de Cuenca (EC)*

EL PERIODO COLONIAL

Las viviendas del periodo colonial estaban organizadas según la tipología tradicional de la casa andaluza, con patio, traspatio y huerta, rodeados por portales de pilares de madera o pilastras de ladrillo en la planta baja.

Incluso en las viviendas más pequeñas, donde cumplía también una función de huerta, el patio era un elemento esencial, desde el cual se accedía a los distintos espacios.

La viviendas más modestas, por ejemplo en el barrio de El Vado, tenían entre una y cinco habitaciones y, en general, también una tienda, que funcionaba como lugar de trabajo y como residencia para familias con pocos recursos.

La arquitectura tradicional, adaptada en principio a una sociedad agrícola, destinaba una gran superficie dentro de las viviendas al almacenamiento de productos agrarios o artesanales.

Los inmuebles de la gente con menos recursos eran de construcción sencilla, sin ornamentación, con cubierta de una sola agua y un único ambiente.

Al unirse con otros inmuebles formaban conjuntos con características similares.

MATERIALES Y TÉCNICAS

En general, la construcción se hacía en tierra (adobe y bahareque), con grandes paños de muro con vanos de dimensiones reducidas y paredes de baja altura.



*Plano de edificación de la época (Casa de las Posadas)
(Junta de Andalucía, 2007, Guía de Arquitectura, Cuenca, Ecuador)*



CASA AZUL

GRAN COLOMBIA 10-29 Y PADRE AGUIRRE

VALOR PATRIMONIAL

Var (B)

SISTEMA ESTRUCTURAL

Muros portantes de adobe

Estructura de madera

USOS

Comercial, oficinas

PARTICULARIDADES

Alero curvo (entaquillado de carrizo horizontal, amarres de cabuya y clavos de hierro forjado)
Carpintería azul añil (tradicional colocación con azul de metileno, eficaz mata polillas)

Casa Azul (AR)



CASA DE LAS POSADAS

GRAN COLOMBIA 17-42

VALOR PATRIMONIAL

Emergente

SISTEMA ESTRUCTURAL

Muros portantes de adobe y de bahareque

Estructura de madera

USOS

Cultural

PARTICULARIDADES

Piso del primer patio de canto rodado
Cielos rasos y aleros de barro

Casa de Las Posadas (UA)



PRIMER PERIODO REPUBLICANO 1822-1875

Los cambios que se originaron a partir de la Independencia no se reflejaron de manera inmediata en la arquitectura.

Las viviendas modestas conservaban las características del periodo colonial.

Sin embargo, en sus inmuebles las familias adineradas quisieron establecer diferencias mediante tratamientos superficiales en las fachadas, mostrando los beneficios adquiridos a partir de la Independencia.

Por ejemplo, las casonas populares republicanas de las calles Mariscal Sucre y Hermano Miguel utilizan los órdenes clásicos como elementos puramente decorativos: pilastras y columnas embebidas en los muros que se levantan sin basamentos e incluso sin un sustento estructural, dan la impresión de flotar en las fachadas.

Los niveles usados en puertas, ventanas, cornisas, aleros y cubiertas se mantienen de manera homogénea.

MATERIALES Y TÉCNICAS

Los maestros albañiles siguieron construyendo mayoritariamente con los materiales y técnicas tradicionales de la época colonial: adobe, bahareque, tejas y madera.

Plano típico de la época (Hostal Colonial)
(Junta de Andalucía, 2007, Guía de Arquitectura, Cuenca, Ecuador)



HOSTAL COLONIAL

CALLES PADRE AGUIRRE 9-99 Y GRAN COLOMBIA.

VALOR PATRIMONIAL

Var (A)

SISTEMA ESTRUCTURAL

Muros portantes de adobe
espesor 0,60m (interiores) -1,20m (exteriores)

Muros de divisiones interiores de ladrillo
espesor 0,15m

Estructura de madera

USO

Comercial

PARTICULARIDADES

Balcones de hierro forjado

Hostal Colonial (AR)



HOTEL SANTA LUCÍA

CALLES ANTONIO BORRERO 8-44 Y SIMÓN BOLÍVAR

11

VALOR PATRIMONIAL

Var (A)

SISTEMA ESTRUCTURAL

Muros portantes de adobe
espesor 1,20m

Estructura de madera

USO

Comercial

PARTICULARIDADES

Gruesa cornisa con alero
Marquetería de ventanas y puertas
Balcones de hierro forjado

Hotel Santa Lucia (AR)



NEOCLÁSICO FRANCÉS 1875-1935

El desarrollo de las exportaciones de cascarilla y sombreros de paja toquilla llevó a Cuenca a un cambio de materiales y estilos. El rechazo de la cultura colonial y la admiración por lo europeo, especialmente el Neoclásico francés, en una reinterpretación local, se refleja en los edificios de ese periodo. En este tiempo, la construcción de muchas casas estaba dirigida por el propietario.

En el caso de la arquitectura nueva, de dos o más pisos, solo la primera planta servía para almacenamiento y el resto para salones y habitaciones.

La distribución seguía siendo tradicional, con habitaciones alrededor de los patios; por ello, el cuarto de baño y cocina se encontraban bajo un alero hacia la huerta o en el corredor del último patio. Las casas que no tenían servicios higiénicos los improvisaron fuera de ellas o bajo las gradas.

En otros casos, a las viviendas coloniales se añadían fachadas "a la moda francesa", reemplazando completamente las anteriores con nuevos materiales o adornándolas con cornisas, líneas de forjado, marcos de ventanas, muros ciegos y con trabajos en alto relieve.

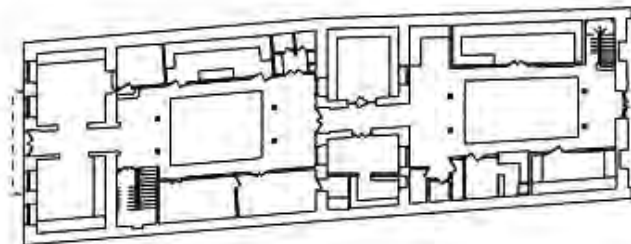
Al inicio de esta época las nuevas casas estaban descontextualizadas y los propietarios buscaban únicamente destacar por encima del resto de la población, pero con el tiempo se inició un proceso de integración armoniosa en el Centro Histórico.

Los barrios especializados en diferentes oficios como El Chorro, Las Herrerías, los Panaderos mantuvieron su arquitectura sencilla, de una sola planta, con un gran contraste formal con las nuevas fachadas pero con una gran integración a nivel de materiales y colores, con adobe, teja y madera.

MATERIALES Y TÉCNICAS

Empezaron a utilizarse nuevos materiales importados; las ventanas ya no se hacían únicamente de madera sólida, sino se añadieron marcos livianos con vidrio importado de Bélgica. El eucalipto reemplazó las especies nativas en vigas, pilares y entablados. El carrizo reemplazó al suro para construir cielos rasos y techos. Se extendió el uso del mármol, extraído de minas locales.

Plano de edificación de la época (Casa del Coco)
(Junta de Andalucía, 2007, Guía de Arquitectura, Cuenca, Ecuador)



CASA DEL COCO

CALLES SIMÓN BOLÍVAR 12-60 Y JUAN MONTALVO

VALOR PATRIMONIAL

Var (A)

SISTEMA ESTRUCTURAL

Muros portantes de adobe

Estructura de madera

USO

Cultural

PARTICULARIDAD

Dinteles decorados con altorrelieves en yeso, cal o ladrillo

PASAJE MATA

CALLES SIMÓN BOLÍVAR 8-28 Y LUIS CORDERO

VALOR PATRIMONIAL

Var (A)

SISTEMA ESTRUCTURAL

Muros portantes de adobe

Estructura de madera

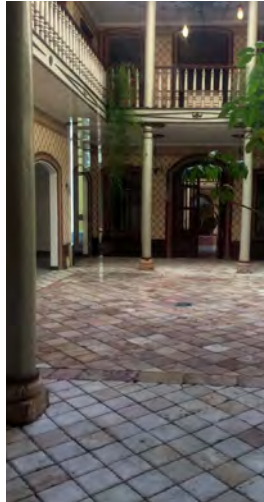
USO

Cultural

PARTICULARIDADES

Vidrios importados de Bélgica; balaústres y latón poli-cromado para cielos rasos de Francia

Fachada Casa del Coco (Junta de Andalucía, 2007, Guía de Arquitectura, Cuenca, Ecuador) y patio (UA)



Fachada Pasaje Hortensia Mata (Junta de Andalucía, 2007, Guía de Arquitectura, Cuenca, Ecuador)



14 ART DÉCO 1930-1940

El Art Déco se plasmó en gran cantidad de fachadas, conservándose las distribuciones interiores tradicionales.

Esta influencia se encuentra en varias zonas, especialmente en torno a la plazoleta de San Francisco, en el inicio de la calle Larga y en las inmediaciones del Monasterio de las Conceptas.

En los primeros edificios de esta corriente, no se utilizaron los elementos clásicos –columnas, frontones– sino que se construyeron escalonamientos para remates de fachadas, cenefas, dinteles de puertas y ventanas.

La reinterpretación del Art Déco exigía la eliminación del alero frontal de los inmuebles, que se sustituía por un remate de la fachada que ocultaba la cubierta de teja inclinada, dando entidad propia al inmueble.

Las fachadas, simétricas y planas, utilizan elementos decorativos geométricos en diferentes planos escalonados, en alto y bajo relieve.

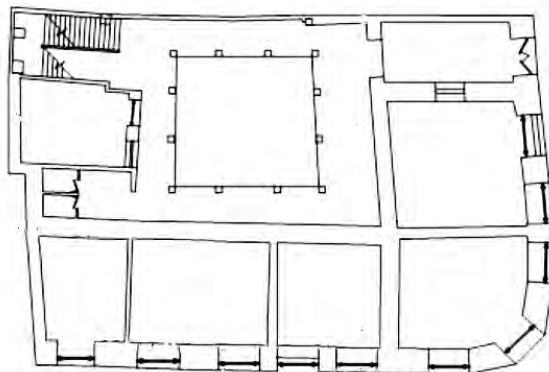
En ese periodo, los diseñadores y constructores eran generalmente los albañiles junto con los propietarios.

MATERIALES Y TÉCNICAS

En algunos casos, solo se sustituyó la fachada utilizando ladrillo y mortero de cal y arena, conservando al interior las paredes de tierra; las nuevas casas se construían totalmente con ladrillo.

El hormigón armado era utilizado para balcones y pequeños aleros; se difundieron las baldosas de cemento decoradas y con diverso colorido para formar mosaicos.

Plano de edificación de la época (Edificio San Agustín) 
(Junta de Andalucía, 2007, Guía de Arquitectura, Cuenca, Ecuador)



CASA TARQUI 7-80

CALLES TARQUI 7-80 Y SUCRE

VALOR PATRIMONIAL

Var (B)

SISTEMA ESTRUCTURAL

Muros portantes de adobe

Bahareque

USO

Habitacional

PARTICULARIDADES

Remate escalonado

Balcón de hierro forjado

CASA TARQUI 6-116

CALLES TARQUI 6-116 Y CALLE LARGA

15

VALOR PATRIMONIAL

Var (B)

SISTEMA ESTRUCTURAL

Muros portantes de adobe

Bahareque

USO

Habitacional

PARTICULARIDADES

Ventanas Art Déco

Balcón de hierro forjado

Fachada. (Fuente: Universidad del Azuay. 2013. El patrimonio edificado en Cuenca. Fotogrametría arquitectural)



Fachada. (Fuente: Universidad del Azuay. 2013. El patrimonio edificado en Cuenca. Fotogrametría arquitectural)



LA TIPOLOGÍA DE LAS EDIFICACIONES CUENCANAS PRESENTA PATIOS Y TRASPATIOS, ALREDEDOR DE LOS CUALES SE DISTRIBUYEN LAS DIFERENTES DEPENDENCIAS O HABITACIONES. ESTOS ESPACIOS CUENTAN A MENUDO CON GALERÍAS CUBIERTAS EN LAS DIFERENTES PLANTAS.

Imágenes de EC y ES

16 PATIOS Y GALERÍAS



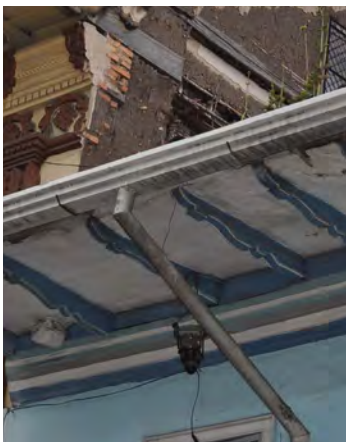
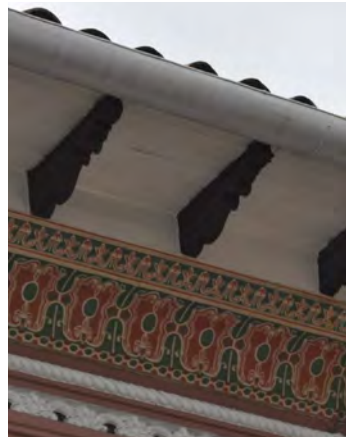
EN LA ARQUITECTURA CUENCANA EL ALERO ES UN ELEMENTO FUNDAMENTAL QUE ENCONTRAMOS EN NUMEROSAS EDIFICACIONES HISTÓRICAS. EN OCASIONES PRESENTA UN DISEÑO CURVO.

Imágenes de EC y ES

ALEROS CURVOS

ALEROS CON CANECILLOS DE MADERA ENTALLADOS

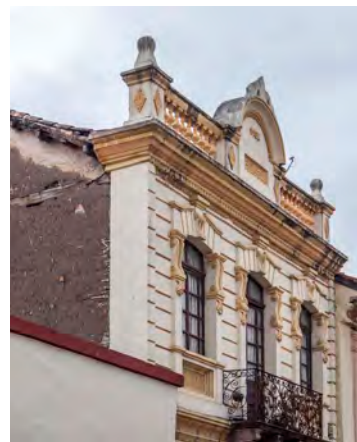
17



LA BALAUSTRADA CORRIDA ES UN ELEMENTO TÍPICO DEL NEOCLÁSICO FRANCÉS CUENCANO. SE TRATA DE UNA FACHADA LEVANTADA HASTA CUBRIR EL ALERO. AL NO HABER ALERO, LA RECOGIDA DE AGUAS SE LLEVA A CABO EN EL ENCUENTRO ENTRE EL TEJADO Y EL MURO DE FACHADA LEVANTADO.

Imágenes EC,ES,UA,AR

18 BALAUSTRADA CORRIDA



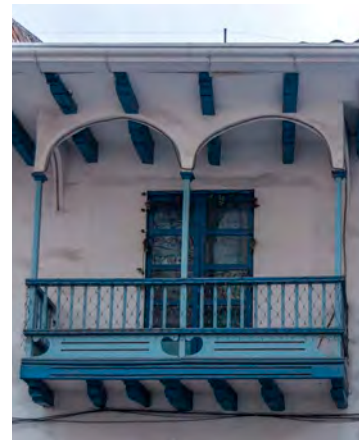
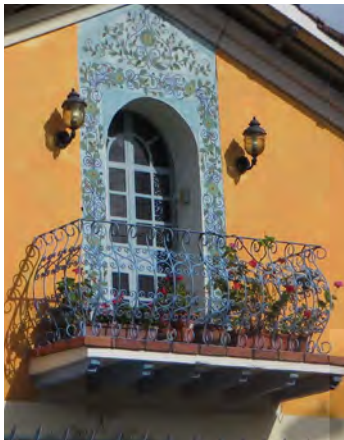
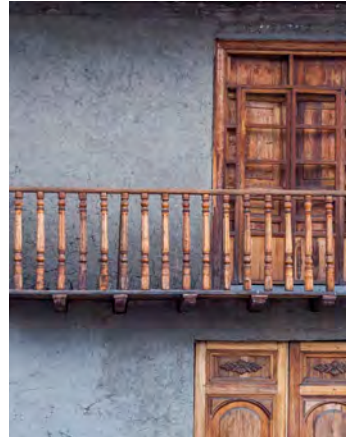
LOS BALCONES SON ELEMENTOS MUY COMUNES, PODEMOS ENCONTRARLOS DE DIVERSOS TIPOS Y MATERIALES.

Imágenes EC,ES,UA,AR

BALCONES DE HIERRO FORJADO

BALCONES DE MADERA

19



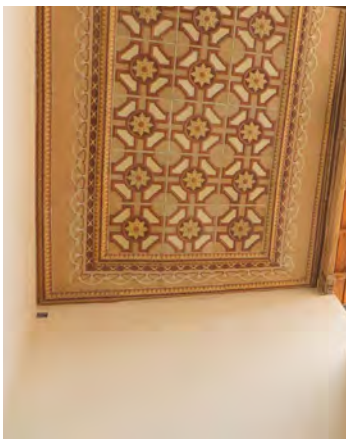
LOS CIELOS RASOS DECORADOS SON UN ELEMENTO CARACTERÍSTICO DE NUMEROSAS EDIFICACIONES DEL CENTRO HISTÓRICO. PODEMOS ENCONTRARLOS TANTO DE MADERA COMO DE LATÓN.

Imágenes EC,ES,UA,AR

EN GRAN PARTE DE LOS INMUEBLES LOS MUROS MEDIANEROS NO TIENEN REVOQUES NI RECUBRIMIENTOS; POR ELLO, DEJAN VER LA MATERIALIDAD DE LA TIERRA CRUDA.

20

CIELOS RASOS DE MADERA O LATÓN



ESTE TIPO DE PAVIMENTO ESTÁ FORMADO POR MOSAICOS DECORATIVOS REALIZADOS CON LADRILLO DE OBRA, PIEDRA BOLA Y VÉRTEBRAS DE ANIMALES Y ES CARACTERÍSTICO DE LA ÉPOCA COLONIAL.

Imágenes EC,ES,UA,AR

ENMORRILLADOS

21



Todas las tierras pueden ser utilizadas como material de construcción, menos las altamente orgánicas o con presencia predominante de arcillas expansivas.

Las tierras para construir son muy diversas y es esencial conocer sus características principales para poder utilizarlas sabiamente.

Este capítulo presenta algunas etapas claves para la identificación de las características de las diferentes tierras.

Diferentes tipos de tierra en el festival de la arquitectura de tierra Grains d'Isère, Grenoble, Francia. (MG)

2. CONOCER LA TIERRA



GRAVA



20 mm



10 mm



5 mm



2 mm

ARENA



1 mm



0.4 mm



0.2 mm



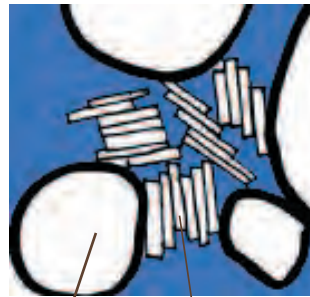
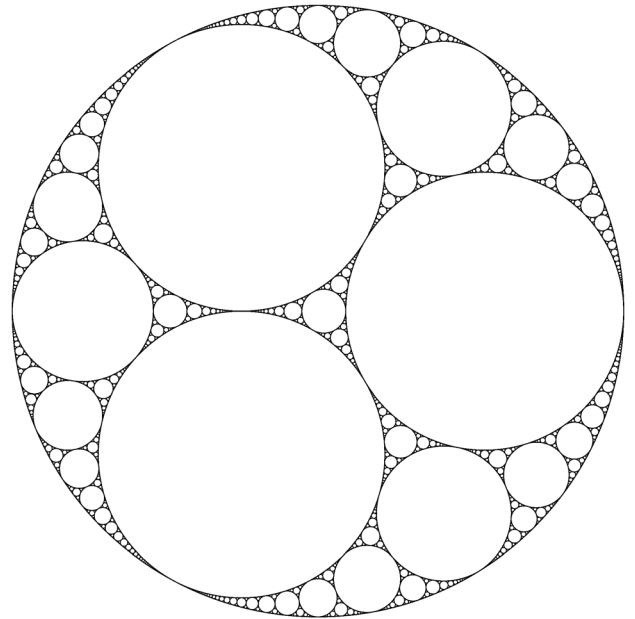
0.08 mm

LIMO Y ARCILLA



< 0.08 mm

La grava y la arena se pueden separar a través de una serie de tamices. La arcilla y el limo, las partículas más finas, no se pueden separar a través de tamizaje y es necesario recurrir a métodos de laboratorio para poderlas disgregar y cuantificar a través de la sedimentometría.
(Imagen granulometría: EN)



GRAVA, ARENA
O LIMO

ARCILLA

Una buena tierra para la construcción tiene partículas de todos los tamaños, para no dejar huecos y ser más resistente.

(Imagen: Wikimedia)

La arcilla confiere a la tierra su cohesión, uniendo las partículas de grava, arena y limo gracias a su capacidad para atrapar agua entre sus láminas, lo cual permite "pegar" las diferentes partículas entre sí.

Imagen: Babanedjar, Bois-Soulier, Cornet, Terki, Construire avec les Adobes, Les ateliers de bâtisseurs, la matière en grains, de la géologie à l'architecture, CRA Terre, 2007.



LA TIERRA

La tierra proviene de la descomposición de rocas y está constituida por elementos minerales y/u orgánicos.

Las tierras apropiadas para la construcción generalmente están ubicadas en el subsuelo, libres de materia orgánica, grandes piedras y raíces .

Las propiedades más importantes de los suelos para la construcción son:

- en el momento de la selección: composición granulométrica, plasticidad y retracción
- en el momento de la ejecución: humedad y grado de compactación.

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

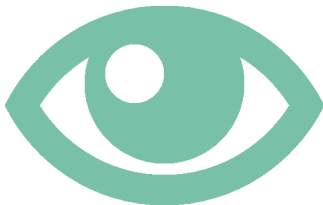
La tierra está constituida por partículas que pueden agruparse de acuerdo con sus dimensiones: grava, arena, limo y arcilla, los cuales presentan además de distinto tamaño, distinto comportamiento y características.

Los granos que se pueden reconocer a simple vista son la grava y la arena. El resto de la tierra se corresponde con partículas finas: limo -un grano inerte como la grava y la arena- y arcilla. Las arcillas pueden ser de diversos tipos y, en general, están formadas por filamentos y múltiples superficies planas (como milhojas) que pueden almacenar agua en sus intersticios dando lugar a la cohesión, característica que permite construir con tierra.

La composición granulométrica de una tierra y la calidad de su arcilla, es lo que nos permite determinar en qué aplicaciones podremos utilizar cada tipo de tierra.

	Diámetro	Características de las partículas
GRAVA	2- 20 mm	Inerte, resistente y sin cohesión.
ARENA	0,06 - 2 mm	Inerte y sin cohesión.
LIMO	0,002 – 0,06 mm	Sin cohesión, disminuye la resistencia de la arena.
ARCILLA	< 0,002 mm	Posee fuerte cohesión. Se expande en presencia del agua. Sus propiedades físicas y químicas son variadas según su origen.

Para definir con precisión la composición granulométrica de una tierra es necesario hacer pruebas en un laboratorio. Sin embargo, para tener una información general sobre el tipo de tierra que tenemos y para qué podemos usarla, es suficiente con hacer algunas pruebas o ensayos de campo, los cuales veremos a continuación.



26

ANÁLISIS VISUAL

Podemos identificar algunas características de las tierras simplemente observándolas:

- los colores claros y brillantes son característicos de suelos inorgánicos
- los colores café oscuro, verde oliva o negro son característicos de suelos orgánicos, debemos evitar los suelos con materia orgánica para construir.

La presencia de grava se puede determinar a simple vista. La existencia de arcilla puede ser evaluada a través del brillo. Para observar el brillo es necesario:

1. Tomar un poco de material bien fino y amasar con agua hasta formar una bola compacta del tamaño de la mano
2. Cortar por la mitad la bola
3. Observar las superficies del corte:
 - si son brillantes, la tierra es generalmente arcillosa
 - si presentan poco brillo, la tierra es a menudo limosa
 - si son opacas, la tierra es probablemente arenosa.



PRUEBA DEL TACTO

1. Al restregar tierra seca entre las manos, se pueden identificar los tipos de partículas presentes en la misma:

- la arena raspa al frotarla entre las manos;
- el limo cubre los dedos con partículas suaves, como si fuera un talco.

2. Para verificar la presencia de arcilla, es necesario humedecer una pequeña cantidad de tierra y moldear una bola. Cuanto más fácil sea formar la bola, más arcilla habrá en nuestro material.

3. A continuación nos embadurnamos las manos con tierra húmeda. Al lavarlas, observamos si la tierra se limpia fácilmente o no.

- Si se escurre sin problema, es señal de que la tierra contiene poca arcilla
- Si es difícil de lavar y nos queda una película del tono de la tierra impregnada en las manos, eso significa que nuestra tierra contiene bastante arcilla.



(Imágenes : EC)



ENSAYO DE LA BOTELLA

Para visualizar la proporción de las diferentes partículas presentes en una determinada tierra (grava, arena, limo y arcilla) podemos hacer el test de la botella mediante los siguientes pasos:

- Colocar una porción de tierra, seca y desmenuzada, en un vidrio cilíndrico, liso y transparente, hasta cerca de 1/4 de su altura
- Agregar agua hasta prácticamente completar el volumen del recipiente, dejando siempre suficiente aire para poder agitar la mezcla
- Añadir una pizca de sal, la cual ayuda a disgregar las partículas de arcilla (no añadir demasiada ya que puede actuar de forma contraria a la deseada)
- Tapar el vidrio y agitar enérgicamente la mezcla para que la tierra se disperse en el agua
- Dejar en reposo durante una hora y a continuación volver a agitar con fuerza
- Colocar el envase en reposo sobre una superficie horizontal durante 24 horas.

Cada uno de los componentes de la tierra decanta en tiempos diferentes, formando distintas capas que se pueden observar a simple vista. La grava y la arena decantan primero, por ser las partículas más pesadas, seguidas del limo y por último de la arcilla.

Si el suelo contiene materia orgánica, ésta flota en la superficie del agua.

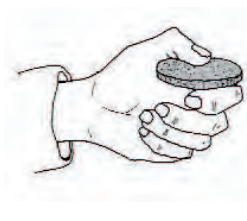
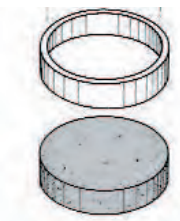
Si el agua queda turbia es indicio de que la tierra que estamos estudiando contiene arcillas muy activas o expansivas, las cuales en reacción con el agua se hinchan y no decantan o tardan mucho tiempo en hacerlo. En ese caso es necesario hacer pruebas complementarias para comprender de qué tipo de arcilla se trata y si es pertinente construir con la tierra que tenemos entre manos.



28 ENSAYO DE RESISTENCIA SECA

Este ensayo identifica el tipo de tierra en función de su resistencia a la abrasión y a la fractura:

1. Moldear dos o tres pastillas de tierra bien húmeda, con cerca de 1 cm de espesor y 2 a 3 cm de diámetro
2. Dejar las pastillas secar completamente durante algunos días (al sol de preferencia) o secarlas en un horno
3. Rascar ligeramente con la uña la superficie de la pastilla para comprobar si sus partículas se desprenden fácilmente o no, indicándonos la resistencia a la abrasión de la tierra
4. Intentar romper cada pastilla tomándola entre el índice y el pulgar. En general, no es posible romper una pastilla de tierra muy arcillosa con estos dos dedos. Una pastilla de este tipo de tierra solo se rompe por flexión y con el uso de las dos manos.



tierra arcillosa



tierra limosa



tierra arenosa

Tipos de resultados del test

Imagen superior: Diferentes rupturas (Carazas, Rivero, 2002, p. 9)

Imagen inferior: Pastillas de tierras diferente (EC)



ENSAYO DEL CILINDRO

Este ensayo nos da información sobre la cohesión de la tierra que estamos estudiando. Para llevarlo a cabo es necesario seguir los siguientes pasos:

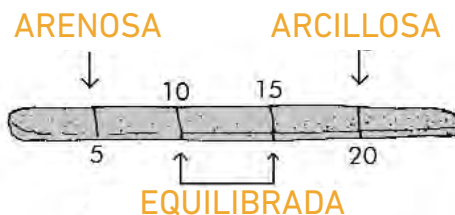
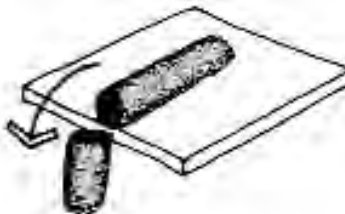
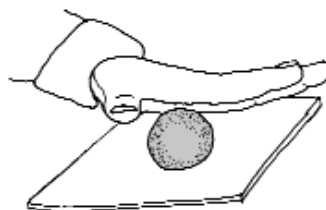
1. Preparar la tierra en estado plástico (en este estado es posible formar una bola con la tierra sin que se desmenuce por falta de agua ni se deshaga por tener demasiada). Dejar reposar la tierra durante una hora antes de efectuar la prueba, para que la arcilla tenga el tiempo necesario para reaccionar con el agua.
2. Sobre una mesa, formar un cilindro de 3 cm de diámetro y al menos 20 cm de largo.
3. Empujar lentamente el cilindro hacia el vacío.
4. Medir la longitud del fragmento de cilindro que se cae.
5. Hacer la prueba un mínimo de 3 veces y calcular la media.

Si la medida de la parte que se cae es:

- hasta 5 cm: la tierra es demasiado arenosa y hay que enmendarla con otra tierra más arcillosa.

- entre 7 y 15 cm: la tierra es adecuada a la construcción, pudiendo utilizarse para múltiples técnicas.

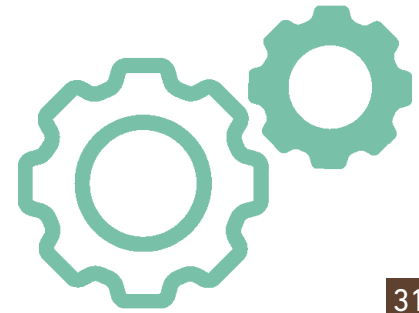
- más de 20 cm: la tierra es demasiado arcillosa y hay que enmendarla con otra tierra menos arcillosa, arena o fibras.



*Test del cilindro
(Imagen: Carazas, Rivero, 2002, p. 9)*

*Atelier-Greenhouse, construido en tapial
Machachi, Ecuador, 2006
Arquitectos: Al bordE – Pascual Gangotena
(Imagen: Al bordE)*





SELECCIONAR LA TIERRA

Cualquier tierra, a excepción de las altamente orgánicas o con presencia predominante de arcillas expansivas, puede ser utilizada como material de construcción. No utilizaremos las tierras superficiales, tierras con alto contenido orgánico, sino aquellas que se encuentran por debajo de la capa vegetal del suelo.

No obstante, existen limitaciones con respecto al uso de determinados suelos. Por ejemplo, las tierras demasiado arcillosas son difíciles de mezclar y apisonar debido a su elevada cohesión, ya que al secarse suelen presentar una retracción muy alta, con superficies fisuradas y mal acabadas.

Es habitual priorizar el empleo de la tierra del lugar donde se llevará a cabo la construcción y la utilización de un solo tipo de tierra. En cada lugar se han desarrollado técnicas adecuadas al tipo de tierra disponible y en función de las necesidades locales.

Sin embargo, cuando un tipo de tierra no nos permite utilizarla para aquello que la necesitamos es posible mezclarla con otras para conseguir mejores resultados.

La mezcla de diferentes tipos de suelo se lleva a cabo por ejemplo, cuando la tierra del lugar es muy arcillosa o muy arenosa y cuando la incorporación de diferentes proporciones de otro u otros suelos mejora las propiedades de la tierra original y nos permite utilizarla para el uso deseado.

A menudo se añaden también otros materiales a la tierra para posibilitar su uso y mejorar sus prestaciones: fibras en distinta proporción, aglomerantes distintos de la arcilla como la cal o el yeso, arena y otros agregados inertes, estiércol, etc.

TIPO DE TIERRA	TÉCNICA CONSTRUCTIVA ADECUADA
Arenosa	Tapia, bloque de tierra comprimida (BTC), revoques.
Limosa	Utilización más difícil, pero posible con el uso de aglomerante (cal, tierra arcillosa).
Arcillosa con grava, arena o limo	Adobe, tapia o bloque de tierra comprimida (BTC), revoques.
Arcillosa	Con adición de fibras y/o arena: adobe, embarrado, bahareque.



*Casa Entre Muros (tapial),
Tumbaco, Quito, Ecuador, 2008
Arquitectos: Al Borde (David Barragán y Pascual Gangotena)
(Imagen: RG)*

(Imagen: EN)



consistencia seca



consistencia plástica



consistencia
plástica-líquida

TIERRA Y AGUA

La consistencia de la tierra cambia a medida que se le añade agua. Hay cuatro estados en cuanto a la consistencia de la mezcla de tierra y agua: seco, húmedo, plástico y líquido.

Para cada estado, la tierra se puede trabajar de diferentes maneras, permitiendo la utilización de diversos sistemas constructivos:

- En estado SECO la tierra se desmenuza.
- En estado HÚMEDO la tierra se puede compactar con golpes y presión. Con esta consistencia y el tipo de tierra adecuado se pueden construir tapias o fabricar BTC (Bloques de Tierra Comprimida).
- En estado PLÁSTICO la tierra se puede moldear. Se pueden hacer adobes, pared de mano o "cob", bahareque, revoques.
- En estado LÍQUIDO se puede verter, bombear, proyectar y utilizar como pintura (hormigón de tierra, tierra proyectada, pinturas de tierra).

Para pasar de un estado a otro hay que añadir una cantidad de agua que varía en función del tipo de terreno:

Tierra arenosa: se necesita muy poca agua para cambiar la consistencia.

Tierra arcillosa: se necesita una gran cantidad de agua para cambiar la consistencia.

Cuanto más cohesiva es la arcilla, mayor será la capacidad de absorción de agua de la tierra.

PLASTICIDAD

Según la cantidad del agua que contiene, la tierra puede comportarse como un líquido, como un sólido, como una sustancia viscosa o plástica.

RETRACCIÓN


La cantidad y el tipo de arcilla presente en el suelo son responsables de movimientos de retracción y expansión que se observan cuando hay variación de la humedad. En los muros de tierra, estos movimientos de la arcilla pueden provocar fisuras y generar lesiones internas y/o superficiales. Las lesiones permiten la penetración de agua y la aparición de patologías que contribuyen a la pérdida de resistencia del material y a la degradación del muro.

HUMEDAD Y COMPACTACIÓN

La tierra como material de construcción se puede usar:

- Embebida en agua, constituyendo una masa plástica o barro, o una mezcla húmeda;

- Compactada o prensada. Cuando la tierra es apisonada, su resistencia está directamente relacionada con su grado de compactación. Para cada tipo de tierra y para cada nivel de compactación existe una humedad óptima de compactación. En su consistencia de humedad óptima, el suelo presenta menor porosidad, dando lugar a un material más duradero y resistente mecánicamente.

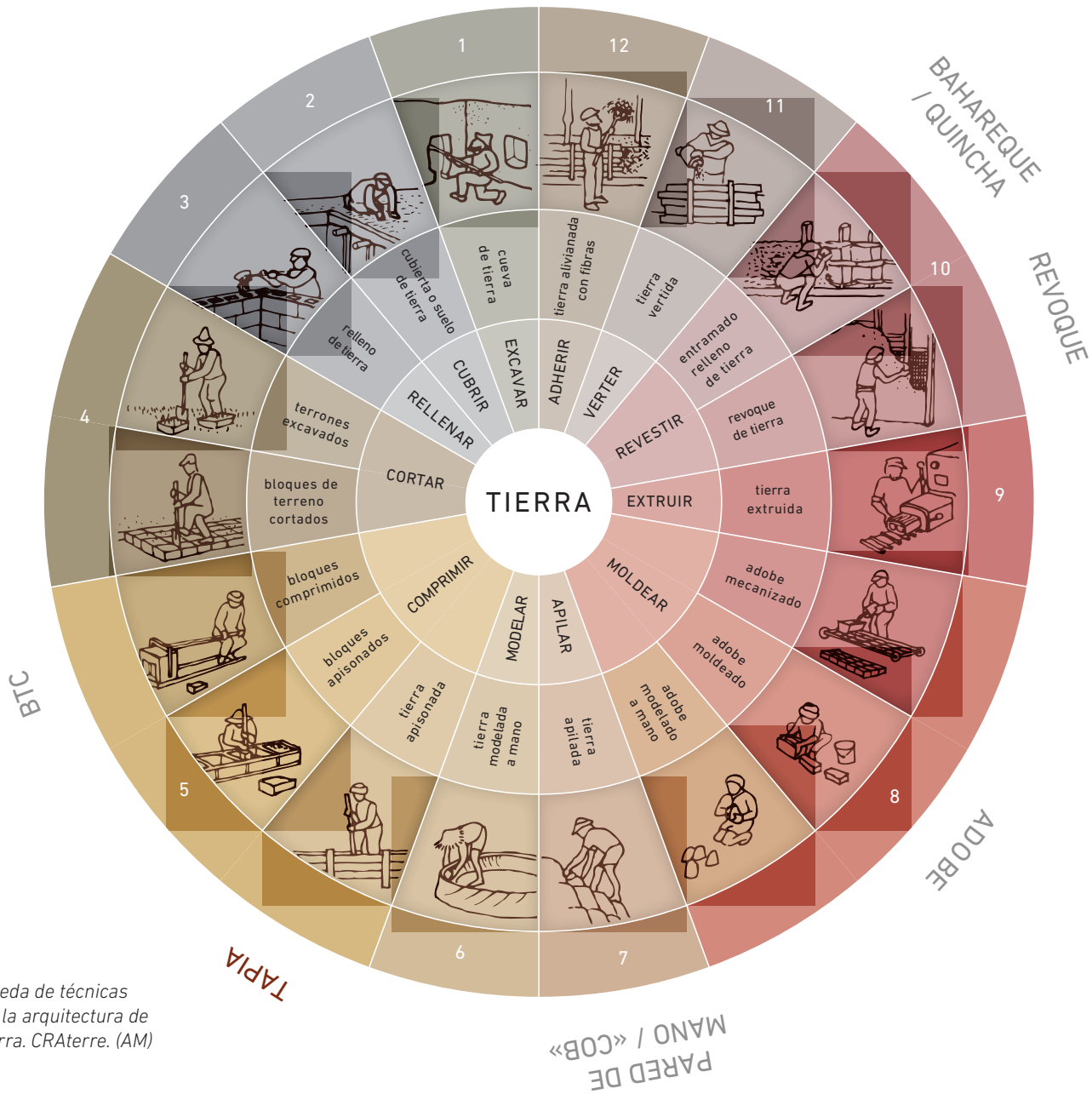


A nivel mundial encontramos múltiples técnicas que aprovechan cada tipo de tierra disponible y se adaptan a las condiciones climáticas de cada lugar.

En Cuenca las técnicas de construcción con tierra predominantes son el adobe y el bahareque. También la encontramos en revoques y formando parte de las cubiertas tradicionales bajo las tejas.

Adobe
Imagen : FS

3. PRINCIPIOS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA; MARCO LEGAL



Rueda de técnicas de la arquitectura de tierra. CRAterre. (AM)

*Vivienda privada "Lienzo de Barro",
Quito, Ecuador, 2013,
Chaquiñan Arquitectura
(Imagen: Chaquiñan Arquitectura)*



ADOBE

Entre todas las técnicas de construcción con tierra, el adobe es la que admite el uso de una mayor variedad de tierras, lo cual explica su gran difusión.

El adobe es un ladrillo secado al sol, sin cocer, que se fabrica con una mezcla en estado plástico de tierra y en muchos casos arena y/o agregados naturales para controlar las fisuras (paja, otras fibras vegetales, pelos de animal). La mezcla debe prepararse con antelación para que las arcillas se activen y los eventuales agregados naturales puedan soltar la celulosa y dar origen a una mezcla de mejor calidad.

Los adobes se fabrican introduciendo esta mezcla en moldes del tamaño deseado, presionando con las manos sobre todo en las esquinas para que no queden huecos. A continuación se dejan secar al sol, girándolos sobre sí mismos una vez que empiezan a secarse para que puedan orearse todas sus caras y finalmente poniéndolos de pie para que termine el secado.

Una vez seco el adobe se emplea como mampuesto trabado para paredes autoportantes, muros portantes, arcos, bóvedas y cúpulas. Los adobes se unen entre sí con un mortero generalmente formado por una mezcla muy parecida a la del adobe, aunque casi siempre sin paja.

TIPOS DE TIERRA

Para fabricar adobes es recomendable el uso de tierra areno-arcillosa con poco limo.

Si la tierra tiene mucha arcilla, aumenta el riesgo de fisuración al secarse; si tiene demasiada arena o limo, puede carecer de cohesión interna suficiente y deshacerse fácilmente, además de que disminuye su resistencia a compresión.

Una tierra adecuada tendría que contener según la norma peruana NTE E 080, 2000:

arcilla – 10% a 20%

limo – 15% a 25%

arena – 55% a 70%

ADITIVOS

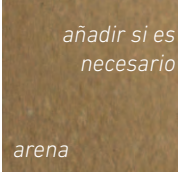
Los aditivos habituales que se emplean son:

- Fibras vegetales y/o pelos de animal (para evitar la fisuración por secado).
- Arena (para evitar la fisuración por secado cuando la tierra es muy arcillosa).

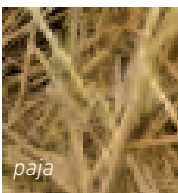
También es posible el agregado de aglomerantes como la cal y el yeso para mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión o su estabilidad ante la humedad.



cribar la tierra



arena



paja



añadir agua y mezclar

PRODUCCIÓN

1. PREPARACIÓN DE LA TIERRA Y DE LOS AGREGADOS

La tierra, preferentemente seca y limpia de piedras, basura y vegetales, se puede tamizar con una malla de 5 mm. si contiene granos de mayor tamaño. Puede usarse un rodillo o un desterronador mecánico para aprovechar más volumen de tierra.

La paja, una vez seca, se pica en trozos de aproximadamente 15 cm. y se guarda en bolsas.

2. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE TIERRA, AGUA Y AGREGADOS

Se van mezclando tierra y agregados con bastante agua en el piso o en un noque de 30 cm. de profundidad. Pueden pisar personas o animales o realizar la mezcla con medios mecánicos.

Se deja reposar la mezcla agregando agua y mezclando una a dos veces por día, durante 2-3 días y hasta dos semanas. Este proceso se llama "dormir" o "pudrir" el barro y su objetivo es hidratar las arcillas, disolver terrones y obtener un material más plástico y uniforme.

3. FABRICACIÓN DE LOS ADOBES

Los adobes se fabrican directamente sobre un piso firme, al aire libre. El molde se moja todo el tiempo para evitar que el barro se pegue. El barro se coloca a mano en el molde rellenando bien esquinas y costados, con una ligera presión manual, sin apisonar.

Se enrasa con regla o a mano y se desmolda hacia arriba, todo de manera rápida pero prolija. Se organizan filas y cada metro se deja un espacio para poder caminar.

3.1 MOLDES

La técnica más difundida utiliza moldes rectangulares de madera de una o dos unidades.

- Moldes para fabricación artesanal a baja escala: de 1, 2, 4 y 6 unidades enteras y de media unidad, para adobes rectangulares y también cuadrados; en zonas sísmicas pueden ser reforzados con cañas colocadas al interior. Los moldes se apoyan en el piso o sobre una mesa.

- Moldes para fabricación a gran escala: parrillas fijas o móviles desde 6 y hasta 60 o 70 unidades.

También se puede utilizar el moldeo mecánico, mediante extrusoras de energía animal o eléctrica. En el proceso de extrusión solo puede ser usada una mezcla sin fibras.



(Imágenes :
EN, LA, EC)

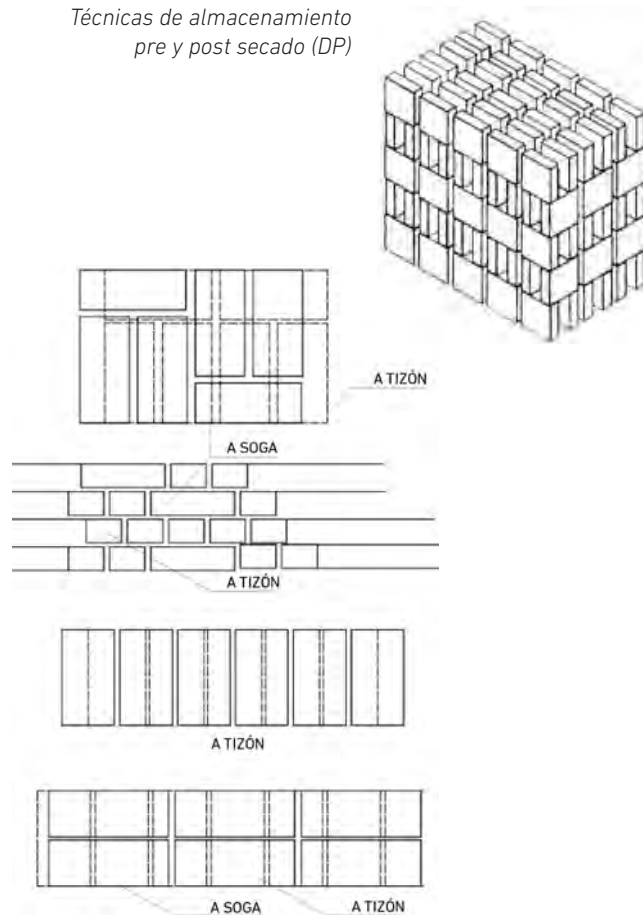
TÉCNICA CONSTRUCTIVA

Para construir muros de adobe se emplea un mortero de barro en general sin fibras. Es importante tratar de disminuir lo máximo posible el grosor de las juntas, tanto horizontales como verticales para evitar fisuras tras el secado del mortero y para aumentar la resistencia mecánica a compresión de los muros. En la ciudad de Cuenca los muros de adobe pueden llegar a 1 o 1,20 m. de espesor.

Podemos encontrar adobes de diferentes proporciones en planta: adobes cuadrados, adobes con una proporción de 2x1 y adobes con una proporción de 3x2. Cada tipo de adobe tiene diferentes aparejos que es necesario respetar para no perjudicar la estabilidad del muro y su resistencia a compresión. La proporción de los adobes comúnmente utilizada en Cuenca es de 2x1. Para esta proporción hay diferentes aparejos que encontramos en las edificaciones del Centro Histórico, como podemos ver en el dibujo de la derecha.

Para un mejor comportamiento estructural se utilizan estructuras de madera horizontal en el interior de los muros como rigidizadores intermedios, para absorber esfuerzos, en particular en caso de sismo. Las vigas collares son del mismo modo esenciales para la estabilidad estructural de estos muros.

Técnicas de almacenamiento
pre y post secado (DP)



Tipos de trabas de adobe. (DP)

*Quinta López Cordero (bahareque)
Jacarín, Cañar, Ecuador, 2011
(Imagen: Felipe Cobos)*



BAHAREQUE

En el bahareque tradicional cuencano el sistema estructural se realiza con madera y carrizo, y la tierra cumple la función de revestimiento y a veces de relleno. El carrizo, la madera, la guadua o bambú, pueden ser atacados biológicamente por insectos y hongos. Para el buen uso y la durabilidad debe realizarse un proceso de secado natural o artificial, cuyo objetivo es eliminar el agua y dejarla entre un 14% y un 20%. También es necesario quitar las cortezas de la madera y el carrizo y limpiar el interior de la caña guadua al ser elementos que pueden ser fácilmente atacados por la polilla.

El muro está compuesto por:

- Estructura maestra
- Estructura auxiliar
- Relleno
- Revestimiento.

ESTRUCTURA MAESTRA

La estructura maestra soporta los esfuerzos mecánicos. Suelen ser pórticos de madera cuyos elementos se unen por ensambles que se hacen habitualmente a caja y espiga para permitir los movimientos en la estructura sin que ésta sufra daños. En la estructura maestra se incluyen las riostras, elementos diagonales que evitan que los muros se puedan deformar.

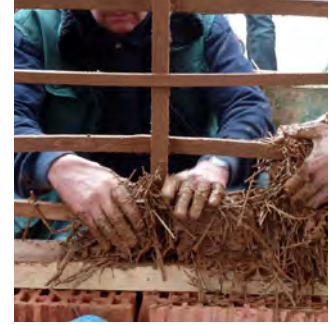
En los pórticos principales se fijan unos listones de madera verticales u horizontales, dependiendo de la orientación de la estructura auxiliar que se fijará en ellos.

Imagen superior: Para utilizar la caña guadua para el bahareque, se tiene que eliminar la capa interior de la caña, que puede ser atacada por la polilla. (EC)

Imagen inferior: Rellenando un muro de bahareque mixto caña guadua / madera. Casa Otorongo. (EC)



relleno de
bahareque
clásico



ESTRUCTURA AUXILIAR

La función de la estructura auxiliar es sostener y consolidar el relleno en el muro y los revestimientos. Esta estructura auxiliar suele estar hecha en las construcciones tradicionales de carrizo, pero también se puede hacer de caña guadua o de pequeños listones de madera.

RELLENO

El relleno puede ser de distintos tipos y en ocasiones los muros de bahareque se dejan huecos. El relleno clásico del bahareque en Cuenca es un compuesto de tierra y fibras, que forman una mezcla liviana, permeable al vapor de agua y elástica para responder a los movimientos de la estructura. El relleno se comporta como una piel: brinda cierto grado de aislamiento térmico y regula los intercambios de humedad. Debe ser estable con los cambios meteorológicos y compatible con la estructura.

Puede ser aplicado como envoltura, llenado, trenzado, embutido o por proyección mecánica.

TIPO DE TIERRA

Como en estos sistemas la tierra no tiene la función estructural, podemos utilizar más tipos de tierra. La composición adecuada debe contener:

ARENA | Se recomienda un mínimo de 50% de arena para mantener estable la mezcla.

LIMO | Se sugiere que no supere un 30% porque el limo puede variar de volumen en presencia de agua y no tiene cohesión, al contrario que las arcillas. Un muro con exceso de limo se puede deteriorar con la humedad.

ARCILLA | Mucha arcilla resquebraja la envoltura cuando se seca y poca arcilla no permite adherirlo a la estructura; por ello debe buscarse óptimamente una tierra con 20% de arcillas, siempre teniendo en cuenta que no todas las arcillas son iguales y que este porcentaje es orientativo.

ADICIÓN DE FIBRAS

Para conseguir una envoltura con mayor resistencia mecánica, durabilidad, impermeabilidad y un mejor acabado se pueden añadir fibras.

Las fibras mejoran la adherencia de la tierra a la estructura auxiliar y evitan el agrietamiento de las tierras muy arcillosas al secarse. Las fibras generan dos efectos:

- Mejoramiento térmico: las fibras huecas en el barro producen vacíos que aligeran el material y mejoran su aislamiento térmico.
- Mejoramiento estructural y de la resistencia: las fibras mejoran la capacidad de resistencia y evitan grietas frente a deformaciones elásticas importantes. Un relleno liviano ayuda en eventualidades sísmicas.

Las fibras deben prepararse previamente y algunas mezclas necesitan reposar "durmiendo" con el barro, para que la arcilla se expanda y las fibras se integren.

Construcción vernácula en bahareque, Francia

Casa Lupe de bahareque metálico, Chile
Arq. Patricio Arias

(Página izquierda, Imágenes: FV, EN; Dibujos: *Traité de Construction en Terre*, p.186.)



Las fibras más utilizadas son:

PAJA DE CERRO | Fibra llena con un diámetro de pocos milímetros. En la actualidad para proteger los páramos ya no se permite cortar la paja; por ello es necesario usar otros tipos de fibras como las que se describen a continuación.

PAJA DE TRIGO | Fibra hueca bastante rígida con un diámetro de cerca 5 mm. No se puede mezclar fácil con el barro y al ser poco manejable se usa poco. Es una buena alternativa para mezclas con arcillas que se expanden mucho con agua, pues evita que se cree hinchamiento.

PAJA DE CEBADA | El tallo es menos rígido y con una resistencia inferior a la del trigo. Se utiliza por su mayor facilidad de mezcla con el barro y de aplicación.

REVESTIMIENTO

El relleno suele ser un material poroso y sensible a la erosión de las lluvias y a las heladas. Su densidad es baja, por el uso de fibras en la mezcla. Para la protección externa de los rellenos o para dar un acabado al bahareque sin relleno, se puede usar:

FORRO

Revestimiento sólido que se fija a la estructura y es independientes del relleno.

REVOQUE

Es un enlucido, repello, estucado, etc., que se coloca en estado plástico y tiene que lograr un agarre mecánico al relleno y/o a la estructura auxiliar. La base del

revestimiento del bahareque en Cuenca suele ser una mezcla de tierra y paja en estado plástico. La tierra utilizada debe contener arcillas y partículas finas como la arena y limos que permitan la estabilidad. Encima de esta mezcla se puede añadir un acabado para el que se deben usar materiales y técnicas no agresivas con la tierra, como el empañete (mezcla de estiércol de caballo con tierra blanca de tipo caolín) o mortero de cal. Previamente todos los componentes a los que se adhiere la mezcla (madera, guadua, esterilla o relleno) deben ser humedecidos para facilitar la adherencia y evitar retracciones. También se pueden poner clavos u otros objetos para facilitar la fijación de la mezcla. En el caso de no querer dejar la estructura principal de madera expuesta, se procede a lastimar la madera utilizando una azuela para conseguir una superficie rugosa que permita la adherencia del revoque o enlucido.

Para el revoque se sugiere aplicar varias capas:

PRIMERA CAPA | Puede ser de unos 2,5 cm. de espesor. La mezcla puede contener mucha fibra, que debe ser larga para fijarse en la estructura auxiliar.

SEGUNDA CAPA | No debe sobrepasar 1,0 cm. Las fibras deben ser más cortas y el acabado lo más liso posible para facilitar la aplicación de la capa de acabado.

TERCERA CAPA | Debe ser casi líquida como una lechada. Tapa las fisuras y micro fisuras, brindando el acabado final. Se usan fibras naturales cortas que aportan una textura fina y disminuyen la retracción. En ella puede colocarse un impermeabilizante natural y color.

ERRORES DE CONSTRUCCIÓN A EVITAR



ADOBE

ERRORES DE DISEÑO

- Relación altura/espesor (esbeltez): la altura de los muros tiene que ser menor que 7 veces su espesor.
- Vanos de puertas y ventanas muy anchos, demasiado numerosos o demasiado cerca de las esquinas.
- Poco empotramiento de los dinteles.
- Carencia de cadena superior de amarre o de cadenas intermedias si el edificio es alto.

Poco empotramiento de los dinteles (LA)



ERRORES DE EJECUCIÓN

- Traba horizontal insuficiente entre los adobes, especialmente cuando están colocados a tizón. Juntas verticales continuas en varias hiladas.
- Trabas inadecuadas y/o deficientes en los encuentros de muros con juntas verticales continuas en altura en todo el muro, que provocan una alta inestabilidad ante cargas horizontales del techo o en sismos.

No hay traba vertical (CP)



BAHAREQUE

ERRORES DE DISEÑO

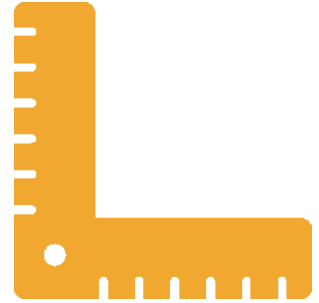
- Excentricidad de las cargas, con deformación de la estructura.
- Exposición a lluvias dominantes.

ERRORES DE EJECUCIÓN

- Calidad de materiales deficiente.
- Defectos de construcción (uniones y sección de piezas).
- Utilización de carrizo o caña sin la manufactura adecuada, atacable por polillas.

Muro expuesto a lluvias dominantes (ES)





MARCO LEGAL

EXTRACTO DE NORMA NEC-SE-VIVIENDA PARTE 2 (6.7. MUROS PORTANTES DE TIERRA)

Es importante que existan suficientes paredes en planta, tratando de conseguir un sistema continuo, sin que existan paredes sueltas. Se debe lograr continuidad vertical en el diseño para que no se acumulen esfuerzos sísmicos en la planta baja. También hay que contar con un sistema de entrepiso o cubierta que pueda integrar las paredes, como vigas collares (madera o similar).

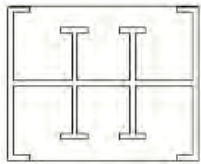
La ley se refiere a la Norma Peruana E.080 para las siguientes indicaciones:

FORMA Y DIMENSIONES DEL ADOBE

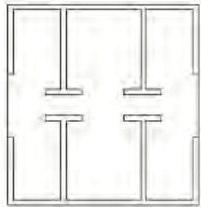
- Para adobes rectangulares el largo debe ser aproximadamente el doble de su ancho.
- La relación entre el largo y la altura debe ser de 4 a 1.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8cm.

PROTECCIÓN DE LA HUMEDAD

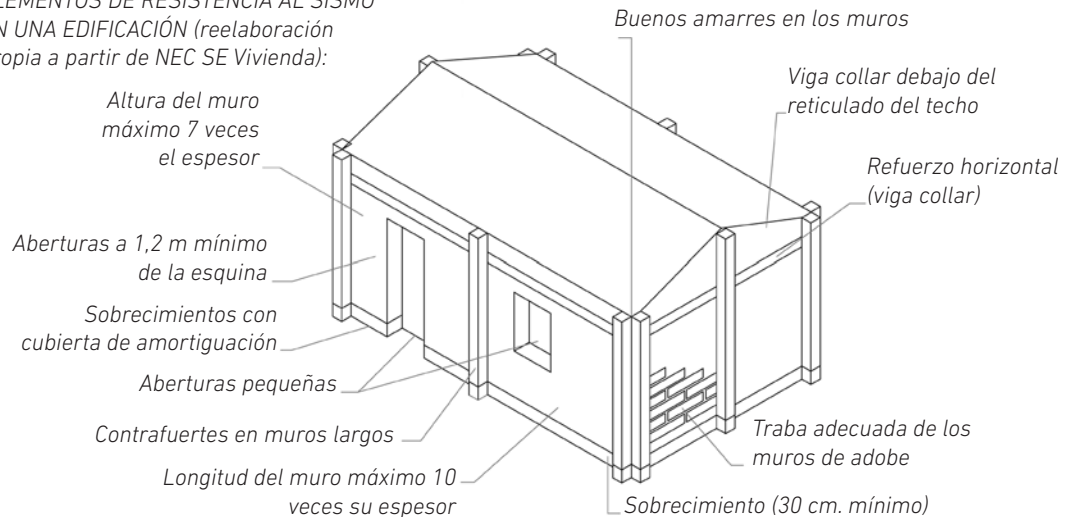
- Cimientos y sobrecimientos adecuados
- Aleros
- Sistemas de drenaje



ELEMENTOS DE RESISTENCIA AL SISMO EN UNA EDIFICACIÓN (reelaboración propia a partir de NEC SE Vivienda):



Correctas distribuciones de las paredes en planta (NORMA NEC SE VIVIENDA PARTE 2 (6.7))

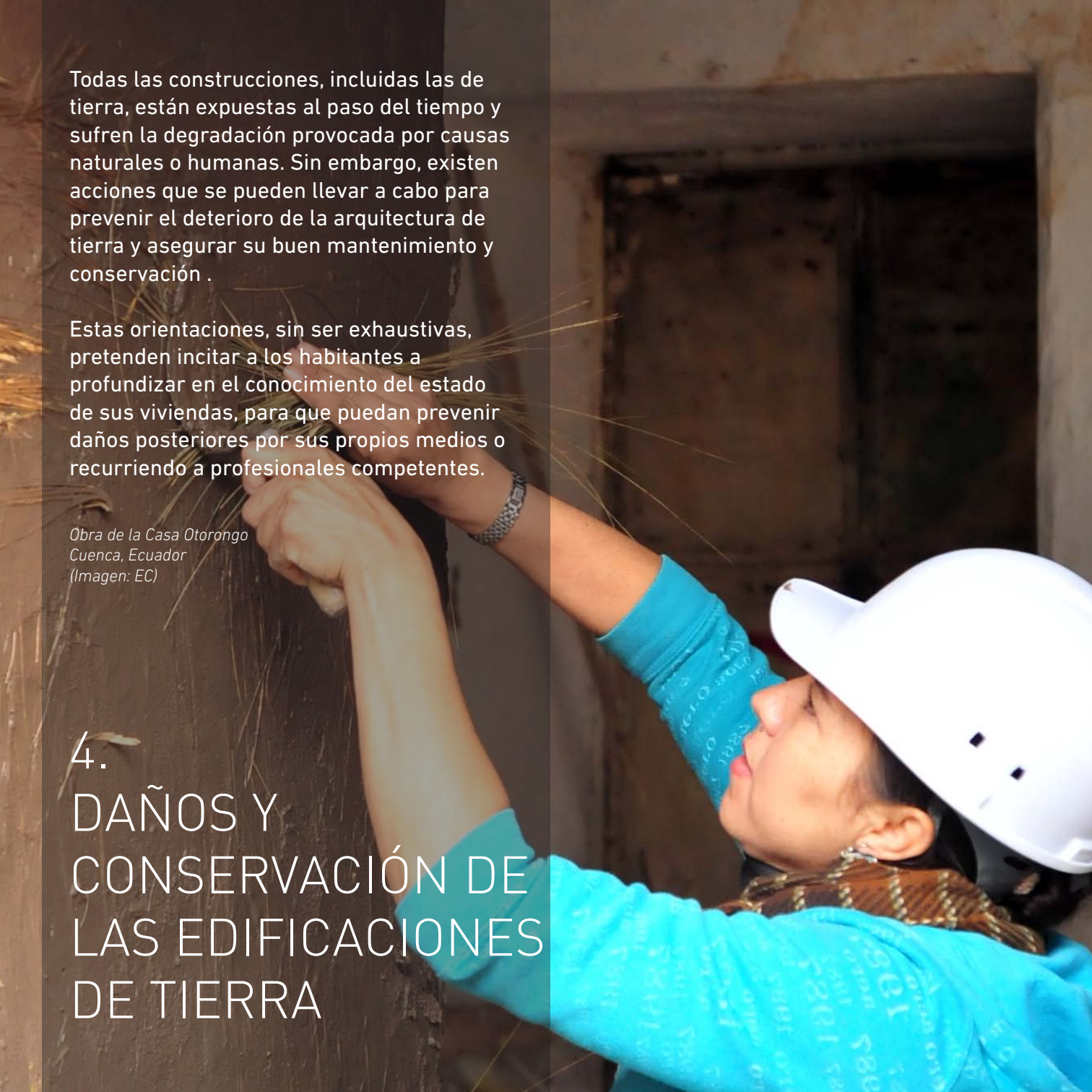


Todas las construcciones, incluidas las de tierra, están expuestas al paso del tiempo y sufren la degradación provocada por causas naturales o humanas. Sin embargo, existen acciones que se pueden llevar a cabo para prevenir el deterioro de la arquitectura de tierra y asegurar su buen mantenimiento y conservación .

Estas orientaciones, sin ser exhaustivas, pretenden incitar a los habitantes a profundizar en el conocimiento del estado de sus viviendas, para que puedan prevenir daños posteriores por sus propios medios o recurriendo a profesionales competentes.

*Obra de la Casa Otorongo
Cuenca, Ecuador
(Imagen: EC)*

4. DAÑOS Y CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES DE TIERRA



PRINCIPIOS ÉTICOS DE LA CONSERVACIÓN

La causa de las patologías no se encuentra siempre en el punto en que éstas aparecen; para evitar que causen problemas mayores es necesario intervenir en sus causas.

Es por ello que no hay que intervenir directamente en una edificación, sino solo después de observar el inmueble y comprender su funcionamiento y sus procesos de deterioro.

Las intervenciones en inmuebles patrimoniales son aceptables cuando no alteran su autenticidad. La autenticidad de un inmueble concierne a su forma y su diseño, sus materiales, su uso y su función, tradiciones y técnicas, localización y orientación, su espíritu y su atmósfera.

En este sentido y como lo indica el documento "Gestión del patrimonio mundial cultural Unesco/ICOMOS/ICCROM":

"Para una zona urbana podría ser apropiado examinar las estructuras y los planos de organización espacial, así como las tradiciones y las estructuras socioeconómicas y ambientales de las comunidades que viven actualmente en el lugar, y que le permiten expresar su valor. Así, hay que garantizar un balance entre la conservación física y el desarrollo contemporáneo".

Fuente: <http://whc.unesco.org/fr/gerer-le-patrimoine-mondial-culturel>

¿Cuáles son los principios que tenemos que respetar en primer lugar?

RESPECTO DE LA ARQUITECTURA

Los valores estéticos de la arquitectura tradicional tienen que permanecer. Esa arquitectura de tierra es la primera huella de reconocimiento del patrimonio cuencano.

La conservación de ese valor arquitectónico implica un respeto de los múltiples detalles arquitectónicos (balcones, enmorrillados, hierro forjado, carpinterías, colores, molduras, canecillos, cielos rasos, muros medianeros vistos, texturas) de los materiales y de las técnicas tradicionales.

Todas las intervenciones han de ser lo más discretas posible.

REVERSIBILIDAD

Todas las intervenciones en inmuebles patrimoniales tienen que ser reversibles. Esto exige el uso de materiales y técnicas que permitan devolver la edificación a su condición inicial.

En el proceso de conservación la ética y la técnica deben ir de la mano.

FACTORES DE DETERIORO: NATURALES Y HUMANOS

Para comprender los procesos de deterioro que causaron los daños presentes, es importante conocer las principales causas de deterioro que han podido dar lugar a los desórdenes.

Un factor de deterioro raramente actúa de manera aislada. Hay que considerar siempre varias fuentes de deterioro combinadas, que se van sumando en una cadena de impactos dañinos o efecto dominó.

Podemos separar dos grupos de causas que a menudo actúan conjuntamente:

- Causas naturales (lluvia, viento, sismo).
- Causas humanas (abandono, introducción de nuevos materiales, malas intervenciones).

Las causas humanas generan habitualmente una aceleración de los procesos de deterioro por causas naturales. Por ejemplo, la falta de mantenimiento de un sistema de drenaje puede generar una cascada de fenómenos destructivos, empezando por la erosión de las bases de los muros debida a la acumulación de agua de lluvia. Si esta situación permanece, la pérdida de resistencia de la base del muro por falta de cohesión puede llevar hasta el colapso del mismo.

Otros factores de degradación por causas humanas vienen dados por errores de diseño o de ejecución de los inmuebles. Estos errores afectan a la durabilidad del edificio y pueden generar daños importantes.

Inmueble en ruina en el Centro Histórico (ES)





COSTO DEL MANTENIMIENTO DE UN INMUEBLE

El mantenimiento cotidiano es un factor clave para prevenir la aparición de daños y desórdenes que pueden poner en riesgo la estabilidad de un inmueble.

Realizar sencillas operaciones de mantenimiento será mucho más económico que dejar pasar el tiempo y que los problemas empeoren.

Esta ilustración muestra un esquema de la progresión del deterioro de un inmueble y la repercusión en cuanto a dificultad y costo de las obras necesarias para solucionar los problemas que va agravándose con el paso del tiempo.





¿QUÉ PROBLEMAS ENCONTRAMOS EN LA EDIFICACIÓN?

50

PROBLEMAS DERIVADOS DE LA HUMEDAD

MANCHAS DE HUMEDAD
EFLORESCENCIA DE SALES
EROSIÓN EN LA BASE DEL MURO
ABULTAMIENTO DE LOS MUROS
PLANTAS, MUSGOS Y HONGOS
DESPRENDIMIENTO DE REVOQUES

El agua es imprescindible para construir con tierra, pero se convierte en enemiga de estas construcciones cuando aparece en demasía durante la vida útil de las edificaciones.

La tierra es un material capilar, que absorbe la humedad dejándola evaporarse solo cuando no es mucha cantidad por mucho tiempo seguido. La humedad contenida en los muros se vuelve peligrosa cuando las filtraciones son importantes porque la arcilla, que normalmente asegura la resistencia del material, pierde sus propiedades de cohesión y el material húmedo se ablanda.

Los daños causados por la humedad pueden ser severos o graves si no se toman medidas a tiempo, ya que la saturación de humedad o la repetición de ciclos de humedecimiento y secado, generan debilitamiento del material (fragilidad, erosión, inestabilidad, desmoronamiento).

La humedad puede debilitar las construcciones de tierra cuando éstas pierden sus propiedades mecánicas, pudiendo llegar a provocar la deformación estructural y hasta el hundimiento de una edificación.

Los problemas derivados de la humedad tienen diversas causas:

- Exposición a lluvias o salpicaduras de muros de tierra.
- Ausencia o insuficiente capacidad de drenaje en los alrededores de las edificaciones.
- Elevación del nivel de las calles provocando mayores retenciones de agua al pie de las edificaciones.
- Acumulación de agua en el interior de los muros por causa de revoques estancos y ascenso del agua por capilaridad.
- Filtraciones en instalaciones de agua que se encuentran embutidas o en contacto directo con los muros de tierra.
- Daños en la estructura de cubierta.

Los daños debidos a la humedad se presentan habitualmente en la parte inferior de los muros, donde el agua puede estancarse y se producen salpicaduras.

Las filtraciones y la absorción de agua por capilaridad desde el suelo por parte del muro tienen efectos más graves cuando el suelo alrededor de la edificación es estanco, por ejemplo, si contra el muro se encuentra una vereda o calle de hormigón, asfalto o baldosas

impermeables porque impiden la infiltración del agua hacia el suelo, pasando ésta al muro a través de su base por capilaridad. Asimismo, el agua del subsuelo, atrapada bajo la capa impermeable del pavimento, puede evaporarse únicamente pasando por la base del muro, subiendo por el muro y saliendo desde su superficie, si esta última no tiene revestimientos impermeables.

Los revestimientos impermeables en muros de tierra cruda (cerámicos, mortero de cemento o pinturas de poro cerrado como esmalte al aceite) impiden que el agua pueda escapar del muro por evaporación, provocando condensaciones en el interior del muro y manifestaciones de humedad (deformaciones, desprendimiento, etc.).

Los pisos estancos al interior del inmueble (pisos de hormigón, linóleo, baldosas estancas) agravan la absorción del agua por la base del muro por capilaridad.

Es necesario igualmente evitar almacenar en la base del muro objetos o materiales que conservan la humedad (por ejemplo montones de arena o escombros) pues impiden al muro secarse y causan graves desórdenes.

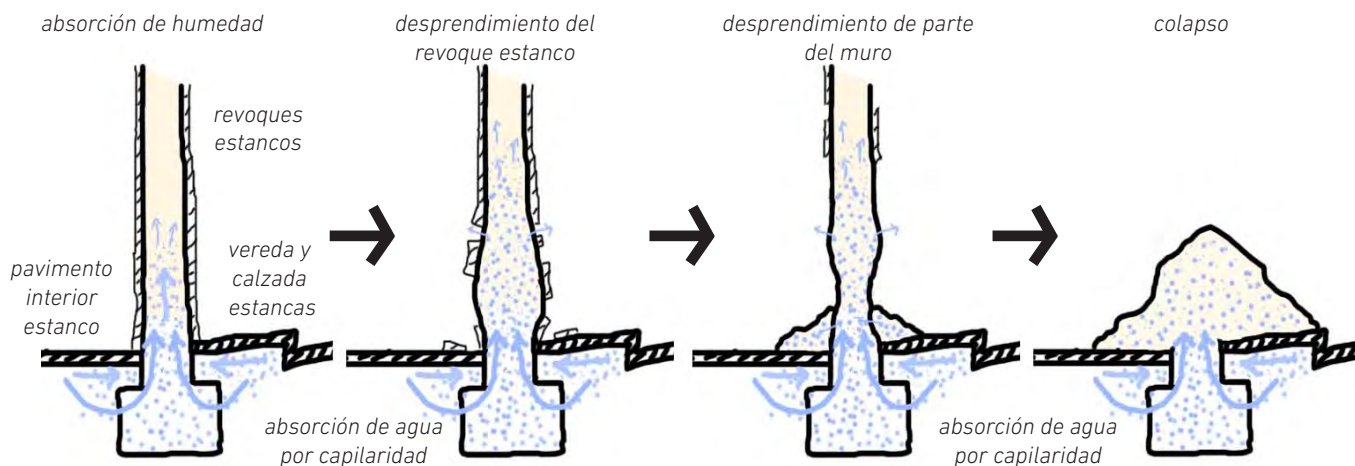
El musgo o la vegetación parásita en los muros indican un alto nivel de humedad, posiblemente debido a un mal drenaje en la base del muro. Es importante controlar la presencia de vegetación al pie de los muros de las edificaciones.

También podemos encontrar problemas en la parte superior de los muros, producto de filtraciones en la cubierta, en otras zonas puntuales en cocinas, baños y allí donde pasan tuberías o bajantes.

El impacto directo de las gotas de lluvia en los muros supone una erosión insignificante, especialmente si éstos tienen sobrecimientos y generosos aleros. Sin embargo, a menudo el agua de lluvia se puede encontrar atrapada en zonas de retención en la edificación, creadas a consecuencia del transporte de materiales por esta misma agua o de errores de ejecución en las pendientes.

El agua también se puede estancar en el interior de los edificios cuando las cubiertas descuidadas tienen goteras. Mucha de esa agua penetra en los muros de tierra. La infiltración puede tener lugar en minutos.

Esquema de absorción de humedad en muro de tierra rodeado de superficies impermeables (ES)



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

TUBERÍAS DEFECTUOSAS DENTRO DE MUROS

A veces la causa del problema de humedad es una tubería defectuosa dentro de un muro. Esto puede provocar daños muy graves porque nos enteraremos del problema solo cuando la humedad llega a la superficie del muro, una vez que ya esté completamente saturado de humedad.

Es importante evitar la colocación de tuberías o bajantes de agua dentro de muros de tierra.

¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

SUSTITUCIÓN DE TUBERÍAS DEFECTUOSAS

En caso de instalaciones de agua defectuosas dentro de los muros, en primer lugar tendremos que sellar la tubería para parar el ingreso de agua al muro.

Una vez sellada, debemos dejarla dentro del muro si éste no está muy dañado, sino será necesario sustituir la parte dañada teniendo en cuenta la traba con el resto del muro. A continuación podremos colocar una nueva tubería por fuera del muro.

Bajante en mal estado dentro del muro genera fuga de agua. (LA)



Sustitución de tubería defectuosa en la Casa Carvallo (LA)



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

ELEVACIÓN DEL NIVEL DE LA CALLE

Después de muchas refacciones de una calle con su asfalto y sus veredas, puede ocurrir que el nivel de la calle sea más alto que el nivel de la edificación e incluso más alto que los sobrecimientos del muro de tierra.

En ese caso, el sobrecimiento no cumple su función de proteger a la base del muro de la absorción de la humedad por capilaridad y el muro se encuentra en un estado muy vulnerable en su punto más importante y más solidado: la base.

Subida del nivel de la calle (ES)



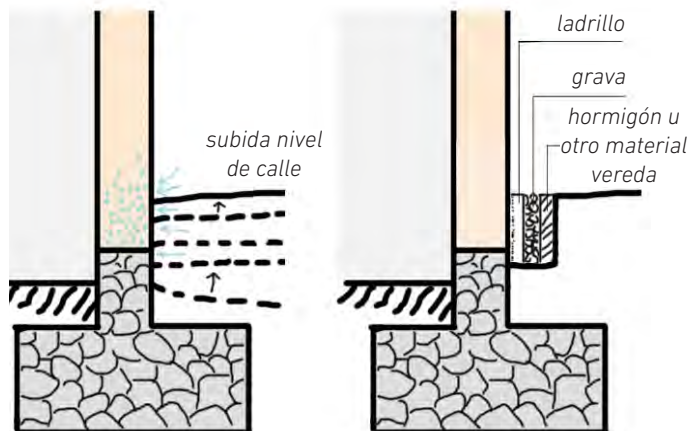
¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

INTERVENCIÓN EN LA BASE DEL MURO

53

- La solución ideal sería rebajar el nivel de la vereda.
- Cuando esto no es posible, otra solución puede ser:
 1. Apuntalar el muro si es necesario.
 2. Retirar el hormigón o concreto en la parte junto al muro de tierra, en una franja de 15 cm. de ancho como mínimo, y bajando hasta el nivel del sobrecimiento.
 3. Colocar un ladrillo cocido en vertical junto al muro de tierra, con mortero de barro o cal.
 4. Rellenar con grava la franja, con un espesor de 5cm., hasta el nivel de la vereda.
 5. Volver a verter hormigón u otro material en la vereda.

Posible solución a este problema (ES)





¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

FALTA DE SOBRECIMIENTOS

54

La falta de sobrecimientos en los muros de tierra favorece la aparición de humedad en la zona inferior de los muros por capilaridad. Con el tiempo esta humedad deteriora el muro. La presencia de humedad es particularmente peligrosa cuando ocurre en la base de los muros.

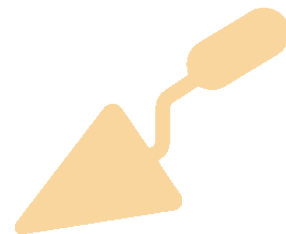
Debido a la carga vertical que soportan, los muros húmedos comienzan a hincharse transversalmente llegando a producir el colapso por su propio peso. En caso de sismo, ese muro muy probablemente colapsará.

Falta de sobrecimientos con principio de erosión en la base (ES)



¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

CREACIÓN DE SOBRECIMIENTO



Para intervenir en un muro con problemas de humedad por falta de sobrecimientos se puede actuar así:

1. Apuntalar el muro, los pisos y/o la cubierta.
2. Realizar una sustitución del adobe por piedra o ladrillo cocido tomados con mortero de cal o cemento. Esta sustitución se realiza por tramos cortos que pueden tener de 50 cm, hasta 1 m de largo. Empezaremos sustituyendo la mitad del espesor del muro en el lado exterior.
3. Hacer la sustitución de la otra mitad del espesor del muro en el lado interior, siempre por tramos y teniendo en cuenta la traba.
4. Si el muro tiene un espesor muy pequeño, hacer la sustitución de una vez apuntalando la parte superior.

Creación de sobrecimiento con ladrillo hueco (ES)



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?



REVOQUES ESTANCOS

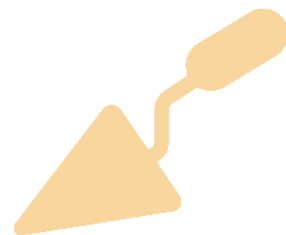
Los revoques a base de cemento (arena-cemento o también tierra-cemento) impiden a la humedad evaporarse de los muros. Esto provoca un alto nivel de humedad en el interior del muro y disminuye la cohesión de la tierra; el muro se debilita y pierde su capacidad portante. Si el nivel de humedad es alto, el muro puede colapsar.

La humedad atrapada en el muro bajo el revoque estanco tiene tendencia a evaporarse, sobre todo cuando hace calor. Al no poder escapar del muro, el agua se condensa en la superficie entre el revoque y el muro y provoca la pérdida de resistencia del muro de tierra que comienza a convertirse en polvo y el desprendimiento del revoque.

Muro de adobe con desprendimiento del revoque estanco (LA)



¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?



SUSTITUCIÓN DE REVOQUE IMPERMEABLE

55

Si tenemos un revoque impermeable la solución es retirarlo y sustituirlo por un revoque que permita al muro evacuar la humedad interior, por ejemplo un revoque de barro y paja, un revoque de cal o de yeso.

Una solución tradicional en Cuenca es el revoque de barro y paja:

- Primera capa de barro y paja, espesor 2-3 cm. (depende de la capa original)
- Acabado de empañete, espesor 3mm., con una proporción media de: 1 parte de tierra tipo caolín, muy fina y 1 parte de estiércol desmenuzado de caballo.

El mismo muro después de refacción del revoque (AR)



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

ERRORES DE DISEÑO EN DESAGÜES Y ALFÉIZARES

56

Los errores de diseño pueden provocar filtraciones de agua de lluvia en un muro de tierra, originando humedad, debilitamiento y desprendimiento de parte del muro.

Un alféizar mal diseñado, que no permita que el agua gotee hacia el suelo antes de llegar al muro, puede originar filtraciones de agua en el muro.

También se puede dar el caso de tuberías o bajantes defectuosas instaladas fuera de los muros, en cuyo caso las consecuencias serán del mismo modo la pérdida de materia en el muro y su debilitamiento.

*Infiltración de agua bajo
el alféizar (SM)*

Bajante defectuosa (ES)



¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

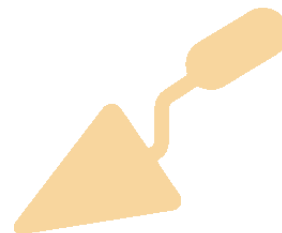
SUSTITUCIÓN DE DESAGÜE O ALFÉIZAR

En caso de humedad debida a un alféizar mal diseñado, podemos poner una lamina de metal (zinc) que eche el agua hacia fuera.

En caso de humedad debida a un desagüe mal diseñado, tendremos que sustituir la tubería por otra que llegue hasta el piso, rellenando las partes degradadas del muro con una mezcla de tierra y paja y volviendo a revocarlo con un mortero no estanco.

*Alféizar prolongado con
elemento metálico (ES)*

*Bajante por fuera del muro
(ES)*



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

ALEROS CORTOS O GOTERAS

La presencia de aleros cortos o deficiencias en la cubierta aumenta la probabilidad de que el agua de lluvia penetre en el muro, generando socavación y erosión de los materiales, lo cual facilita la presencia de grietas y disminuye la resistencia del sistema estructural.

Infiltración de agua desde la cubierta (DP)



¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

INTERVENCIONES EN ALEROS CORTOS Y GOTERAS

57

Si el problema de humedad es debido a un alero demasiado corto, tenemos que alargar el alero con nuevos pares paralelos a los existentes unidos a estos con pernos de metal. Los pares tendrán que ser de sección similar a los de la estructura. Terminamos la intervención colocando una canal de zinc al borde del alero nuevo.

Si la causa del problema de humedad son las goteras, es necesario arreglar la cubierta en los puntos afectados cambiando las tejas rotas, duplicando los elementos estructurales de madera que puedan estar dañados y dando mantenimiento general a la cubierta.

Alargamiento del alero con nuevas viguetas (LA)



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

APLASTAMIENTO POR HUMEDAD LOCALIZADA

58

Son frecuentes los casos de aplastamiento parcial de muros de adobe o bahareque provocados por infiltración de aguas. La humedad hace que la base del muro se debilite y que la parte afectada del muro se separe del resto y empiece a descender.

Estos casos pueden necesitar el reemplazo de la zona húmeda del muro con nueva mampostería o nuevos elementos de bahareque.

Grietas por aplastamiento de parte del muro debido a humedad localizada en un cuarto de baño (ES)



¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

REEMPLAZO DE LA ZONA HÚMEDA DEL MURO

Una posible solución cuando hay una disgregación completa de los adobes:

1. A veces es necesario apuntalar para soportar temporalmente el peso situado en la parte superior de la zona dañada con dinteles de suficiente rigidez. También es posible construir un arco para soportar las cargas superiores a la zona dañada si no es un inmueble patrimonial. Los arcos hacen innecesario apuntalar, pues pueden construirse por pequeños tramos apoyados sobre el muro dañado por la humedad, que será luego reemplazado.
2. Tras ello se coloca la nueva mampostería trabada en todas las direcciones, horizontales y verticales.

Sustitución de muro afectado por la humedad localizada (ES)





¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

PLANTAS, MUSGOS, ÁRBOLES

Los musgos y las plantas parásitas que aparecen en los muros son un indicador de un alto nivel de humedad en la zona donde se encuentran, posiblemente debido a un mal drenaje en la base del muro, a falta de sobrecimientos o a goteras.

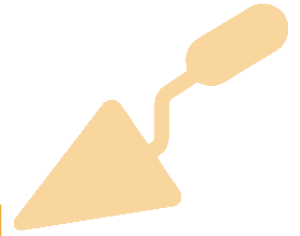
Por otra parte, si se planta vegetación en la base del muro y, aún más, si ésta se riega regularmente, esto impide a la base del muro secarse, causando problemas de humedad. Las raíces de los árboles pueden igualmente contribuir a la deformación o destrucción de los muros.

Muro de adobe con cubierta defectuosa, con humedad y plantas, antes y después de la intervención, Casa Otorongo. (EC, ES)



¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

INTERVENCIÓN EN PRESENCIA DE PLANTAS



59

Si crecen plantas en el interior del muro es necesario sacarlas del muro y solucionar el problema de humedad que ha permitido a las plantas desarrollarse. Si el daño es grave, hay que apuntalar el muro antes de intervenir. En caso de que el muro haya perdido bastante sección será necesario rellenarlo con una mezcla de barro y paja y una vez seco hacer un revoque y acabado no estancos (empañete, revoque de cal).

Si la vegetación está plantada en la base del muro y esto genera problemas de humedad, es preferible proceder a retirar dichas plantas y reparar el muro a continuación.

Muro de adobe después de la intervención con revoque de barro y paja, empañete y cal, Casa Otorongo. (EC, ES)





¿QUÉ PROBLEMAS ENCONTRAMOS EN LA EDIFICACIÓN?

60 DAÑOS ESTRUCTURALES

FISURAS Y GRIETAS

PANDEO LATERAL

DESPLOMES

ASENTAMIENTOS

ABULTAMIENTOS

DEFORMACIONES

PÉRDIDA DE RESISTENCIA

Los daños estructurales puede tener causas diversas, entre las cuales cabe destacar:

- Problemas en el terreno por humedad localizada o por expansividad de las arcillas presentes en el suelo.
- Mal diseño o ejecución de elementos estructurales.
- Malas intervenciones.
- Sobrecargas, mal uso de las edificaciones.
- Agentes bióticos como la polilla.
- Sismos, vibraciones, choques.

Algunos de los efectos generados por estos problemas son los siguientes:

GRIETAS Y FISURAS

Las grietas y fisuras son aberturas alargadas que se producen en un cuerpo sólido dividiéndolo. Las fisuras son cortes pequeños y en general superficiales. Las grietas son rajaduras más profundas que generalmente afectan a todo el espesor del muro.

Tienen causas muy diversas como veremos en las

páginas siguientes. Generalmente se originan en los bordes o perímetro y se extienden de forma horizontal, vertical o inclinada.

PANDEO LATERAL

El pandeo es un fenómeno de inestabilidad que puede darse en elementos comprimidos esbeltos (por ejemplo en muros muy altos con poco espesor, sin contrafuertes). El fenómeno del pandeo en muros se manifiesta a través de la aparición de desplazamientos en la dirección horizontal. Los muros esbeltos muy cargados flexionan como cuando apretamos un naipe entre dos dedos y tienden a perder su estabilidad.

Grietas de asentamiento de cimentacion (grieta superior) (LA)



DESPLOMES

Un desplome es una inclinación o pérdida de plomo de un muro. Esto ocurre por efecto de solicitaciones horizontales que deforman el muro afectado, sin que recupere su posición original. Además, el peso del propio muro, más el peso de la techumbre actuando sobre la zona deformada genera también una fuerza que mantiene la deformación en el tiempo (desplome).

ASENTAMIENTOS

Este fenómeno tiene lugar cuando el terreno falla por diversos motivos y deja de soportar el peso de las edificaciones, cuando las fundaciones son insuficientes o cuando se construyen nuevos pisos que las sobrecargan.

Desplome de planta superior de edificación. (EC)



ABULTAMIENTOS

Se suelen dar abultamientos en los muros a consecuencia de una pérdida de resistencia en los mismos, en general por mala ejecución o sobrecarga posterior.

DEFORMACIONES Y PÉRDIDA DE RESISTENCIA

Surgen a consecuencia de un mal dimensionado inicial de las estructuras de madera, de sobrecargas, del ataque de polillas o de la humedad.

Grieta vertical que indica que los dos muros se están separando. (ES)



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

DESPLOMES

62

Los desplomes son peligrosos y requieren la atención de especialistas. Se pueden producir por asentamientos del suelo, por mal diseño o mala ejecución de muros.

Los desplomes por asentamientos del suelo suelen ocurrir en suelos arcillosos y con fuertes pendientes y en zonas de retención de agua lluvia, en las que el suelo debilitado no aguanta la carga del edificio y se asienta. Eso provoca el desplome y muchas veces grietas que separan el muro del resto del inmueble.

Cuando los muros son demasiado esbeltos y no tienen traba con muros perpendiculares o cuando han sido construidos sin verificar la verticalidad también pueden aparecer desplomes.



Desplome por asentamiento del suelo (con agua atrapada) en Madagascar, (SM)

¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

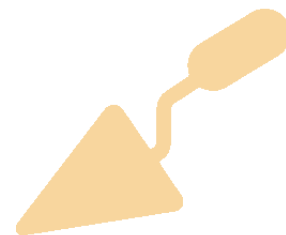
INTERVENCIONES EN MUROS CON DESPLOME

En caso de desplome de un muro:

1. En primer lugar tenemos que hacer un apuntalamiento donde sea necesario.
2. Para solucionar el problema tenemos que intervenir en su causa. Si el desplome es debido a la humedad, en muchos casos tendremos que secar el suelo con un drenaje adecuado. Se puede llegar a enmendar o sustituir los suelos usando cal hasta que se estabilicen.
3. Luego podemos intervenir en el muro. Cuando un muro pierde su verticalidad merece un análisis estático que verifique la posición de las cargas. De este análisis derivarían diferentes tipos de solución:
 - uso de tensores y llaves,
 - construcción de contrafuertes,
 - reemplazo del muro dañado.

Si la causa del desplome está activa, debemos desmontar el muro. Si no está activa y el desplome está estabilizado, tenemos que evaluar si demoler el muro según medición del desplome:

- Menor de 10% : aceptable.
- Entre 10% y 20% : desplome importante, tenemos la opción de intervenir en el muro (con llaves, tensores o contrafuertes) o de desmontarlo.
- Mayor del 20%: es necesario desmontar el muro.



En caso de reemplazo del muro dañado, procedemos por partes y volvemos a levantarlo después. Podemos reutilizar los adobes.

El muro nuevo deberá tener estabilidad propia pero al mismo tiempo estará convenientemente ligado a la construcción antigua. La propia estabilidad del muro estará garantizada por el uso de contrafuertes y por un anclaje efectivo de los entrepisos al mismo.

La traba con los muros antiguos es fundamental y se asegura mediante el uso de:

- llaves de madera (ver el punto posterior)
- traba de los mampuestos nuevos con los viejos
- vigas soleras



Muro con desplome e intervención:desmontaje de la parte alta del muro y atado del muro con muro perpendicular mediante viga collar de madera. Casa Carvallo (LA izquierda / ES arriba y derecha)



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

GRIETAS Y FISURAS CAUSADAS POR MÚLTIPLES

Una fisura o grieta indica una deformación de la estructura. No todas las fisuras y grietas suponen amenazas.

FISURAS CAPILARES

No son de importancia y afectan únicamente a los revocos. Son fisuras de menos de 3 mm. de espesor.

FISURAS SUPERFICIALES

Generalmente tampoco afectan a la estabilidad del edificio. Son fisuras que rondan los 5 mm. de espesor. Es necesario ver si estas fisuras evolucionan en el tiempo para poner remedio a las causas que las provocan.

GRIETAS PROFUNDAS

Afectan a toda o buena parte de la sección de un muro, hecho que puede presentar riesgo. Estas hendiduras tienen un espesor de más de 8 mm. Es necesario ver si están estables o siguen activas.

Las grietas y fisuras aparecen por diversas causas:

- asentamiento del suelo
- humedad
- estructuras deficientes
- falta de amarre entre dos muros
- sobrecargas
- sismos
- vibraciones
- choques
- efectos de dilatación y contracción por temperatura
- movimientos dispares de elementos de la edificación, haciendo superar el límite de resistencia del material.

¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

MONITOREO Y ESTABILIZACIÓN

Para medir el nivel de peligro tenemos que saber en primer lugar si la grieta continúa evolucionando (grieta viva) o se encuentra estable después de mucho tiempo.

Para saber si una grieta está viva o muerta, se recomienda medirla a intervalos regulares en el transcurso de varios meses (monitoreo).

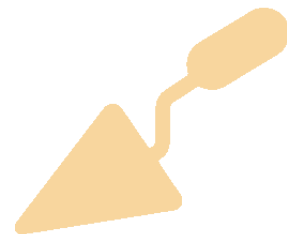
En la grieta se pueden poner uno o varios testigos o “palomillas”, elementos superficiales que se colocan sobre las hendiduras. Su forma es la indicada en la imagen de la derecha, su longitud alrededor de 20 cm. y su espesor aproximado de 1 cm.

En muros interiores es preferible el uso de yeso y en exteriores el mortero de arena y cemento. Para aplicarlas es preciso eliminar los revestimientos, “picar” el mampuesto en un espesor de 1 cm. y humedecer la superficie del muro.

Si con el paso del tiempo el testigo se rompe, es señal de que la grieta está viva y sigue dilatándose.

Intervenir en la grieta sin eliminar primeramente la causa de la misma no resuelve nada. Tenemos que comprender por qué ha aparecido la grieta y analizar el problema en su contexto. La causa se puede encontrar lejos de la grieta, por ejemplo en la base del edificio.

Tenemos entonces que identificar y localizar la causa de



la grieta y eliminar el problema de raíz, asegurándonos de no desplazarlo a otro punto del inmueble. Después de la intervención, debemos que asegurarnos de que la grieta se haya estabilizado, colocando un nuevo testigo y observándolo. La estabilización puede tardar varias semanas después de la eliminación de su causa.

Si la grieta está muerta o una vez que hayamos estabilizado el problema que la causaba, entonces se puede intervenir en ella.

LLAVES DE MADERA

Los muros de adobe pueden perder su trabado por efecto de un agrietamiento. La continuidad puede ser restituida por ejemplo mediante el uso de "llaves" de madera (ver imagen del centro a la derecha).

Para amarrar dos muros con una llave tenemos que:

1. Limpiar la grieta para sacar el polvo.
2. Insertar unas llaves de madera dentro de la mampostería, adhiriéndolas con mortero de tierra al menos a 15 cm. de profundidad en ambos lados.

TENSORES METÁLICOS

Como complemento a la inserción de llaves de madera, una buena solución es el uso de tensores metálicos. Para que sean efectivos, los tensores deben enlazar el muro en cuestión con otro perpendicular. Para difundir la tensión en el interior del muro, deben anclarse a los dos muros perpendiculares mediante placas de madera.

Imagen superior: Testigo de yeso para monitoreo de grietas (SM);

Imagen central: Llave de madera para amarre de dos muros (DP);

Intervención con llave metálica en grieta vertical. (ES)





¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

GRIETAS DE ASENTAMIENTO DEL SUELO

66

Casi todo lecho de fundación está sujeto a asentamientos que no suelen provocar lesiones cuando ha existido un buen diseño. Los asentamientos no siempre son uniformes. Si el asentamiento de la fundación es diferente entre una parte y otra del inmueble, esto puede originar efectos que comprometen su estabilidad:

- Discontinuidad de nivel en los pisos.
- Grietas en los muros, predominantemente verticales.

Las grietas pueden amenazar la seguridad estructural. Las lesiones pueden deberse a la presencia de:

- A) Alturas o masas diferentes de las distintas partes del inmueble. Esto ocurre por ejemplo si una parte presenta muchos más vanos que otra, ya que se asentará menos.
 - B) Suelo debilitado por la presencia de agua procedente de lluvia o de fugas en un punto. En ese punto, el suelo debilitado no aguanta el peso del edificio asentándose y provocando grietas, desplomes e incluso colapsos.
- Las grietas de asentamiento pueden tener dos formas:

GRIETAS PARABÓLICAS

Aparecen en las partes más débiles (dinteles y antepechos). Se manifiestan normalmente cuando hay un fallo en la fundación que cede, dando origen a una grieta parabólica. Estas grietas casi nunca representan un riesgo para la estabilidad de la construcción.

GRIETAS VERTICALES

Pueden amenazar gravemente la estabilidad de la estructura. Si a esta situación se le suma un sismo, las probabilidades de colapso del edificio son muy altas.

¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?



INTERVENCIÓN EN GRIETAS DE ASENTAMIENTO

Se trata de un problema estructural: es recomendable pedir ayuda a un ingeniero de estructuras.

En primer lugar, es necesario apuntalar la estructura. Si las grietas aparecen por asentamientos debidos a la humedad en un punto, se debe sanear la zona y efectuar un drenaje a una distancia de al menos 1 m. del muro. Una vez solucionado el problema de humedad, podemos atar los dos lados de la grieta utilizando llaves de madera o metal como ya hemos visto.

En caso de grietas parabólicas vivas, será necesario reforzar la fundación por tramos cortos y apuntalando.

Grietas verticales de asentamiento, Cementerio de Sigsig (LA)



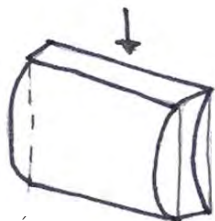
¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

PANDEO LATERAL EN MUROS ESBELTOS

En muros excesivamente largos o altos y de poco espesor (muros esbeltos), se puede generar un pandeo lateral.

Estos casos son fácilmente reconocibles por la combadura horizontal o vertical que presentan, que es más acusada en la mitad de su longitud o altura según el caso.

A veces el pandeo de un muro esbelto es debido a la eliminación de otro muro que le proporcionaba soporte lateral.



Fenómeno del pandeo

Pandeo debido a filtración de agua lluvia en un muro de bahareque. Convento "Buen Pastor" (MCA)



¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

SOPORTE LATERAL

67

Cuando existe pandeo lateral o excesiva esbeltez, hay que proporcionar un soporte lateral adecuado al muro.

Tal soporte podrá estar constituidos por:

- Nuevos muros perpendiculares.
- Contrafuertes.

Se pueden también añadir unas vigas de rigidez a nivel de los cielos rasos, que han de tener elevado momento de inercia. Eso puede conseguirse con la construcción de celosías trianguladas de madera o vigas acopladas del mismo material.

Contrafuertes en muro largo de adobe, Casa Ugarte, Cuenca, arq. Max Cabrera. (EC)



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

ABULTAMIENTOS POR APLASTAMIENTO

68

A veces encontramos muros, especialmente de adobe, con problemas de :

- Abultamientos.
- Disgregación de los adobes y/o del mortero.

Estos problemas, sobre todo si aparecen juntos, pueden deberse al aplastamiento del muro, causado por:

- Intervenciones en inmuebles antiguos con aumentos en altura (más frecuentemente).
- Filtraciones de agua sobre muros de adobe.
- Mala calidad inicial del mortero.
- Envejecimiento del mortero y/o de los adobes.
- Mala calidad inicial del adobe (más raramente).

Deformación del muro debida a la presencia de filtraciones de agua (MCA)



¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

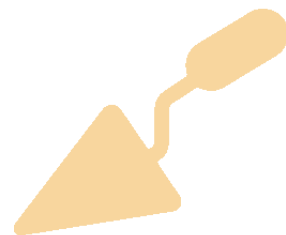
DESMONTAJE

Si aparecen problemas de aplastamiento en el muro, tenemos que proceder al desmontaje del mismo pues se trata de un problema estructural grave en el que el muro ha perdido capacidad portante.

Podemos reutilizar el material recuperado para crear nuevos adobes mejorados, por ejemplo con una proporción de arcilla, arena y limo mejor o con fibras vegetales.

Para evitar problemas de este tipo, es importante no realizar aumentos de altura en inmuebles de tierra consolidados.

Refacción de la parte deteriorada de un muro de adobe (EC)



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

POLILLA O DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE MADERA

La estructura de madera de las cubiertas o los muros de bahareque puede ser afectada por la polilla, un problema frecuente. También puede estar deformada y presentar, por ejemplo, pandeos.

Esto puede suceder en la estructura de cubiertas, en los dinteles, en las vigas de los entresijos o en los muros de bahareque.

Los dos problemas pueden tener consecuencias graves para la estabilidad de la estructura.

Estructura de bahareque deteriorada por polilla (LA)



¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

INTERVENCIÓN EN ESTRUCTURA DAÑADA

Podemos reforzar una estructura de madera dañada añadiendo nuevas piezas a lado o por debajo de las dañadas, dejándolas sin carga o trabajando conjuntamente con el nuevo elemento. Si los elementos antiguos están en muy mal estado, también podemos reemplazarlos. La longitud necesaria de apoyo tendrá que ser de mínimo 30 cm. para vigas, dinteles, pares u otros elementos portantes.

Si el problema surge en un muro de bahareque, las secciones de madera en mal estado se podrán sustituir por otras sanas, que se solidarizarán con la parte sana preexistente mediante atado. Si la sustitución no es posible, se colocarán otras en paralelo a las antiguas.

Acompañamiento a par deteriorado con nuevo elemento (LA)





¿QUÉ PROBLEMAS ENCONTRAMOS EN LA EDIFICACIÓN?

70

ACCIÓN HUMANA Y MALAS PRÁCTICAS

El ser humano participa directamente en la destrucción del patrimonio, muchas veces por falta de conocimiento. Las acciones humanas suelen causar problemas estructurales o de humedad, los cuales ya hemos visto anteriormente.

Es necesario controlar estas acciones para no añadir factores de riesgo a la conservación de las edificaciones, pues el paso del tiempo, los asentamientos y los agentes atmosféricos ya hacen necesario un mantenimiento preventivo en las construcciones.

Algunas causas de deterioro de los inmuebles por causas humanas son:

FALTA DE MANTENIMIENTO

En ocasiones se observan edificaciones de valor patrimonial que se encuentran en un estado de deterioro bastante avanzado. Se debe promover el mantenimiento preventivo de las construcciones del Centro Histórico de Cuenca para disminuir los efectos adversos y evitar una mayor repercusión de los daños en los edificios con el paso del tiempo. Esto se debe hacer mediante concienciación ciudadana, capacitación, mejora de la accesibilidad a materiales y profesionales preparados.

ABANDONO DE INMUEBLES

El abandono de los inmuebles se da por diversas causas como problemas de herencia, complejidad de las intervenciones, falta de recursos para la conservación, difi-

cultad para adaptar las construcciones a las exigencias de la vida contemporánea, etc.

Los problemas de herencia son ejemplos típicos del abandono de inmuebles. Numerosas familias herederas de grandes edificios de vivienda, en su momento unifamiliares pero con escalas sobredimensionadas para la actualidad, no se ponen de acuerdo para disfrutar o vender el bien; el tiempo corre en contra de los inmuebles antiguos que, en ocasiones, terminan derrumbándose.

INTERVENCIONES DAÑINAS CON LAS EDIFICACIONES

Las transformaciones de los espacios realizadas con criterios equivocados alterando la estructura de las edificaciones y poniendo en riesgo la estabilidad de las mismas son un grave problema. Esto sucede por ejemplo cuando se realizan alteraciones de la tipología originaria para adaptarlas a las nuevas actividades comerciales.

Además de esto, el Centro Histórico de Cuenca es muy codiciado por los promotores inmobiliarios para desarrollar operaciones que permitan grandes ganancias económicas en poco tiempo. Contrario a estos, el patrimonio muchas veces es un estorbo; por ello se llega incluso a destruirlo voluntariamente o a dejarlo degradarse rápidamente. Un inmueble abandonado y sin mantenimiento puede acabar colapsando en poco tiempo.

INSTALACIONES INADECUADAS

La instalación incorrecta de las distintas redes de abastecimiento de agua, la electricidad, etc., puede llevar a problemas de estabilidad en las construcciones. Por ejemplo, una caja de medidores instalada en una fachada, sobre todo si está cerca de una esquina, puede generar problemas de estabilidad estructural. El cableado debe ser introducido en los muros en la capa del revoque, tratando de evitar horadar el muro portante. Una vez instalado, se podrá proceder a volver a sellar el muro con mortero de barro y paja, nunca con cemento. Las instalaciones de agua son también potencialmente dañinas. Se recomienda colocarlas siempre fuera de los muros y de ese modo evitar la acumulación de agua en ellos y tenerlas siempre controladas.

EMPLEO DE MATERIALES INADECUADOS

La introducción de nuevos materiales, como los revocos de cemento y la falta de conocimiento sobre la tierra como material de construcción, provocan en muchos casos problemas en el frágil equilibrio de la arquitectura en tierra patrimonial, concentrando las cargas y la humedad en puntos específicos y generando grandes daños para las edificaciones.

GENTRIFICACIÓN

La Ciudad histórica de Cuenca atrae a un gran número de turistas y otras personas con mayor poder adquisitivo que la población local para adquirir viviendas. Esta fuerte demanda provoca un aumento en el precio del

suelo y de las edificaciones, de tal forma que muchas familias locales deciden vender y son pocas las que pueden comprar o alquilar en el centro. Esto hace que la Ciudad histórica esté cada vez más despoblada, y que muchas edificaciones pierdan a sus inquilinos.

Además, vemos que los turistas ocupan sus viviendas tan solo durante un corto periodo del año; de este modo, el espíritu del Centro Histórico de Cuenca está cambiando poco a poco.

FALTA DE SENSIBILIZACIÓN E INFORMACIÓN

En ocasiones, sobre todo en los edificios privados, se observan actuaciones inadecuadas debidas a la falta de conocimiento de la cultura constructiva tradicional. Es necesario actuar haciendo hincapié en las buenas prácticas para evitar los problemas creados por las malas intervenciones.

Esta es la clave para la reducción del deterioro del patrimonio por causas humanas. Por ello, en las siguientes páginas mostramos un ejemplo de cartillas informativas para sensibilizar a la ciudadanía sobre las buenas prácticas y sobre los problemas más comunes como la humedad.

¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?

¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?

72

DESCONOCIMIENTO

INFORMACIÓN

Extractos de folleto informativo destinado a la ciudadanía (elaboración propia):



TENGO CUIDADO CON EL AGUA Y LA HUMEDAD, ENEMIGOS NATURALES DE TODAS LAS CASAS...

ALEROS CORTOS

UN ALERO DEMASIADO CORTO PUEDE DEJAR QUE EL AGUA LLUVIA PENETRE EN EL MURO.

PODEMOS ALARGARLO UNENDO NUEVOS PARES MÁS LARGOS A LOS PARES EXISTENTES, Y COLOCANDO UNA CANAL AL BORDE DEL ALERO NUEVO.

PLANTAS

LAS PLANTAS QUE APARECEN EN LOS MUROS INDICAN QUE HAY MUCHA HUMEDAD CAUSADA POR UN MAL DRENAJE, A GOTERAS, A TUBERIAS DEFECTUOSAS EN EL INTERIOR DEL MURO...

TUBERÍAS DEFECTUOSAS

UNA TUBERÍA DEFECTUOSA DENTRO DEL MURO PUEDE PROVOCAR DAÑOS MUY GRAVES, PORQUE NOS ENTERAREMOS DEL PROBLEMA SOLO CUANDO EL MURO ESTÉ MOJADO HASTA LA SUPERFICIE.

GOTERAS

LAS GOTERAS AUMENTAN LA PROBABILIDAD DE QUE EL AGUA LLUVIA PENETRE EN EL MURO Y EN LA ESTRUCTURA DE MADERA, GENERANDO RAJAS, DISMINUYENDO LA RESISTENCIA DEL MURO Y PUDIENDO LA MADERA.

HUMEDAD EN CUARTOS DE BAÑO

EN LAS ZONAS HÚMEDAS DE LA CASA, ES NECESARIO PROTEGER LOS MUROS DE BARRO CON CERÁMICA. EN PRIMER LUGAR, FIJAMOS AL MURO LADRILLOS DE OBRA PUESTOS DE CANTO CON MORTERO DE BARRO (¡Y NO DE CEMENTO!). LAS JUNTAS DEL LADRILLO SE HACEN CON MORTERO DE CEMENTO, Y ENCIMA DE LOS LADRILLOS SE FIJA LA CERÁMICA CON ESE MISMO MORTERO.

CANAL OBSTRUIDO

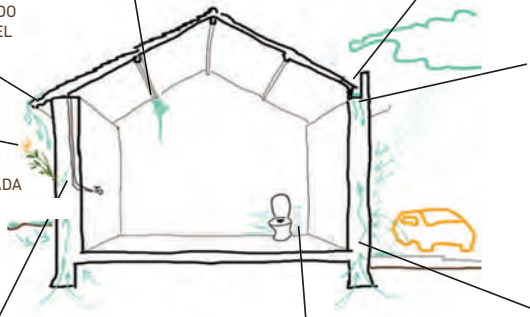
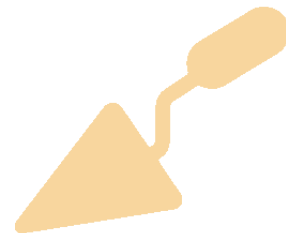
SI EL CANAL DE DESAGUE ESTÁ OBSTRUIDO, EL AGUA LLUVIA NO PUEDE SALIR Y DESBORDA SOBRE EL MURO, CAUSANDO HUMEDAD Y DESPRENDIMIENTO DE LA PARED. ES IMPORTANTE LIMPIAR LOS CANALES A MENUDO, PARA NO TENER QUE ARREGLAR PROBLEMAS MUCHO MÁS GRAVES.

BALAUSTRADA CORRIDA CON FILTRACIÓN DESDE EL CANAL

LA BALAUSTRADA CORRIDA ES TÍPICA DE LA ARQUITECTURA REPUBLICANA CUENCANA. SI LOS CANALES NO SE LIMPIAN A MENUDO, DEJAN PASAR EL AGUA LLUVIA, AFECTANDO A LOS MUROS Y A LAS VIGAS DE MADERA. SI HAY FUGAS, ES NECESARIO REPARARLAS REHACIENDO EL MORTERO, INCORPORANDO CANALES METÁLICOS O IMPERMEABILIZANDO LOS CANALES CON UN PRODUCTO ASFÁLTICO

FALTA DE SOBRECIMIENTO

LA FALTA DE SOBRECIMIENTO, LA SUBIDA DE NIVELES DE LA CALLE O DE PISOS INTERIORES, FAVORECEN LA HUMEDAD EN LA BASE DE LOS MUROS. CON EL TIEMPO, ESTO DETERIORA EL MURO, QUE COMIENZA A HINCHARSE LLEGANDO AL COLAPSO. ES NECESARIO COLOCAR JUNTO AL MURO UN MATERIAL QUE LO PROTEJA, COMO EL LADRILLO.



¿POR QUÉ APARECE EL PROBLEMA?



MALAS PRÁCTICAS



...¡Y NO HAGO INTERVENCIONES QUE PUEDAN SER MALAS PARA LA CASA Y PARA NUESTRA SEGURIDAD!

REVOQUES O PINTURAS

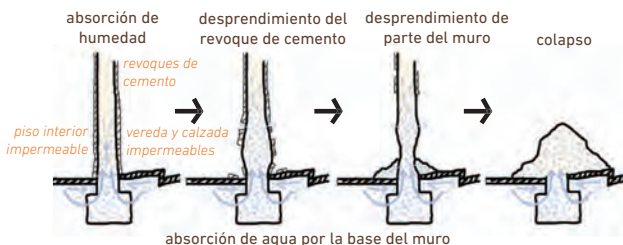
LOS ENLUCIDOS DE CEMENTO Y LAS PINTURAS PLÁSTICAS IMPIDEN A LA HUMEDAD EVAPORARSE DE LOS MUROS Y LOS DEBILITAN HASTA QUE SE CAEN.

SI UN MURO DE TIERRA TIENE UN ENLUCIDO DE CEMENTO, TENEMOS QUE SUSTITUIRLO POR OTRO QUE PERMITA AL MURO RESPIRAR, COMO ES EL REVOQUE DE BARRO Y PAJA, DE CAL O DE YESO.

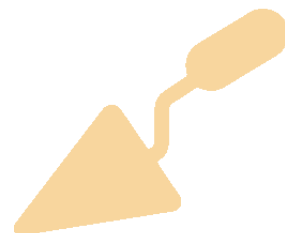
LAS PINTURAS MEJORES SON LAS QUE DEJAN PASAR EL VAPOR DE AGUA: PINTURAS AL AGUA, DE TIERRA, CON CAL...



EN CASO DE SISMO, HAY MAYOR RIESGO DE COLAPSO CUANDO HAY MALAS INTERVENCIONES O FALTA DE MANTENIMIENTO.



¿CÓMO PUEDO INTERVENIR?



SENSIBILIZACIÓN

73

MUROS MEDIANEROS

UNA CASA DE BARRO EN LA CIUDAD COMPARTIÓ MUROS CON LOS VECINOS.

A VECES CADA PROPIETARIO INTERVIENE POR SU CUENTA EN LA PARED MEDIANERA, SIN INFORMAR AL VECINO Y PARTIENDO LA PARED. ESTO ES PELIGROSO Y AFECTA A LA SEGURIDAD DE LAS CASAS.

AÑADIR ESTRUCTURAS DE MATERIALES NUEVOS

AÑADIR ESTRUCTURAS DE MATERIALES NUEVOS, COMO EL ACERO O EL HORMIGÓN ARMADO, GENERA SEPARACIÓN ENTRE LOS MUROS.

EN CASO DE SISMO, LAS NUEVAS ESTRUCTURAS GOLPEAN COMO UN MARTILLO A LOS MUROS DE TIERRA, QUE SE CAEN CON MÁS FACILIDAD.

NUEVAS PUERTAS Y VENTANAS

NO SE PUEDEN ABRIR NUEVAS PUERTAS O VENTANAS SIN CONSULTAR A UN ESPECIALISTA, PORQUE PUEDE SER MUY PELIGROSO PARA LA SEGURIDAD DE LA CASA.



AGUJEROS RELLENADOS CON MORTERO DE CEMENTO

LAS ABERTURAS REALIZADAS EN LOS MUROS NO SE DEBEN REPARAR CON MORTERO DE CEMENTO Y ARENA, PARA EVITAR DAÑAR A LOS MUROS.

TENEMOS QUE UTILIZAR UN MORTERO DE BARRO Y PAJA, Y UNA VEZ SECO PROCEDER A REALIZAR EL ACABADO.

ELEVACIÓN DE PISOS O PISOS IMPERMEABLES

HAY QUE EVITAR HACER PISOS IMPERMEABLES (CEMENTO...). TAMPOCO SE DEBEN DEJAR BAJO EL NIVEL DEL SUELO LOS MUROS DE ADOBE Y BAHAREQUE.

EL RIESGO SÍSMICO

En lugares donde la frecuencia de temblores no es muy frecuente, como Cuenca, la inquietud por mejorar las condiciones de la construcción es muy grande inmediatamente después de un sismo, pero el paso del tiempo va haciendo olvidar los daños y al cabo de algunos meses se vuelve a construir en la misma forma despreocupada.

Sin embargo, unas sencillas intervenciones pueden mejorar mucho la resistencia del edificio al sismo, especialmente cuando el edificio presenta daños que lo debilitan.

SIMETRÍA

Las construcciones sencillas y simétricas son preferibles porque eliminan el riesgo de torsiones, causa frecuente del colapso de edificaciones. La intervención ante riesgo sísmico tiene que conservar tales cualidades si ya existen o tratar de crearlas.

PEQUEÑAS ESBELTECES

Los muros muy esbeltos son susceptibles de daños por causa de la carga estructural normal del edificio y, mucho más, en caso de sismo.

Los muros de adobe deben tener una esbeltez máxima de 1:7 entre espesor del muro y altura del mismo. Si se encuentran relaciones de esbeltez mayores a 1:7 se recomienda rebajar la altura de los muros.

PEQUEÑOS VANOS (PUERTAS Y VENTANAS)

La resistencia de los muros ante solicitaciones de carga está dada por su masa. Cualquier debilitamiento de sección se torna peligroso. La intervención tiene que evitar o corregir la presencia de grandes vanos y más cuando junto a éstos aparecen delgadas pilastras.

LIGAR Y RIGIDIZAR PISOS Y CUBIERTA

En caso de sismo, tanto los pisos como la cubierta son elementos de soporte para los muros en que se encuentran apoyados contra los empujes horizontales del sismo. Es importante entonces ligarlos adecuadamente y rigidizarlos en su plano horizontal.

AMARRE DE LOS MUROS CON VIGAS/SOLERAS

Mejora mucho la resistencia al sismo el hecho de ligar entre sí los diferentes elementos resistentes con cadenas continuas que ligen los muros entre sí y éstos al sistema de entrepiso y cubierta.

El encadenado puede ser de hormigón armado, acero o madera, siendo preferible utilizar esta última por ser más flexible y trabajar de manera más acorde con los muros de tierra.



IGUALDAD DE RESISTENCIAS

Los muros del inmueble tendrían que presentar igualdad de resistencia en las dos direcciones del edificio: esto mejora mucho la resistencia al sismo.

A menudo se encuentra el adobe combinado con otros materiales como concreto armado, porciones de albañilería de ladrillo o enlucidos de cemento; todos ellos materiales mucho más rígidos que el adobe. Esto es, en general, el resultado de modificaciones arquitectónicas a la distribución original de la construcción de adobe. En caso de sismos se producen fisuras en la zona de contacto entre los dos materiales, especialmente cuando se trata de muros relativamente anchos.

La añadidura de estructuras en materiales nuevos, como el acero o el hormigón armado, es peligrosa. Los violentos sismos de la ciudad de Bam, en Iran (2003) nos evidencian la fragilidad de las estructuras mixtas. La diversidad de material genera comportamientos distintos, que favoreces derrames, rupturas y hundimientos.

Las estructuras homogéneas, solamente de tierra, resisten mucho mas, cuando son bien construidas y mantenidas.

Tenemos que tratar de remplazar los materiales. Si esto no es posible, debemos crear una junta de separación, suficientemente ancha, para que en el momento del sismo los muros puedan trabajar independientemente.

EMPUJE HORIZONTAL DE LA CUBIERTA

Los techos, especialmente de tipo pesado y a dos aguas, pueden causar empujes horizontales no previstos en la parte superior de los muros, cuando los tijerales no están construidos adecuadamente.

Esto es muy peligroso en caso de sismo porque la aceleración vertical provocada por éste puede provocar el incremento del empuje horizontal de la cubierta en los muros, con el consecuente colapso del techo dentro de la vivienda.

Antes de llevar a cabo intervenciones mayores que van más allá del mantenimiento, resulta muy útil hacer un diagnóstico para comprender el valor del edificio, identificar los elementos que deben ser preservados y comprender los procesos de degradación.

Imagen de Cuenca, (EC)

5. DIAGNÓSTICO TÉCNICO





EL DIAGNÓSTICO TÉCNICO

Un diagnóstico técnico permite comprender el estado de un inmueble y encontrar las soluciones apropiadas para su conservación.

El diagnóstico tiene que:

1. Entender la historia del inmueble e identificar su valor patrimonial.
2. Explicar el estado del inmueble y su evolución.
3. Presentar todas las patologías presentes.
4. Describir los procesos de deterioro e identificar las causas que originaron los daños.
5. Proporcionar recomendaciones técnicas y si fuera necesario intervenciones de urgencia. A veces es suficiente apuntalar un dintel, añadir unas tejas o cavar un drenaje para salvar un muro amenazado.

Antes de analizar el inmueble en detalle, la primera visita tiene que medir el nivel de desgaste y de riesgo de hundimiento de la estructura. Esta etapa identifica las zonas en riesgo que tenemos que estabilizar (por ejemplo con apuntalamiento) o a cerrar para evitar el acceso.

Una etapa fundamental del diagnóstico de un inmueble de tierra es comprender los recorridos y el flujo del agua. Observar el camino del agua de lluvia y las filtraciones es mucho más fácil cuando llueve.

El diagnóstico ha de comprender cuestiones básicas:

- ¿en qué dirección fluye el agua de lluvia?
- ¿dónde se estanca?
- ¿qué zonas reciben mayores concentraciones de agua?

Un dibujo de los muros y de la cubierta, aunque sea sintético, permite entender la estructura y la distribución de las cargas así como indicar los daños presentes.

Es importante entender en qué orden han sido construidas las estructuras e indicar las sucesivas intervenciones en la vida del inmueble. Eso permite por ejemplo diferenciar las fisuras “naturales” debidas a la yuxtaposición de partes en épocas distintas, de las fisuras debidas a deformaciones estructurales.

En esta fase, unas fotografías antiguas pueden resultar muy útiles para entender la evolución del edificio, así como el diálogo con los antiguos habitantes fuente de informaciones preciosas.

Es importante jerarquizar los daños según su nivel de amenaza. Tenemos que diferenciar:

- los daños antiguos de los recién ocurridos.
- los daños “ordinarios o de uso normal” (por ejemplo, suciedad, erosión de las superficies), de lo que es accidental.

Cada patología está generada por un conjunto de factores de deterioro que hay que entender en su conjunto. La investigación de las causas de las patologías es muy importante y tendría que ser llevada a cabo por personas expertas. Los factores de deterioro son varios, y en muchos casos actúan juntos o uno después de otro (efecto dominó).

MODELO DE FICHA DE DIAGNÓSTICO TÉCNICO



Les proponemos un ejemplo de ficha de diagnostico técnico que puede ser útil para comprender el estado de un inmueble, observando todas sus partes, y formular una hipótesis sobre las causas y las dinámicas que han generado el estado actual del inmueble.

Esta etapa es fundamental para encontrar las soluciones apropiadas para su conservación.

1. IDENTIFICACIÓN GENERAL

1.1 UBICACIÓN

Clave Catastral:

Zona Sector Manzana Predio P. Horiz.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Calle:

N° Cívico

1.2 USOS Y FUNCIONES

Uso (s) Predominante (s) Actual (es):

1.

2.

2. CAMPOS DE VALORACIÓN

Valoración de Preregistro:

VHIAR VHIAR VHIAR Sin
1 2 3 valor

Valoración de Registro:

E VAR A. VAR B. A. SV. N.



3. REPORTE DEL ESTADO DE LA EDIFICACIÓN

La edificación se encuentra en:

Buen estado Afeciones considerables No se puede definir claramente

Afeciones leves Afeciones severas

Elemento	No visible	Material	Daño Visible	Característica	Registro
Fachadas hacia las calles			Presencia de trizaduras	Diagonal	<i>Para registrar los daños</i>
				Horizontal	<i>visibles según sus</i>
				En unión de muros	<i>características, marque</i>
			Presencia de humedad	Parte alta	<i>con una "x" en este casillero.</i>
				Parte baja	
			Cambio en la forma del muro	Inclinación	
				Abultamiento	
				Desprendimientos visibles	
			Presencia de manchas		
Puertas, ventanas, pasamanos (carpintería de madera)			Cambio de forma	Torsión	
				Pandeo	
				Desgaste visible	
				Rotura	
				Polilla	
				Alteración de uniones	
				Trizaduras	
				Pudrición	



Elemento	No visible	Material	Daño Visible	Característica	Registro
Puertas, ventanas, balaustradas (carpintería de metal)			Deformación	Torsión	
				Pandeo	
			Presencia de rotura (s)		
			Presencia de polillas		
			Alteración visible de uniones		
			Presencia de trizaduras		
Muros			Presencia de trizaduras	Diagonal	
				Horizontal	
				En unión de muros	
			Presencia de humedad	Parte alta	
				Parte baja	
			Cambio en la forma del muro	Inclinación	
		Abultamiento			
Columnas			Cambio de forma	Inclinación visible	
				Torsión	
				Pandeo	
			Presencia de rotura (s)		
			Presencia de polillas		
			Alteración visible de uniones		
		Presencia de trizaduras			
		Presencia de pudrición			



Elemento	No visible	Material	Daño Visible	Característica	Registro
Vigas			Cambio de forma	Inclinación visible	
				Torsión	
				Pandeo	
			Presencia de rotura (s)		
			Presencia de polillas		
			Alteración visible de uniones		
			Presencia de trizaduras		
Cubierta			Presencia de goteras		
			Hundimiento		
			Material faltante		
			Estado de canales y bajantes de aguas lluvias	Unión defectuosa	
				Obstrucción	
				Rotura	
		Vegetación invasiva			
Piso (acabados + estructura)			Hundimiento visible		
			Fuerte vibración al caminar		
			Presencia de trizaduras		
Cielo raso			Desprendimiento visible		
			Presencia de manchas		
			Presencia de trizaduras		



Elemento	No visible	Material	Daño Visible	Característica	Registro
Escaleras			Cambio de forma	Inclinación visible	
				Torsión	
				Pandeo	
			Desgaste de peldaño		
			Presencia de rotura		
			Presencia de polillas		
			Alteración visible de uniones		
			Presencia de trizaduras		
		Presencia de pudrición			
Acabados			Enlucidos	Desprendimiento	
				Trizaduras	
			Pintura	Manchas	
				Decoloración	
Instalaciones			Presencia de fugas de agua		
			Obstrucción de cañerías		
			Presencia de cables expuestos		
			Empalmes (uniones) defectuosos		



4. AUTENTICIDAD E INTEGRIDAD

Elementos arquitectónicos de valor que han sido preservados	
Añadidos nocivos	
Modificaciones beneficiosas	

5. COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

En esta parte podemos hacer una hipótesis sobre como se han generado los daños: sus causas y los factores naturales o humanos que originaron el estado actual del inmueble.

Esto es muy importante porque eliminar las causas de los problemas es prioritario, en lugar de

intentar solucionar los daños presentes sin eliminar sus causas, como se observa en muchas malas intervenciones.

6. AMENAZAS Y MEDIDAS URGENTES

Principales amenazas para la edificación	Medidas urgentes para salvar la edificación
<i>Es importante jerarquizar los daños según su nivel de amenaza, para actuar a tiempo. A veces es suficiente apuntalar un dintel, añadir unas tejas o cavar un drenaje para salvar un muro.</i>	



Numerosos habitantes, profesionales e instituciones están comprometidos con la conservación del patrimonio de tierra de Cuenca. Este capítulo presenta una pequeña selección de proyectos de conservación llevados a cabo con diferentes enfoques y medios de intervención.

Es necesario poner en valor y comunicar otros proyectos de conservación ejemplares. La red "Amigos de la Arquitectura de Tierra de Cuenca" puede ser un buen espacio de intercambio para todas las personas interesadas en la conservación del patrimonio de tierra cuencano.

Casa Otorongo (Imagen: EC)

6. EJEMPLOS DE INTERVENCIÓN





INTERVENIR SOBRE UN EDIFICIO DE TIERRA

85

¿Qué conservar? ¿Qué demoler? Es importante conservar todo lo que se encuentra todavía en buen estado. Eso es válido también para los detalles constructivos, como las decoraciones o los tipos de ventanas.

Por ejemplo, cuando una parte del muro se está desmoronando pero el resto de la estructura no está debilitada, es suficiente con reconstruir la parte dañada. Si tenemos que reconstruir, es importante que la reconstrucción utilice la misma técnica o por lo menos el material original.

MATERIALES MODERNOS

Los materiales y las técnicas tradicionales necesitan un mantenimiento regular. Por razones de bienestar térmico, de sustentabilidad y de respeto de los valores arquitectónicos es mejor seguir las técnicas ancestrales de construcción para llevar a cabo este mantenimiento. Eso no significa que el cemento o los otros materiales en venta tengan que ser rechazados, pero tenemos que tener cuidado y utilizarlos de manera juiciosa porque su empleo puede ser destructivo a largo plazo.

Algunas soluciones modernas no son apropiadas para los inmuebles de tierra, por ejemplo:

- los revocos a base de cemento, que no permiten la evaporación del agua y causan problemas de humedad.
- los revocos estabilizados químicamente, que se desprenden de los muros de tierra.

IDENTIFICAR PRIORIDADES

La falta de recursos hace difícil la decisión de una intervención de conservación, pues los recursos no alcanzan para solucionar todos los problemas del inmueble.

Tenemos que identificar prioridades y aprovechar los recursos de la mejor manera posible. La información recopilada en el diagnóstico técnico será entonces útil para tomar estas decisiones. Se tiene que definir un listado de intervenciones, y ordenarlas según la prioridad.

Los revocos a base de cemento, que no permiten la evaporación del agua, causan problemas de humedad en el muro. (LA)



HERMANO MIGUEL 5-40

86

CASA CARVALLO

El inmueble patrimonial ubicado en el tradicional barrio de La Merced tiene un valor de edificación ambiental. El terreno de la edificación fue parte de un predio de mayor tamaño, conocido como garajes Carvallo.

El edificio fue construido durante los años 40, con paredes colindantes de adobe, paredes interiores de bahareque, paredes de fachada de ladrillo y bahareque. El inmueble es de dos pisos hacia la calle Hermano Miguel y tres pisos al interior de los garajes. Se organiza alrededor de un patio lateral y de corredores. Destaca la carpintería de puertas, pilares, ventanas, pasamanos de madera y el uso de la baldosa de cemento.

En la década de los años 60 se disminuyó la altura de los ambientes sustituyendo los cielos rasos; se eliminaron paredes de bahareque, usando materiales modernos de la época. En fachada se sustituyó el revoque de barro por un champeado de cemento y arena.

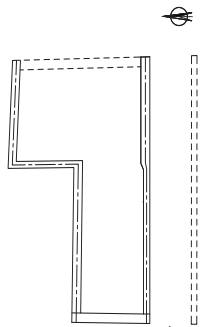
INTERVENCIÓN

El objetivo principal es mantener la vocación residencial del inmueble y su tipología original.

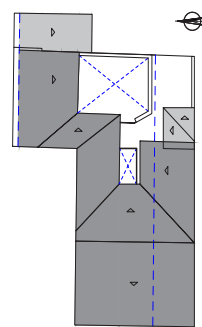
Se logró la restitución de las paredes de bahareque, la recuperación de la altura de los cielos rasos, la eliminación de los agregados y la dotación de nuevas instalaciones de electricidad, agua potable, alcantarillado.

Las prioridades de la intervención fueron detener los daños provenientes de las filtraciones en muros, cubiertas y pisos, así como reforzar la estructura general del inmueble.

Todas las fotografías de este ejemplo son de LA



Plano del terreno, 1941 (LA)



Plano del inmueble, 2014 (LA)





Muros de bahareque

Muro de adobe con desplome desmontado (im.inferior)



PATOLOGÍAS E INTERVENCIONES

87

MUROS DE ADOBE

- Desplome de la pared posterior de cerramiento, debido a una esbeltez mayor a 7, sin elementos de anclaje ni cadena de coronación.
- Fisuras en muro eje E por falta de traba entre adobes.
- Fisuras en muro eje E, en área de encuentro con pared de fachada frontal de ladrillo por diferencia de materiales.
- Muro en acceso a garaje se corrigieron humedades en base y cabezal.

La pared de adobe que tiene desplome es muy esbelta y no tiene vigas de amarre en su cabezal, por lo cual se disminuyó su altura y se colocó vigas de amarre de eucalipto. El material proveniente de este muro, se reutilizó en las paredes de bahareque y en los revoques.

MUROS DE BAHAREQUE

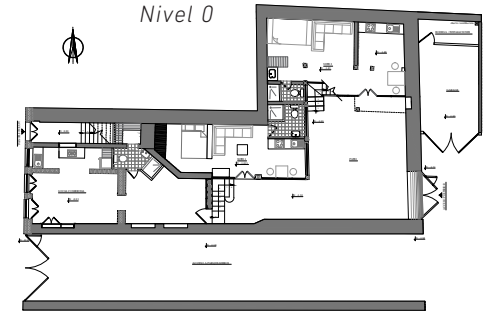
- En las paredes que cierran cubiertas se ha desprendido el carrizo y el mortero de barro.
- Pudrición de base de pilar.

Se reconstruyeron las paredes de bahareque que fueron retiradas, con entramado de madera de viguillas y tiras de eucalipto. Para acelerar el trabajo se usó caña guadua cortada en tiras de 3 a 5 cm. con una separación de 1 cm. para mejorar la adherencia del barro. Para su fijación se utilizaron clavos de 1". Posteriormente se procedió a revocar con mortero de barro y paja, una sola capa de 3 cm. La madera y la caña fueron previamente tratadas contra la polilla.



Bahareque metálico (baños)

Bahareque



PISOS

- La estructura de vigas de madera de la terraza de ladrillo presenta humedad y pudrición sobre la pared de adobe.



Se retiraron las dos capas de ladrillo y las tiras de soporte, se verificó la condición de las vigas y se reforzaron las que estaban podridas en su punta. Se colocaron vigas paralelas sujetas con pernos para causar el menor daño a los muros de adobe.

Posteriormente se colocó la primera capa de ladrillo, una lámina de asfalto para la impermeabilización y a continuación la segunda capa de ladrillo.

Las vigas de piso en el acceso de garaje así como las paredes de bahareque se reforzaron con jabalcones anclados al muro a través de vigas de eucalipto de soporte, para distribuir la carga.

El entablado de eucalipto se mantuvo, únicamente en el área de dormitorios se colocó un nuevo piso con tiras de eucalipto de 4x5cm y tablas logrando una mejor estructuración del entablado inicial, a la vez que se logró un mejor aislamiento acústico al ruido causado por el ingreso de los vehículos.



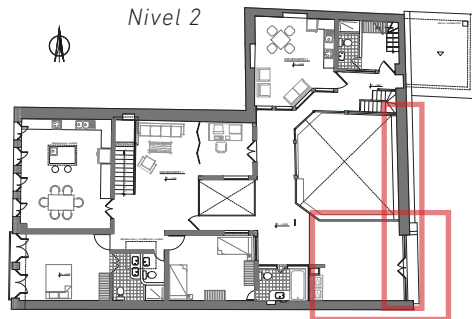
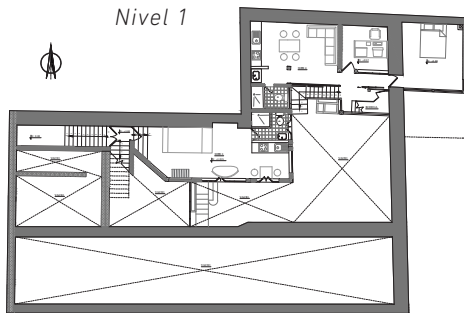
CUBIERTA

- La cubierta de teja presenta tres zonas con filtraciones de agua.

- El enchacleado de carrizo en algunas zonas está desprendido.

- La estructura de cubierta de vidrio presenta pudrición junto a los canales de desfogue.

Piso de terraza: estructura, acabado. Viga de atado entre muros.



Plantas de la vivienda (LA)

SIMBOLOGÍA

 Elemento intervenido

Se mantiene el sistema original de enchacleado de carrizo y barro sobre el que se asientan las tejas, únicamente se reforzó la estructura de madera y se verificó la ubicación de las tejas.

ENLUCIDOS

- En las áreas húmedas el revoque está desprendido.
- Existen fisuras en la unión entre enlucidos de mortero de barro y los morteros nuevos de cemento y arena.
- En los zócalos, alrededor del patio, el mortero de barro fue sustituido por mortero impermeable de cemento y se observan oquedades y desprendimientos.

En las áreas húmedas y donde existían morteros de cemento y arena, se retiraron los revoques. Previo el nuevo revoque, esperamos que el muro se seque y después se volvió a colocar el mortero de barro y paja.

TIEMPO DE OBRA Y PRESUPUESTO

La intervención comenzó en abril de 2015 y prevé prolongarse hasta septiembre del mismo año y cuenta con un presupuesto de 130.000 dólares.

USO ORIGINAL

El uso original del inmueble "Casa Carvalho" fue de espacio residencial familiar, con un área para un consultorio médico en planta baja. Inicialmente el inmueble era el hogar de una familia numerosa compuesta por los padres, 10 hijos y los empleados, con 11 habitaciones destinadas a dormitorio.

USO POSTERIOR A LA INTERVENCIÓN

El presente proyecto propone mantener la vocación y el uso original como espacio residencial familiar, adaptado a las necesidades del presente.

Se propone la readecuación del inmueble para dos departamentos completos, 2 pequeñas suites y el mantenimiento del consultorio médico como local comercial.

ENFOQUE

Se pretende la conservación del inmueble, a través el mantenimiento y consolidación de la estructura, de su expresión formal, de su tipología y la valorización de su materialidad.

PRESIDENTE CORDOVA 14-35 Y CORONEL TALBOT

CASA OTORONGO

La Casa Otorongo, en el barrio de El Vado, es una construcción mixta en adobe, bahareque y madera, conformada por tres crujiás y patio central. Se llevó a cabo una obra demostrativa de mantenimiento con recursos limitados, en el marco del Proyecto de la UNESCO "Movilización de mujeres y jóvenes en la transmisión de las técnicas tradicionales para la preservación de la arquitectura de tierra", de 2015. Se ha intervenido únicamente en las zonas que requieren una acción emergente para la protección y consolidación estructural. Durante la obra se ha desarrollado un proyecto piloto de capacitación de 7 artesanos, a través del trabajo con maestros y arquitectos expertos y de 50 arquitectos y técnicos de las instituciones encargadas de la conservación del patrimonio o profesionales independientes.

El objetivo del proyecto es demostrar que es factible preservar la arquitectura en tierra actuando con un presupuesto limitado así como revalorizar la cultura de construcción en tierra.

TIEMPO DE OBRA

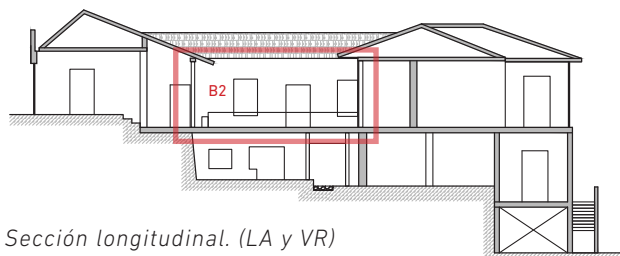
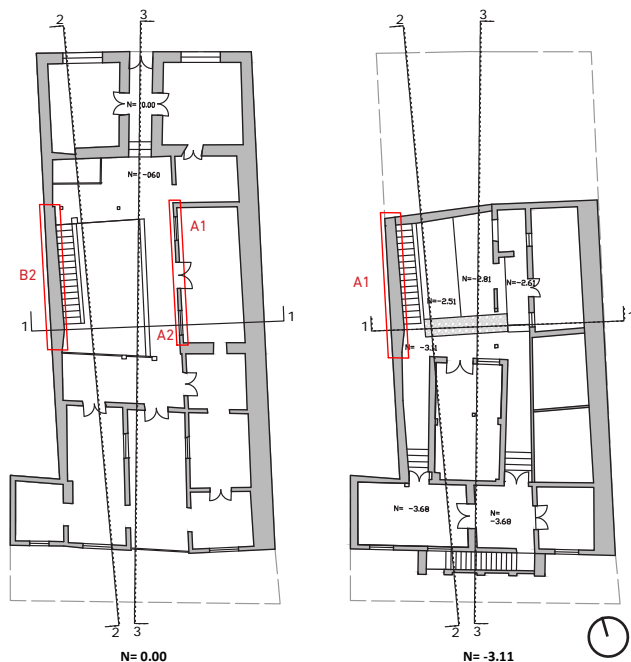
10 días

PRESUPUESTO

\$ 2.500 (mano de obra y materiales)

USO POSTERIOR A LA INTERVENCIÓN

El inmueble mantendrá un uso de vivienda; la crujiá delantera será usada para el comercio y para exhibiciones artísticas, junto con el patio. El objetivo es generar un espacio de vinculación con la comunidad a través del arte.



PATOLOGÍAS E INTERVENCIONES

MURO DE ADOBE MEDIANERO EN EL PATIO

A1. Desprendimiento de revoques y crecimiento de vegetación dentro del muro >> Eliminación de vegetación, refacción del revoque de barro y paja, empañete y acabado de cal

A2. Erosión del cabezal del muro por mala instalación de bajante de agua empotrada. >> Implementación de bajante externa al muro, recalce con adobe y mortero de barro en la zona erosionada.

A3. Protección del muro mediante dos hiladas de ladrillos deteriorada >> Refacción de las hiladas de ladrillos

A4. Muro en bloques de cemento del predio colindante deteriorado >> Nivelación de la superficie y mantenimiento con base de cal (mano de gato).

A5. Base del muro no protegida del agua >> Creación de una capa de protección en ladrillos de obra.



Estado inicial





Estado inicial

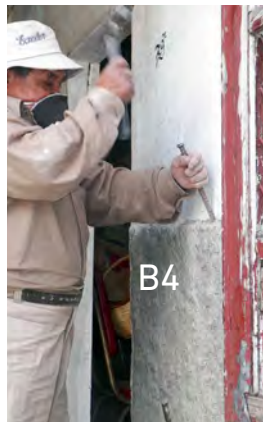
MURO CONSTRUCCIÓN MIXTA ADOBE + BAHAREQUE

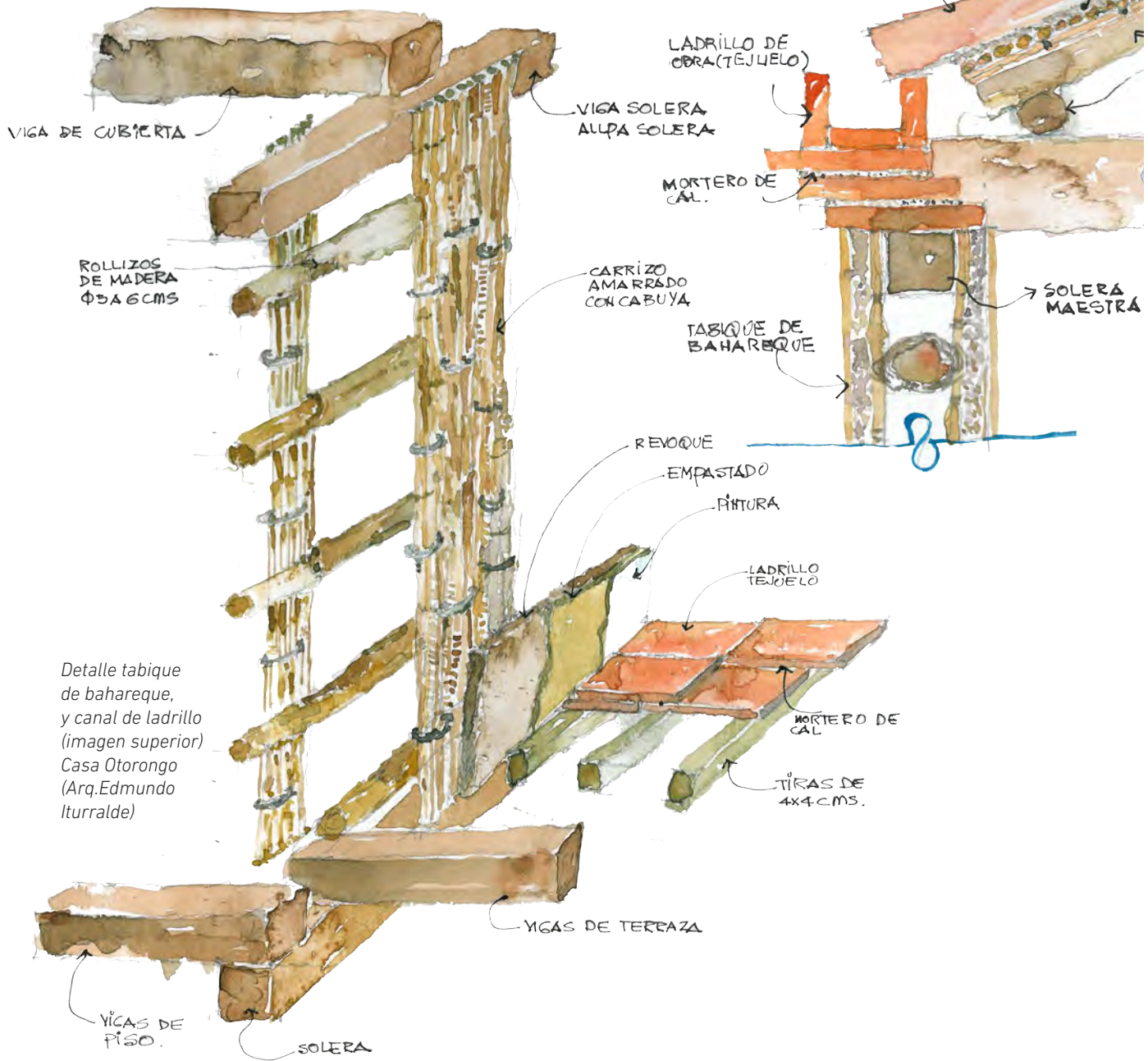
B1. Dinteles de madera podridos y solera parcialmente podrida >> Sustitución de los dinteles y sustitución parcial de la solera.

B2. Grietas por diferencia de técnica con falta de amarre adobe/bahareque y humedad desde la canal >> Amarre de los muros y cierre de la grieta con mortero de barro y paja.

B3. Parte del muro de bahareque podrida >> Desmontaje y refacción de parte del muro de bahareque, con sustitución de una columna de madera e introducción de una columna de madera nueva.

B4. Revoque estanco y deteriorado >> Sustitución del revoque estanco con revoque de barro y paja y empañete (mezcla de tierra blanquecina y estiércol de caballo).





Detalle tabique de bahareque, y canal de ladrillo (imagen superior) Casa Otorongo (Arq. Edmundo Iturralde)

CUBIERTA Y CANALES DE DESAGÜE

C1. Canal de ladrillo con fugas en el muro de bahareque y canales de zinc defectuosas en la galería y en la cubierta de la crujía posterior >> Construcción de cornisa de ladrillo y sustitución de las canales.

C2. Desgaste por humedad en las extramidades izquierda y derecha de la cubierta de la galería >> Refacción del canecillo faltante y de la parte deteriorada de la cubierta, con carrizo y barro.

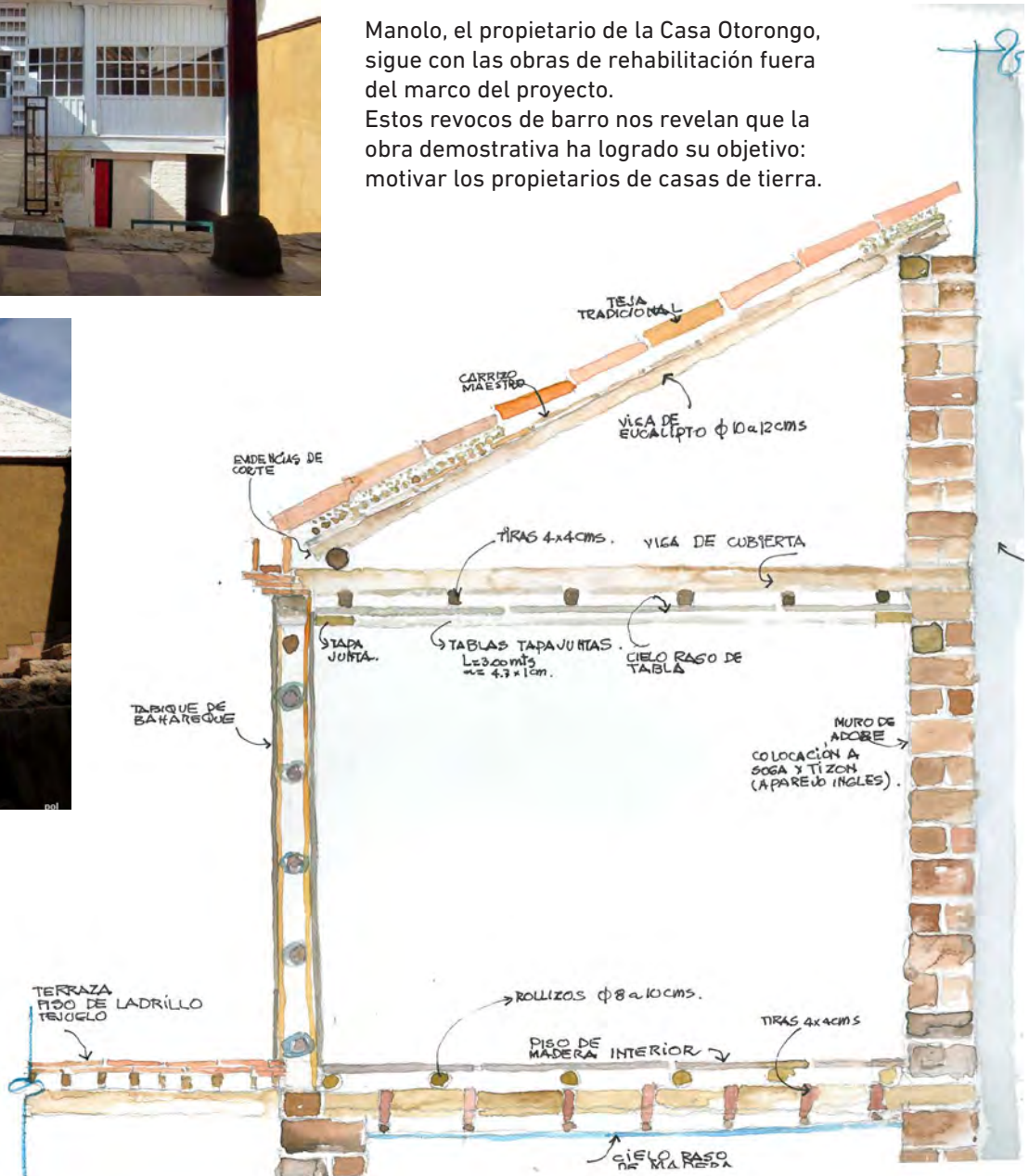
C3. Par terminal de la cubierta de la crujía posterior podrido (estado inicial en página precedente) >> Sustitución del par.



CONTINUARÁ...

Manolo, el propietario de la Casa Otorongo, sigue con las obras de rehabilitación fuera del marco del proyecto.

Estos revocos de barro nos revelan que la obra demostrativa ha logrado su objetivo: motivar los propietarios de casas de tierra.



Imágenes: MS

Detalle
Corte ambiente oeste
(imagen inferior)
Casa Otorongo
(Arq. Edmundo
Iturralde)

MURO DE BAHAREQUE MEDIANERO

D1. Azulejos colocados con mortero bastardo de cemento y cal >> Retirada de los azulejos y el mortero.

D2. Muro de bahareque con humedad, desprendimiento de barro y pudrición de elementos de madera >> Desmontaje y refacción de la parte baja del muro de bahareque.

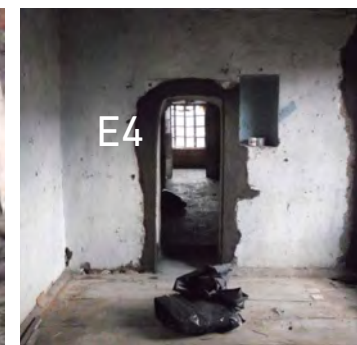
OTROS TRABAJOS MENORES

E1. Revoques de cemento >> Sustitución con revoques de barro y paja y empañete.

E2. Mortero de cemento tapando huecos en muros >> Retirada y refacción con mezcla de barro y paja.

E3. Juntas de cemento en muro de piedra >> Retirada de juntas

E4. Arco degradado >> Refacción con mortero de tierra y paja





BIBLIOGRAFÍA

AA.VV., 2011. Técnicas de construcción con tierra. Bauru: FEB-UNESP / PROTERRA. São Paulo, Brasil.

Abad Rodas, M. L., & Tómmerbak, M., 2009. Cuenca, en: Ciudad y arquitectura republicana de Ecuador, 1850-1950. Centro de Publicaciones, PUCE. Quito, Ecuador.

Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2012. Evaluación de daños y soluciones para construcciones en tierra cruda. Manual de terreno. Chile.

Fontaine, L., & Anger, R., 2009. Bâtir en terre: Du grain de sable à l'architecture. Belin, París.

Junta de Andalucía, 2007. Guía de arquitectura, Cuenca, Ecuador.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador, 2014. Norma Ecuatoriana de la Construcción. Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros. Ecuador.

Piedra, C., 2008. Soluciones a daños en edificaciones patrimoniales construidas con tecnologías tradicionales. Trabajo de Maestría en Conservación de Monumentos y sitios. Facultad de Arquitectura. Universidad de Cuenca. Ecuador.

PIEDRA C., D. C., 2008. Patologías y sus causas en muros de tierra cruda y cocida en edificaciones patrimoniales. Trabajo de Maestría en Conservación de Monumentos y sitios. Facultad de Arquitectura. Universidad de Cuenca. Ecuador.

UNESCO, 2012. The historic centre of Santa Ana de los Cuatro Ríos de Cuenca, Ecuador, Ms María de Lourdes Abad Rodas, en : Earthen Architecture in today's world: Proceedings of the UNESCO International Colloquium on the Conservation of World Heritage Earthen Architecture, 17-18 December 2012

Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura, Proyecto vlrCPM, 2014. Informe Final para la Municipalidad de Cuenca. "Campaña de Mantenimiento aplicada en las edificaciones patrimoniales de San Roque". Ecuador.

Universidad del Azuay, 2013. El patrimonio edificado en Cuenca. Fotogrametría arquitectural. Ecuador.



98 SERVICIOS E INSTITUCIONES

Algunas instituciones le pueden ayudar en las distintas etapas de sus proyectos: preparación de permisos, asesoramiento técnico y financiero, selección de los materiales, ejecución y seguimiento de la obra.

INSTITUTO NACIONAL DE PATRIMONIO CULTURAL INPC REGIONAL 6 AZUAY

Asesoría técnica gratuita

Casa de las Palomas
Calle Benigno Malo 6-40
(entre Presidente Córdova y Juan
Jaramillo)
Cuenca, Ecuador

De lunes a viernes
de 08:00 a 16:30

MUNICIPIO DE CUENCA DEPARTAMENTO DE ASESORÍA Y CONTROL DE LA DIRECCIÓN DE ÁREAS HISTÓRICAS

Asesoría técnica gratuita

Edificio Pasaje León, Primera Planta
Presidente Córdova
(entre General Torres y Padre Aguirre)
Cuenca, Ecuador

De lunes a viernes,
de 15.00 a 17.00



