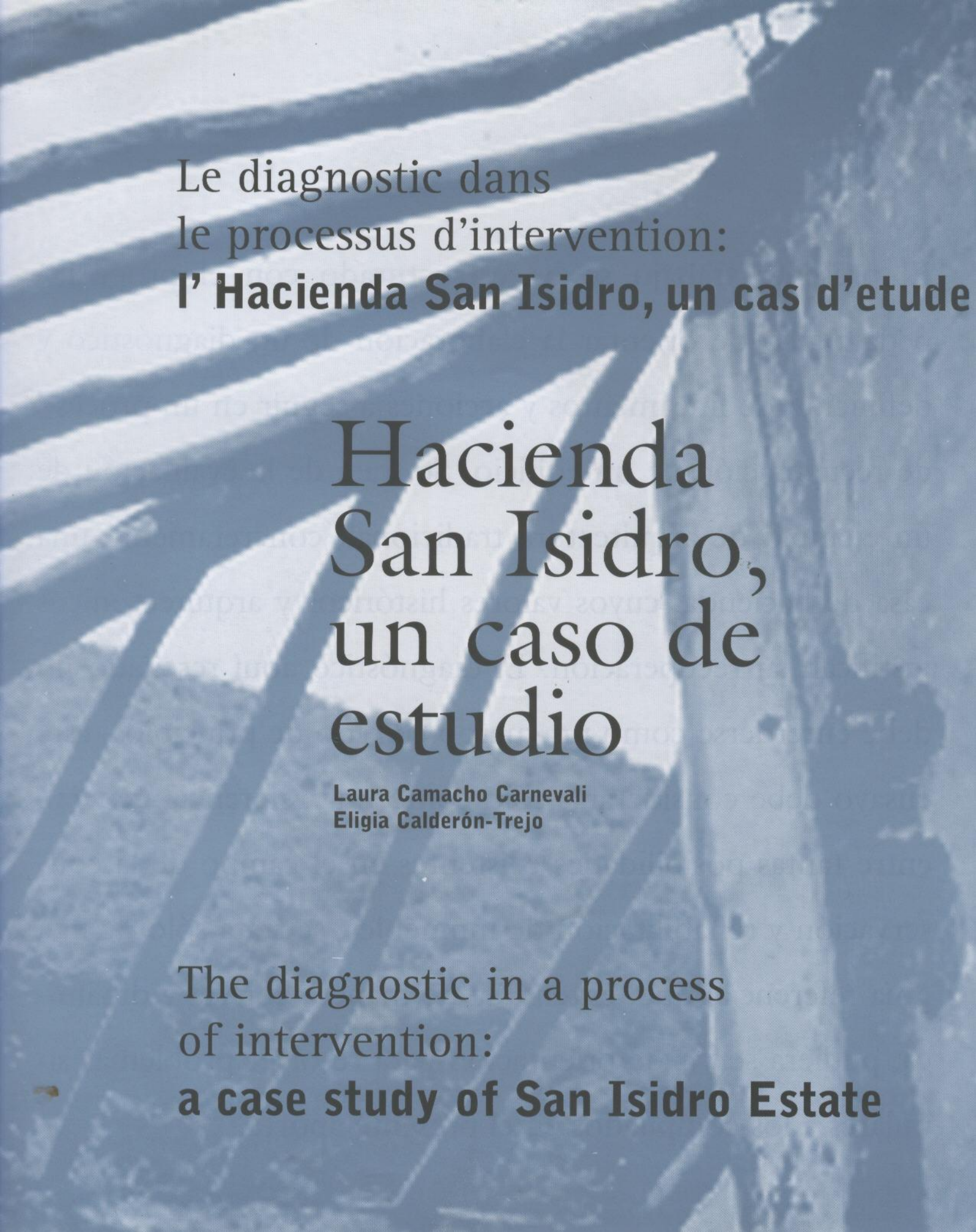




El Diagnóstico en un proceso de Intervención



Le diagnostic dans
le processus d'intervention:
l' Hacienda San Isidro, un cas d'étude

Hacienda San Isidro, un caso de estudio

Laura Camacho Carnevali
Eligia Calderón-Trejo

The diagnostic in a process
of intervention:
a case study of San Isidro Estate

El presente trabajo se ha estructurado con el propósito pedagógico de orientar la elaboración de un diagnóstico y definición de lineamientos y acciones a seguir en un proceso de recuperación de un edificio. Se trata de la evaluación de un ejemplo de arquitectura tradicional, concretamente una casa de hacienda, cuyos valores históricos y arquitectónicos justifican su recuperación. El diagnóstico aquí reseñado no debe entenderse como un cuerpo cerrado de principios, este ensayo debe considerarse sólo como una referencia general, entre tantas posibilidades existentes en el campo de la conservación y rehabilitación de inmuebles, se trata sólo de una guía referencial que, entendida de manera abierta y dinámica, pudiera servir de orientación para resolver problemas similares a los compilados en el presente aporte.

INTRODUCCIÓN

Dos puntos nos animan a transmitir parte de los resultados de un trabajo de investigación que tiene en la hacienda su objeto de estudio. En primer lugar, las características de arquitectura tradicional de la casa hacienda en su factura. Hecho que comporta particular importancia por su condición de cabeza de asentamiento de un complejo productivo que se inserta con autoridad en un territorio que se cualifica, a partir de la casa grande, por las variadas estructuras arquitectónicas que se supeditan a la misma y legitiman un espacio económico de vital importancia para la zona andina. Desde la arquitectura, este asunto nos compromete en un análisis, pues la resolución espacial de estos conjuntos es generosa, con una escala arquitectónica sobresaliente con riqueza estructural y compositiva, basada substancialmente, en la repetición de elementos simples que se van articulando atendiendo a elementales reglas de agregación y de correspondencia, apelando constructivamente a resoluciones técnicas propias de nuestra arquitectura tradicional. La importancia de la composición se sustenta en los patios, espacios estratificados a partir de los cuales se establece un orden en las funciones domésticas, comerciales, religiosas y de trabajo. San Isidro no es un caso aislado de esta situación, este ejemplo resulta sumamente interesante por la disposición de los patios que parecieran desprenderse de la casa misma, dando como resultado una composición más variada y rica en cuanto al partido arquitectónico. Así, se establece el patio del café que, al estar ligeramente separado de la casa, sirvió también para organizar todo lo relacionado con el procesamiento de caña, sus derivados y las habitaciones de peones; destaca también el patio de los frutales y el patio de la casa misma, alrededor del cual se organizan las dependencias de carácter familiar.

El otro punto que nos interesa destacar, es una intencionalidad pedagógica. La experiencia ha demostrado que realizar intervenciones o adecuaciones sobre edificios de otras épocas, en obras realizadas por otros, compromete a muchos profesionales, la mayoría de las veces, con una intención loable pero con escasa preparación en la restauración como especialidad. Como quiera que nuestro interés es contribuir con la recuperación de edificaciones de la manera más conveniente, pensando en la idea de Bien Común, donde muchas de las obras no tienen que seguir un riguroso tratamiento de restauración, pues se trata de un patrimonio modesto de singular valor, compilamos en el presente trabajo los puntos más importantes a tener en cuenta para realizar el diagnóstico de una obra a recuperar. El diagnóstico representa el paso previo a cualquier intervención en una obra de vieja data. En este sentido, el diagnóstico es "... Un juicio y tiene por consecuencia una decisión a actuar, bastante comparable, guardando las proporciones, al diagnóstico..., médico acerca de una persona con buena salud o enferma ..." ¹ para lo cual se requiere, en primer lugar, de un reconocimiento (visual y oral) que permita la definición del estado del inmueble. Para establecer un cuadro objetivo de las bondades y defectos del edificio en su totalidad, así como de su equipamiento, el profesional debe realizar una serie de sondeos que orientarán, con certeza, acerca del tratamiento a seguir. El diagnóstico le indica al arquitecto acerca de la estructura y resistencia del edificio, de las condiciones de las instalaciones y de su equipamiento ², es decir, el diagnóstico es una fase de decisiones importantes en la intervención de un edificio.

De acuerdo con lo anteriormente señalado, el objetivo de este trabajo es estudiar el estado de deterioro que presenta la "Hacienda San Isidro", inmueble seleccionado por sus características de tipología tradicional.

En primer lugar, se realiza una breve descripción de las características formales, funcionales y tipológicas que permitan conocer el inmueble, haciendo especial énfasis en el aspecto constructivo, punto fundamental para la propuesta de distintos métodos de consolidación o conservación de las partes.

En segunda instancia, se hace una breve evaluación del estado de conservación, para conocer las condiciones generales y de cada elemento que configura el edificio. A partir de este primer encuentro, se establece un plan de obras preliminares que orienta las medidas emergentes dirigidas a frenar el deterioro de la edificación y poner al resguardo los objetos muebles, usuarios y el equipo operativo que efectuará las labores de intervención. Ya desde este momento podrán tomarse algunas decisiones sobre las intervenciones a ejercer, como bien podría ser la liberación de aquellas partes que presentan un severo deterioro y que configuran un punto de inminente peligro.

Para dar inicio al diagnóstico se elabora un plano maestro que consiste en una planta seccionada de la vivienda a través de ejes horizontales y verticales, debidamente identificados, con el objeto de facilitar la ubicación de las zonas en deterioro dentro del conjunto.

El diagnóstico consiste en el estudio del daño que presenta la edificación en las distintas áreas, observando los efectos del problema, para posteriormente, determinar las causas del deterioro, instancia que se apoya en la realización de algunos sondeos, calas, pruebas de laboratorio, etc., para determinar el ori-

gen, el tipo de patología y la magnitud de los daños.

Como último punto se propone la intervención para cada caso, siguiendo un plan de obra específico según la patología detectada.

El objetivo fundamental de las intervenciones propuestas es lograr la consolidación de aquellas partes de la estructura que presentan deterioro, procurando la conservación y preservación de cada una de ellas y del inmueble en su totalidad.

El objeto de estudio.

El inmueble seleccionado es la "Hacienda San Isidro", ubicada en el Estado Mérida, en El Arenal, en el sector conocido como La Joya, en terreno ubicado al pie de montaña, a una altitud aproximada de 2700 mts y con una temperatura promedio de 18° C. Esta hacienda data de mediados del siglo XIX y pertenece actualmente a la familia Parra. Se trata de una edificación correspondiente a la tipología de haciendas cafetaleras, con la casa habitación, patios de secado del café y áreas destinadas a las labores domésticas. Este conjunto arquitectónico resulta interesante como una variedad dentro del tipo, por la configuración de las áreas de trabajo lúdicamente separadas del núcleo de vivienda que se incorpora en un terreno ligeramente accidentado, dando como consecuencia un conjunto que crece en desniveles.

En el primer nivel encontramos que funcionalmente la casa está conformada por cuatro cuerpos de crujías que enmarcan el patio principal, en torno al cual se ubica la zona íntima o cuartos de habitación y la zona de servicio comprendida por el comedor y cocina que se comunican directamente con el huerto, patios frutales y trapiche de la hacienda. En el sótano se organizan la bodega, áreas de trabajo y almacén de la caña

con un viejo molino de agua.

En el terreno adyacente a la casa observamos los patios destinados al secado del café, con galerías perimetrales donde se encuentran las máquinas para el procesamiento del producto y depósito del mismo.

Ahora bien, limitándonos a la casa de habitación, encontramos que formalmente el edificio se caracteriza por la sencillez y austeridad típica de la zona andina, donde la fachada principal se extiende horizontalmente con un corredor o espacio conector entre el exterior e interior de la vivienda. Sobre los extensos muros que constituyen las fachadas solo aparecen algunos vanos para dar iluminación a las habitaciones internas.

En cuanto a la tipología constructiva, ésta sigue los sistemas tradicionales propios de la región. El sistema constructivo se basa en muros de carga y amarres por horcones, soleras y tirantes, los cuales conforman una trabazón y ensamble como un ente continuo de tensión y transmisión de solicitudes o fuerzas.

Los muros de carga están constituidos por esbeltas tapias de tierra apisonada, construidas según las antiguas técnicas tradicionales de la zona. Poseen un espesor promedio de 70 cm, asentadas sobre cimientos de piedra y de mampuestos que corren longitudinalmente a lo largo del muro, donde destaca un engrosamiento de su sección respecto a la tapia que se encuentra por encima del nivel del suelo, como medida de protección contra la humedad de la tierra y de las lluvias.

En los techos también persiste la tipología tradicional de armadura, siguiendo morfológicamente el sistema de par e hilera, compuesto en su generalidad de dos faldones. Los elementos estructurales que constituyen la armazón de la techumbre son gruesos rolas de madera rolliza que se apoyan en la viga

cumbrera y solera que descansa sobre la tapia. La cubierta comprende, de arriba hacia abajo, el entejado, mortero de tierra y lecho de caña brava; en algunas secciones con enlucido de cal.

Los pisos son de especial interés debido a los desniveles que presenta la edificación, en virtud de lo cual encontramos techos planos realizando la función de entrepiso. Constructivamente están formados por vigas de madera de sección cuadrada que trabajan a flexión, con poco distanciamiento entre ellas y apoyadas sobre los muros de la forma más sencilla (cabeza de viga embutida en el muro) sin ninguna elaboración artesanal. Hay variantes de cierre horizontal, entre los cuales encontramos tablones de madera clavados sobre las vigas, caña brava cubierta por mortero y rematada con tablillas de arcilla; además, del tradicional sistema de piso de arcilla sobre tierra pisada.

ESTADO DE CONSERVACIÓN

Esta etapa forma parte importante dentro de la metodología a seguir en un proceso de intervención. Está precedida del reconocimiento preliminar, registro y documentación.

El reconocimiento del estado actual es un primer encuentro con la edificación y cada una de sus partes, para determinar el estado de conservación o deterioro que presenta, siendo un indicador del grado de rehabilitación que requiere la edificación y los costos que ella implica. El estudio de conservación se apoya en el relevamiento gráfico y fotográfico que debe involucrar levantamiento completo de plantas y fachadas, detalles constructivos y decorativos; información que forma parte del registro y documentación.

Ahora bien, limitándonos al estado de conservación debe destacarse que el mismo comprende dos aspectos, el estudio del estado estructural, ornamental y de instalaciones, y el análisis del proceso de transformación de la vivienda, considerando modificaciones y alteraciones efectuadas al edificio. Este estudio carecería de significado si no se profundiza con un análisis minucioso y crítico del edificio, es decir, el diagnóstico.

Ahora bien, en una lectura del conjunto de la Hacienda "San Isidro", encontramos que, en términos generales la edificación es estable; estructuralmente consistente pero afectada por daños puntuales en su cubierta, muros y acabados. Presentan mayor deterioro aquellas partes producto de ampliaciones y remodelaciones realizadas con materiales de baja calidad y de elaboración deficiente. Se puede apreciar que en la mayoría de los casos los daños se registran en las zonas en contacto con las remodelaciones, debido a las modificaciones en las cargas originales y a los desajustes provocados por ellas.

Para el estudio del estado de conservación es conveniente referirse a cada una de las partes del edificio:

Fundaciones: los cimientos de la edificación se encuentran en perfecto estado. No se aprecia ningún tipo de manifestación que indique falla en las mismas.

Muros: en cuanto a los muros de carga se encuentran en su totalidad en buen estado, excepto algunos daños puntuales donde se puede apreciar grietas en la zona de aparejos entre tapias y erosión a causa de la humedad.

Los tabiques realizados siguiendo el sistema de bahareque presentan pérdida del material de relleno y, en un caso aislado, la pudrición de la horconadura (plano anexo de muros y paredes).

Techo: en cuanto al estado de conservación de la techumbre no es posible hacer una apreciación en relación a su generalidad, en razón de las múltiples intervenciones que se han realizado en el tiempo. Se observa que gran parte del deterioro en la techumbre se debe a la filtración de las aguas de lluvias hasta el lecho embonado, provocando la pudrición de caña brava y de los elementos estructurales del techo, tales como pares y vigas de madera.

Debe destacarse que la forma errónea en que se llevaron a cabo las mejoras de la casa ha sido, en muchos casos, el origen de las patologías existentes tanto en techos como en otros elementos componentes de la edificación.

En ciertas zonas ha sido necesario tomar como medida de seguridad el apuntalamiento del techo, pues su severo deterioro amenaza con el desplome de su estructura.

El corrimiento de las tejas ha dado paso a la humedad provocando la pudrición de la caña brava, material de soporte de la cubierta. Algunas secciones del edificio se encuentran desprovistas de cerramiento, originando el deterioro de la armazón de madera a la intemperie y de los muros expuestos a la acción de los agentes atmosféricos.

Con relación a los acabados, éstos se encuentran en buen estado, con la salvedad de las paredes expuestas a la acción del sol y la lluvia, factores climáticos, que han producido el desprendimiento del material de relleno, friso y pintura. Aunado a lo anterior, se puede apreciar que en estas paredes se ha alterado el revoque original, adicionando cemento a la mezcla, de comportamiento incompatible con la tierra, produciendo el desprendimiento progresivo de la capa de friso.

Los pisos originales y los de reciente construcción se hallan en buenas condi-

ciones, excepto en dos áreas del edificio. En la sección N-T encontramos que el piso presenta un deterioro en el material de cierre, es decir, en los tablones de madera, los cuales presentan un desgaste en su superficie, lo que ha ocasionado la pérdida de dureza y de resistencia a la flexión (estos ameritan ser sustituidos por material sano); y en la sección C' al descubierto el piso ha sido totalmente dañado por las continuas lluvias, que han originado el debilitamiento de las piezas de tablillas de arcilla hasta causar su fractura.

Los elementos de cierre, puertas y ventanas se encuentran en perfecto estado, sin problemas en la madera. No se aprecia ataque de insectos u otra patología propia de la madera.³

Con relación al proceso de transformación de la casa de hacienda es necesario, en primer lugar, hacer un estudio de las remodelaciones o alteraciones por adaptaciones o cambios de uso de la vivienda. En este sentido, hallamos que la casa de hacienda aún conserva sus características tradicionales a pesar de haber sido objeto de ampliaciones y remodelaciones cuyo objetivo fue aumentar la capacidad habitable de la vivienda, afectando el volumen original de la edificación. Sin embargo, en una lectura de conjunto sobresalen los cuerpos originales, ya que los anexos por su baja calidad constructiva de inmediato se distinguen en la totalidad del conjunto. En este sentido, es fácil percibir que esta edificación ha sido objeto de distintas transformaciones llevadas a cabo intuitivamente sin seguir una metodología adecuada dirigida a la conservación y preservación del bien inmueble. En las ampliaciones se utilizaron técnicas constructivas diferentes a las originales que generaron la degradación de la edificación, además de que las sucesivas transformaciones afectaron estructural-

mente la construcción, debilitando las viejas tapias y provocando desajustes entre las piezas de la techumbre; trayendo como consecuencia el deterioro acelerando y la inhabitabilidad de algunos sectores de la vivienda.

Para efectuar los trabajos de ampliación se realizaron demoliciones de áreas en deterioro, tal es el caso de las galerías internas que existían en torno al patio central de la edificación. Estas modificaciones transformaron las características morfológicas originales de la vivienda, causando deficiencias en el ámbito funcional. Ahora bien, los trabajos consistieron específicamente en la construcción de cuatro habitaciones en las antiguas galerías internas y externas de la casa. Se amplió la vieja cocina demoliéndose el antiguo horno, y por último las necesidades de instalaciones sanitarias y eléctricas llevó a efectuar trabajos deficientes que perjudicaron a la edificación en cuanto a sus valores estéticos.

En el momento de asumir posiciones sobre el proyecto de acciones a ejercer, debe considerarse, según nuestro criterio, que muchos de estos cambios de ampliación y remodelación, son dignos de ser respetados, porque forman parte del proceso de transformación de la vivienda, por lo tanto, merecen ser conservados; criterio que está lejos de querer lograr una depuración estilística que conlleve a suprimir valores impresos en el tiempo. No obstante, encontramos algunos trabajos carentes de valor, que denotan deficiente calidad constructiva y que degradan el conjunto; en este caso creemos aconsejable la liberación de las partes.

OBRAS PRELIMINARES

Una vez realizado el estudio del estado de conservación con el reconocimiento de todas sus partes, podrán establecerse las obras preliminares a seguir.

Las medidas emergentes de intervención tienen como objeto proteger el bien inmueble y objetos muebles para evitar que se acelere el proceso de deterioro, además de procurar el resguardo de los usuarios y del equipo de trabajo u operarios de la obra.

Durante esta fase deben tomarse medidas que tienen que ver directamente con la coordinación y agilización de la puesta en marcha de la intervención, a través de la señalización de áreas en peligro y a intervenir, demarcación de áreas destinadas al bote de escombros, toma de decisiones sobre liberación de aquellos elementos que degraden la edificación o que pongan en peligro la estabilidad del edificio, ubicación del área destinada al sitio de trabajo y a vestuarios para el equipo operativo.

1. Apuntalamiento del techo:

El techo de la sección N-T presenta un severo deterioro en todo el sistema estructural, que ha obligado a los usuarios a tomar medidas emergentes de apuntalamiento, evitando así un posible derrumbe de la cubierta.

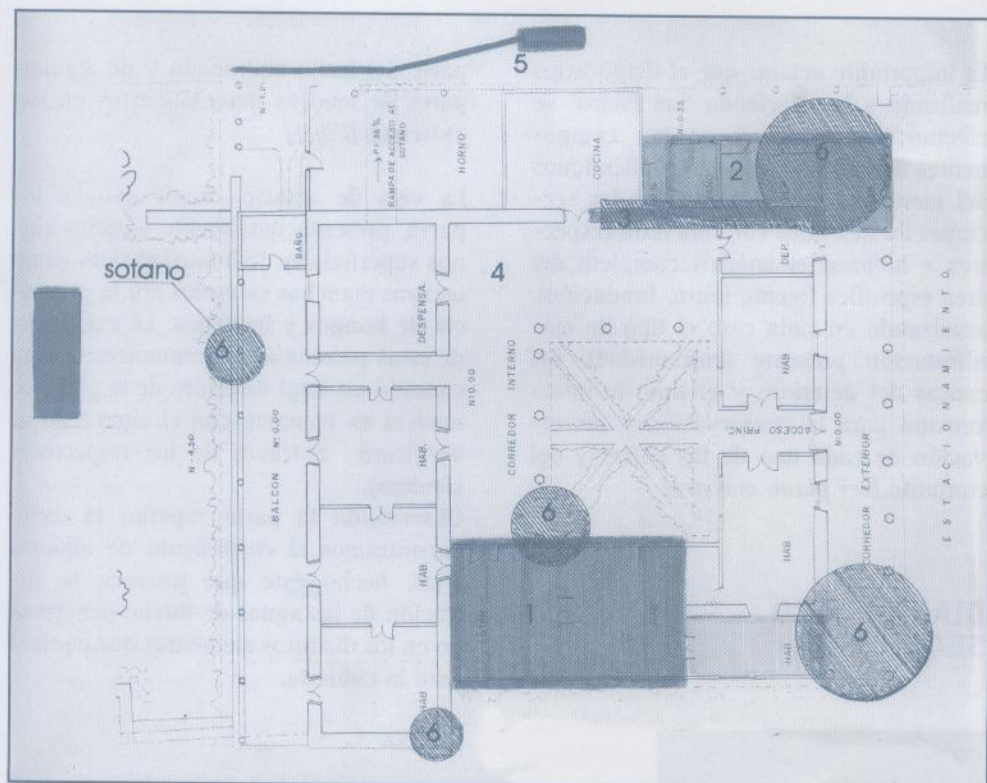
Esta medida se toma con el objeto de evitar que ceda la estructura de la cubierta, mientras se llevan a cabo los trabajos de levantamiento, diagnósticos y sondeos respectivos.

Es importante resaltar que los puntales existentes no deberán moverse hasta tanto el prediagnóstico o diagnóstico, determinen la conservación o liberación del referido tramo de cubierta.

2. Protección del sistema de cubierta:

El tramo de cubierta de la sección C'-D' posee su sistema estructural sin protección superficial, hecho que ocasiona el continuo deterioro debido a la permanente exposición de la madera al sol y al agua; el sol provoca un deterioro a través

Nº	OBRAS PRELIMINARES		PLANO
1	Apuntalamiento del techo		N-T
2	Protección del sistema estructural de cubierta	Colocación de manto Plástico protector.	C
3	Protección de la cumbrera con material plástico.	Colocación de manto Plástico protector.	Q-W
4	Inventario de bienes muebles e inmuebles a conservar		
5	Canalización de agua proveniente del tanque y eliminación de maleza en zona que presenta la humedad.	Conexión con tubería plástica provisional con llave de paso	
6	Señalización de áreas a intervenir. Cubiertas, muros, paredes, frisos y pisos		
7	Ubicación de áreas de trabajo. Equipo técnico.		
8	Ubicación y demarcación de áreas destinadas al bote de escombros.		



de su luz ultravioleta, que ataca la lignina y la descompone. Las aguas de lluvia también constituyen un factor de deterioro que provoca ataques biológicos y la pérdida de las propiedades mecánicas de la madera.

Con el objeto de frenar y evitar lo ya mencionado es perentorio proteger dicho tramo de cubierta con una superficie plástica, que deberá mantenerse hasta que el diagnóstico determine el tipo de intervención y el plan de obra a seguir.

3. Protección de la cumbrera con material plástico:

El tramo de cubierta Q-W está igualmente expuesto a la acción permanente de las aguas de lluvia en el punto superior de cumbrera. En virtud de ello es necesario cubrir con una superficie plástica el espacio de luz existente entre los

faldones, con el fin de evitar que se incrementen los daños ya ocasionados al muro y a la techumbre. Ver gráfico C.

Es necesario mantener esta obra preliminar hasta que se dé inicio a los trabajos en la referida sección.

4. Inventario de bienes muebles e inmuebles a conservar:

Debe efectuarse un inventario de todos los bienes muebles que posean valor histórico o artístico, siendo conveniente inventariarlos con su respectiva ficha, anotando sus características y estado de conservación.

Posteriormente es conveniente proceder a resguardarlos en lugar seguro, evitando que se acelere el proceso de deterioro o que sufran daños los objetos en el momento de la ejecución de los trabajos.

5. Canalización de agua proveniente del tanque y eliminación de maleza en zona que presenta la humedad: Encontramos un foco permanente de humedad proveniente de un tanque cercano a la vivienda, agua que cae directamente sobre el terreno en cuestión (ubicado en el plano de obras preliminares en la sección E-F).

Es obvio que la exposición a la humedad permanente pone en riesgo la estabilidad del terreno y por ende de la cimentación de la edificación. Con el objeto de frenar el deterioro se propone canalizar el agua temporalmente a través de una tubería plástica con llave de paso. Igualmente se recomienda la eliminación de la maleza a fin de que los rayos solares incidan directamente sobre el terreno y en consecuencia evapore la humedad presente.

6. Señalización de áreas a intervenir. Cubiertas, muros y paredes, frisos y pisos:

Como medida preventiva es conveniente que aquellas zonas de la edificación que constituyan un riesgo para los usuarios y personal de trabajo deberán demarcarse para evitar el paso continuo hasta que se lleven a efecto las obras preliminares, aminorando así los riesgos existentes; además de que dicha demarcación sea un indicativo del cuidado extremo en el momento de ejecutar los trabajos.

7. Ubicación de áreas de trabajo. Equipo técnico:

Debe escogerse el área destinada a la ejecución del proyecto. Para ello se aconseja tomar un espacio del edificio que se halle en óptimas condiciones de conservación, y que además, reúna las condiciones necesarias de luz y ventilación adecuadas para el trabajo. En este caso particular, el área de trabajo está ubicada en el corredor de la fachada principal,

zona que funciona de forma independiente, sin interferir con las labores cotidianas de los usuarios.

8. Ubicación y demarcación de áreas destinadas al bote de escombros durante la obra:

[Ver Plano Maestro, Zona A]. La zona demarcada en el plano para bote de basura y escombros se escogió previendo que su ubicación no interrumpa los trabajos a efectuar, ni ponga en peligro la seguridad de los habitantes del inmueble.

DIAGNÓSTICO

En esta etapa deberán profundizarse los estudios previos del estado de conservación de la obra, observando las manifestaciones y el tipo de patologías presentes, para determinar las causas de su origen. Para ello es conveniente realizar distintos sondeos y calas, inclusive estudios de cálculo o pruebas de laboratorio, que ayuden a evaluar la magnitud del daño hasta determinar cuál es la forma más factible de intervención en cada uno de los casos.

Este estudio se hace con un único fin: devolver las condiciones estructurales al edificio a través de la consolidación de los elementos en deterioro y el despliegue de acciones dirigidas a la conservación y preservación del bien inmueble.

Ahora bien, como primer paso para llevar acabo el diagnóstico se elaboró el ya mencionado plano maestro, donde se indica, a través de un código preestablecido cada sección del plano, para efectos de agilizar la ubicación e identificación de los sectores en deterioro en el momento de la ejecución de los trabajos durante la intervención.

Es importante aclarar que el diagnóstico realizado a la "Hacienda San Isidro" se efectuó por tramos y no por componentes del edificio, es decir, valiéndonos del plano maestro demarcamos las secciones en deterioro con una letra respectiva e hicimos el análisis completo del área específica (techo, muro, fundación), analizando en cada caso el tipo de manifestación presente (enfermedad), las causas del deterioro y el tipo de intervención para la conservación y preservación de cada una de las partes y del conjunto. [ver plano maestro]

DIAGNÓSTICO SECCIÓN O



Fig. 1
Deterioro en cubierta

La sección O de la edificación presenta un deterioro puntual en la cubierta, demarcado en el plano con la letra D [ver plano maestro].

En este punto de la cubierta observamos en la parte inferior de la techumbre la descomposición y desprendimiento de

parte del lecho embonado y de algunos pares de madera descompuestos en sus extremos. [Fig. 1]

La viga de amarre, donde apoyan los pares, presenta igualmente algunos signos superficiales de humedad tales como oscuras manchas causadas por la presencia de hongos y bacterias. La existencia de estas patologías aparentemente no ha causado un total deterioro de la pieza de madera en contacto con el agua (ello se verificará a través de los respectivos sondeos).

Observando la parte superior el techo encontramos el corrimiento de algunas tejas, hecho éste que provoca la filtración de las aguas de lluvia, penetrando en los distintos elementos que conforman la cubierta.

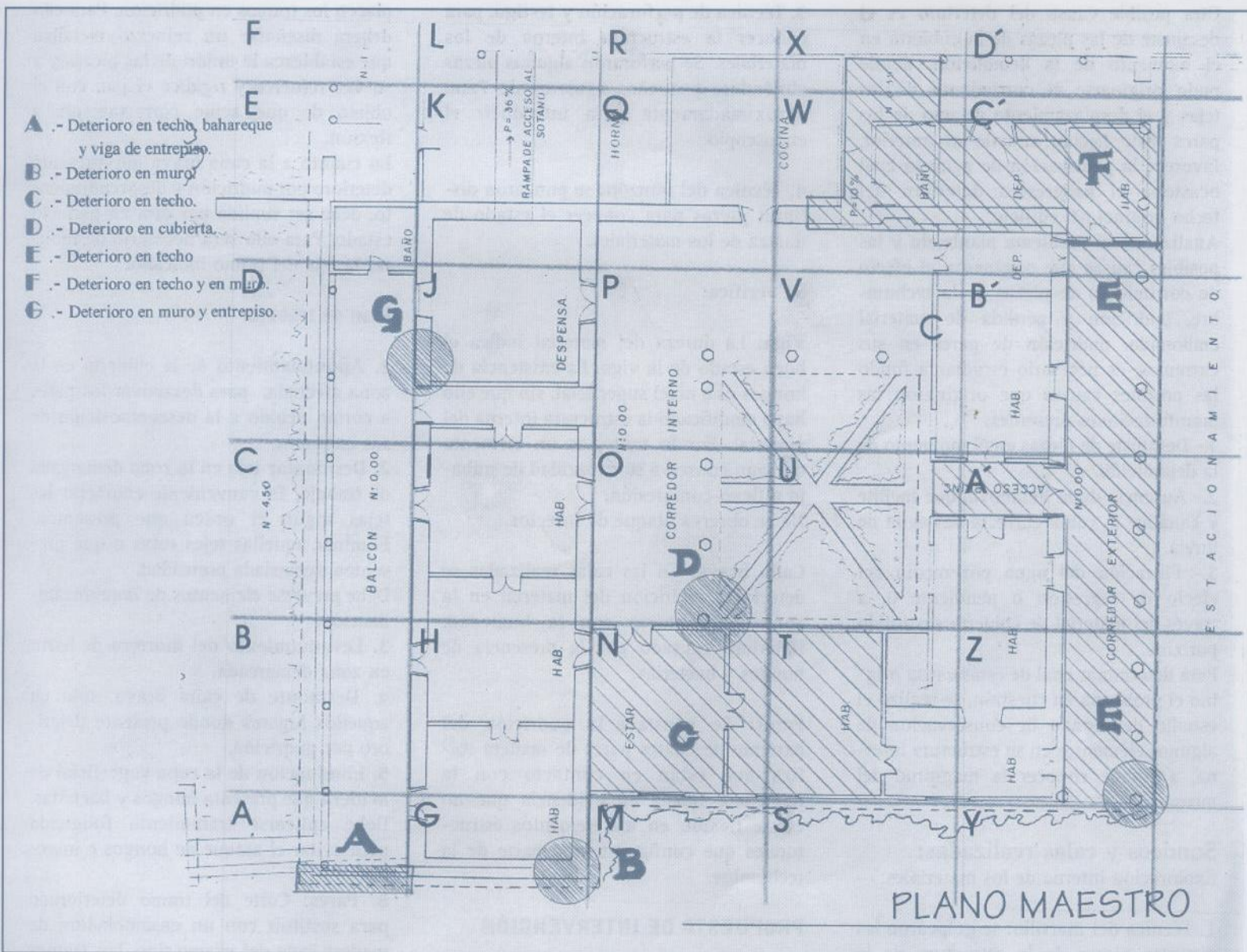
CAUSA

Analizando el problema observamos que las manifestaciones presentes son propias de las patologías causadas por la humedad.

Las frecuentes lluvias en la zona hacen que los materiales (caña brava y pares de madera) estén constantemente expuestos a la humedad, a causa de la filtración existente en la cubierta.

Según los usuarios, la presencia de goteras en el techo obligó a dismantelar la teja para ser sustituida por láminas de zinc.

El zinc del nuevo techo se solapa en el punto de la limahoya (eliminandola), de manera tal que el zinc colocado a ras del antiguo techo, sustituye el canal de agua, quedando así las pendientes de los dos faldones encontradas justamente donde apreciamos el deterioro ya expuesto. Es obvio que las aguas de lluvia corren por las láminas de zinc hasta su extremo provocando el efecto de gota y filtrándose hasta la estructura portante.



Plano Maestro

Otra posible causa del deterioro es el desajuste de las piezas de la cubierta en el momento de la demolición, donde pudo originarse el corrimiento de las tejas y el desplazamiento de uno de los pares. Este hecho, aunado al anterior, favorece la penetración de agua lo cual ocasiona el progresivo deterioro del techo original del edificio.

Analizando el problema planteado y las posibles causas que originaron el efecto de corrimiento de piezas de la techumbre, pudrición y pérdida de material embonado, pudrición de pares en sus extremos, es necesario estudiar a fondo las posibles causas que originaron las manifestaciones presentes:

1.- Desajuste de piezas en el momento de la demolición.
2.- Ausencia de la limahoya, que facilite y canalice la caída correcta del agua de lluvia.

3.- Filtración del agua por medio del efecto de regresión o pendiente 0, a través del material de cubierta sustituido por zinc.

Para determinar cual de estas causa originó el problema en cuestión, se realizó el estudio del estado de conservación de algunos elementos en su estructura interna, a fin de conocer la magnitud del mismo.

Sondeos y calas realizadas:

Exploración interna de los materiales:

1. **Técnica del martillo:** se golpearon las distintas piezas de la estructura de la cubierta de la sección O (viga y pares).

2. **Realización de cala en el techo,** para observar el estado de la caña brava en la zona de contacto con la superficie del mortero, con miras a determinar hasta dónde llega la pudrición. Para así demarcar la zona de trabajo.

3. **Técnica de perforación y testigo,** para conocer la estructura interna de los materiales. Se perforaron algunas piezas abriéndose pequeños agujeros de 7mm aproximadamente para introducir el endoscopio.

4. **Técnica del punzón:** se punzaron distintas piezas para conocer el estado de dureza de los materiales.

Se verifica:

Viga: La dureza del material indica el buen estado de la viga. La existencia de hongos es a nivel superficial, sin que ello haya modificado la estructura interna del material. Por lo tanto, es un elemento que aún conserva su capacidad de trabajo a flexo-compresión.

No se observa ataque de insectos.

Caña brava: En las calas realizadas se detecta la pudrición del material en la zona de contacto con la humedad. Deterioro causado por la presencia de hongos y bacterias.

Pares: Se constata la pudrición del extremo de cuatro pares de madera roliza que están en contacto con la humedad. Queda en evidencia que no existe flexión en los elementos estructurales que configuran esta parte de la techumbre.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Tomando en consideración que los daños que presenta la cubierta son puntuales (extremo del tramo), no es necesaria la sustitución completa del mismo, es decir, la intervención se realizará solo en la zona deteriorada, sustituyendo en ese punto la parte afectada del extremo de los pares por medio del ensamble de nuevas piezas de madera sana que reem-

placen los tramos en pudrición. Para ello deberá diseñarse un refuerzo metálico que establezca la unión de las piezas y a su vez refuerce y rigidice el par, con el objeto de que actúe correctamente a flexión.

En cuanto a la caña brava que presenta deterioro por pudrición y desprendimiento, debe ser suplida por otra en perfecto estado. Para ello será necesario desmontar la teja del tramo indicado.

Plan de trabajo:

1. **Apuntalamiento** de la cubierta en la zona afectada, para desactivar los pares a cortar, debido a la descomposición de sus extremos.

2. **Desmontar teja** en la zona demarcada de trabajo. Es conveniente enumerar las tejas según el orden que presentan. Eliminar aquellas tejas rotas o que presenten demasiada porosidad.

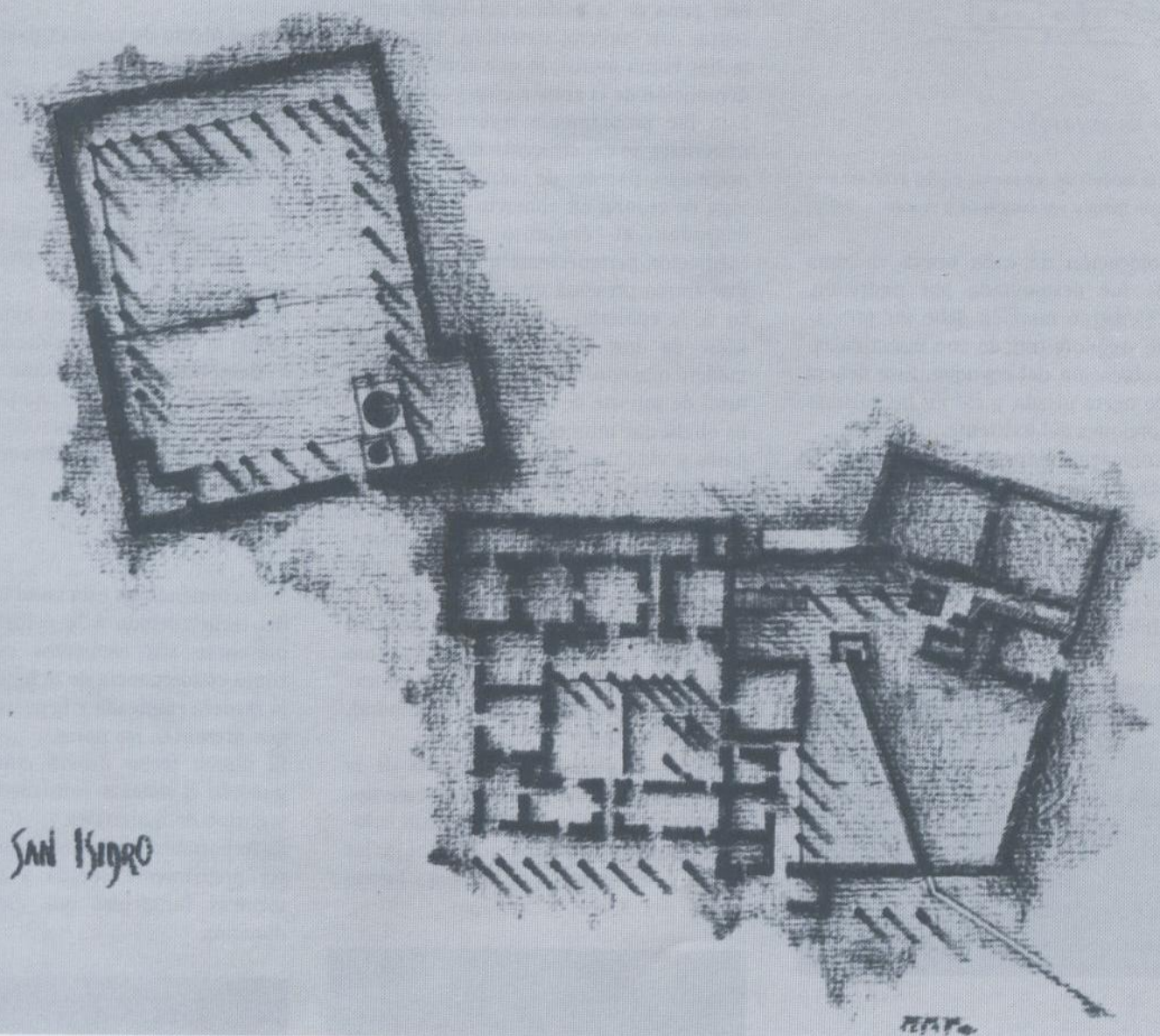
Debe preverse elementos de impermeabilización.

3. **Levantamiento del mortero de barro** en zona demarcada.

4. **Desmonte de caña brava,** solo en aquellos lugares donde presente deterioro por pudrición.

5. **Eliminación de la capa superficial de madera** que presenta hongos y bacterias. Debe aplicarse tratamiento fungicida para evitar el ataque de hongos e insectos.

6. **Pares:** Corte del tramo deteriorado para sustituir con un ensambladura de madera sana del mismo tipo. Los tramos deberán ser apernados.



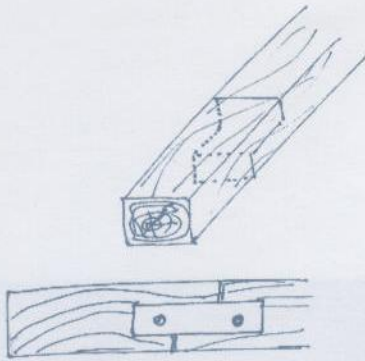


Fig. 2
Tipo de ensamble

Nota: la madera de las nuevas piezas debe ser previamente tratada por inmersión y secado.

7. Colocación de caña brava en zona donde fue desmontada por pudrición. Este elemento también debe ser previamente secado y tratado con insecticidas.

8.- Colocación del revoque. Este deberá ser de tierra pisada y cal en las mismas proporciones del existente.

9.- Colocación de tejas según el orden y número en que fueron desmontadas.

DIAGNÓSTICO SECCIÓN N-T CUBIERTA.



Fig. 3
Deterioro en techos y muros

Nota: El caso que a continuación se presenta ejemplifica claramente que el estudio arrojado por el diagnóstico puede llegar a determinar, la demolición del tramo, teniendo en consideración el alto grado de deterioro.

Se conoce a través de fuentes orales que esta zona de la edificación llegó a presentar un severo deterioro tanto en techos como muros, lo que conllevó a la demolición de la zona en mención [Fig. 3]. Esta fue prontamente reconstruida con materiales de construcción distintos a los originales, paredes de ladrillos cocidos y viga de corona en concreto armado que degradan el conjunto de la casa habitación perteneciente a la hacienda. Este tramo presenta un marcado descenso de la cubierta, por el efecto de flexión de los distintos elementos de madera que conforman el sistema estructural de soporte de la techumbre.

Es obvio que ante el efecto de pandeo de pares y viga cumbreira, se haya producido el desajuste de las piezas y corrimiento de las tejas permitiendo el paso de la humedad a través de distintos puntos. Ello se evidencia en las distintas luces existentes entre los tapas juntas que solapan los tablones de madera. Ante tal situación, los usuarios tomaron como medida levantar las tejas para colocar como elemento de protección temporal, láminas de zinc.

Distintas manifestaciones propias de la humedad se observan en los elementos del techo, tales como manchas con coloración oscura, insectos adheridos a las piezas y proliferación de hongos y bacterias.



Fig. 4

CAUSA

Con el objeto de conocer exactamente la naturaleza del problema y de establecer las posibles causas que originaron las patologías descritas se realizaron los siguientes sondeos:

1. Medida de flecha para determinar el grado de deformación.
2. Exploración interna de las piezas de la techumbre a través de un elemento punzante:

Se aplicó este método en aquellas zonas donde la humedad es evidente, sin llegar a detectarse internamente elementos huecos que indiquen el ataque de insectos. Aunque, sí se observó, el debilitamiento de la madera provocado por la humedad.

INTERVENCIÓN

Se recomienda en esta zona la liberación del techo, debido a la deformación que presentan sus elementos estructurales, como consecuencia de la baja calidad de la madera empleada y la pequeña sección que presentan los pares.

El nuevo techo deberá construirse siguiendo el sistema constructivo original y el tipo de materiales.

Es importante acotar que la madera debe ser previamente secada y tratada con técnicas fungicidas que garanticen su duración.



Fig. 5

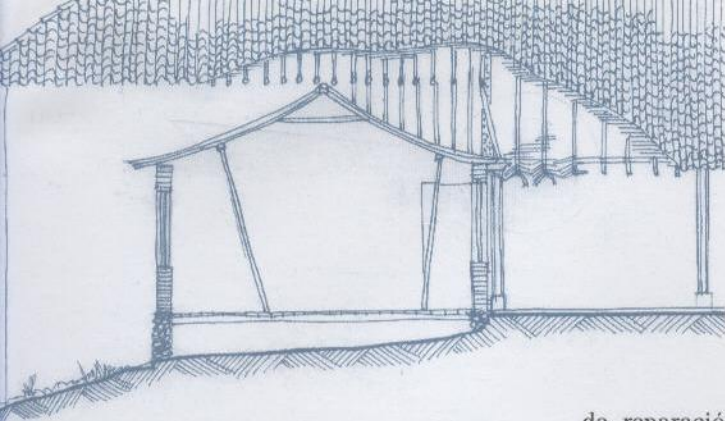


Fig. 6

DIAGNOSTICO SECCIÓN Z -A' -B'



Fig. 7

CUBIERTA

El tramo de cubierta Z -A' -B' demarcado en el plano pertenece a la techumbre original de la edificación.

Podemos apreciar que este tramo de cubierta se encuentra en términos generales en óptimas condiciones, exceptuando la caña brava que presenta gran deterioro.

Se observa su descomposición total, además de desprendimientos parciales ocasionados por el ataque de insectos.

En cuanto al sistema estructural de cubierta la madera se encuentra en buen estado, no hay manifestaciones de patologías por humedad ni presencia de insectos aparentes.

Ahora bien, la excepción del tramo la constituye la zona de la esquina, donde se observa el descenso del alero, el corrimiento de las piezas del entejado, la existencia de humedad en los pares y el lecho embonado (fig. 8). Evidencia de esto son las refacciones hechas al tramo de cubierta, donde se aprecian trabajos

Fig. 8
Zona A

Fig. 9

de reparación, tales como, el corte de algunos cabezales de pares, sustituidos por nuevas rolas de madera. De igual forma también se advierte la reparación de algunos paños afectados de la caña brava, reemplazados por material sano e incluso por tablas provisionales de madera.

DETERIORO

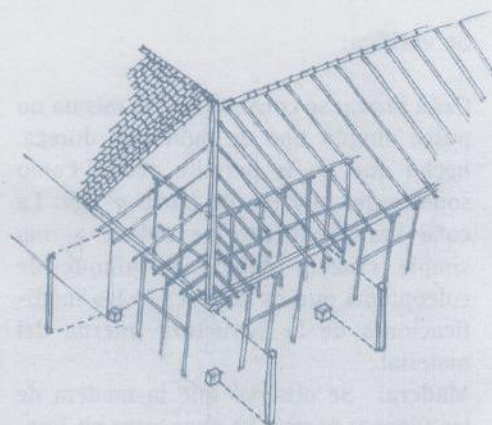


Fig. 10

SONDEOS:

Una vez descrito el problema con sus manifestaciones. Es necesario realizar diversos sondeos, calas y otras pruebas que ayuden a determinar la magnitud del deterioro.

1. **Técnica del punzón.** Por distintos puntos del tramo se punzó la caña brava con el objeto de verificar su descomposición parcial o total.
2. **Técnica del martillo:** se golpearon las distintas piezas que constituyen la estructura de madera para conocer su estructura interna.
3. **Realización de calas** para observar el estado de la caña brava, además de determinar hasta qué punto ha podido filtrar la humedad, causando la pudrición de la madera.
4. **Técnica de perforación y testigo** para conocer la estructura interna de la madera y caña brava. Los testigos tomados deben ser objeto de análisis de laboratorio.

Se verifica:

Caña brava: se constató que la misma no posee ningún tipo de rigidez ni dureza, hecho que no le permite actuar como soporte del mortero de barro y teja. La caña brava existente se reduce a una simple cáscara debido al ataque de coleópteros que ha provocado las modificaciones de la estructura interna del material.

Madera: Se observó que la madera de las vigas y pares se encuentra en buenas condiciones, no presenta pudrición ni ataque por insectos. Tampoco se apreció efectos de pandeo en los materiales que conforman el tramo, salvo en la esquina donde se detectó la pudrición de los pares en sus extremos, causada por hongos y bacterias [Fig.10].

CAUSAS

El principal agente de deterioro (en el tramo) es el ataque de insectos, patología que suele ocasionar daños no palpables rápidamente, pero cuyas consecuencias son la destrucción progresiva del material empleado para la cubierta. Las causas de este ataque pueden ser de diversa índole: presencia de humedad en la caña brava colocada, falta de tratamientos fungicidas previos a la colocación del material y falta de mantenimiento periódico y limpieza dirigidos a la exterminación de insectos.

Ahora bien, en cuanto al deterioro que presenta la zona de la esquina, se pudo conocer que el descenso de la cubierta en dicho punto, no se originó por fallas estructurales, sino por un factor externo (impacto de un vehículo), el cual provocó el desajuste de las piezas y corrimiento de tejas. Esto a su vez conllevó a la pe-

netración de humedad, filtrando hasta el lecho embonado y madera de la estructura.

INTERVENCIÓN

La descomposición que presenta la caña brava en el tramo Z-A'-B y la constante filtración de agua en la esquina de la edificación exponen a progresivo deterioro la estructura de la cubierta, por lo tanto se exige una pronta intervención, que amerita el desmonte de la cubierta para sustituir la caña brava descompuesta por material sano previamente tratado. Dicha intervención no requiere desarme de la armadura, excepto la esquina del tramo que necesita ser consolidada, debido al desajuste que actualmente presenta.

En cuanto a los pies de amigo del corredor es necesaria la sustitución de algunas piezas muy deterioradas y desgastadas en el punto de unión del fuste de madera con la base, descompuestas en su estructura fibrosa por la acción del sol y el agua. Por lo tanto, es aconsejable reemplazar por piezas de madera sana, previamente tratada. Debe preverse el ajuste entre la base y la zapata para evitar posibles corrimientos o asentamientos del elemento vertical que generen el desajuste de las piezas estructurales del techo [Fig.10 y 11]

Es importante considerar que durante el proceso de desmonte, liberación y limpieza podrían surgir ciertos elementos que modifiquen el diagnóstico realizado, conllevando al reajuste de la propuesta de consolidación.

Plan de trabajo:

1. **Apuntalamiento** de los pares que presentan deterioro, para evitar el desplome de la cubierta y daños tanto al equipo

operario como a la edificación en sí. Previo cálculo. [Fig.10].

2. **Desmonte de la teja** previendo su enumeración, con el objeto de que en su posterior colocación ocupen el orden y lugar que presentaban inicialmente. Durante esta fase deben proveerse elementos de impermeabilización, superficies plásticas de regular tamaño que cubran las zonas descubiertas. Deben eliminarse las tejas que presentan fracturas, porosidad y pérdida de material.

3. **Levantamiento del embonado** en los tramos donde se amerite una sustitución del material de soporte de cubierta. Ver zonas demarcadas durante las calas realizadas [Fig.10]

4. **Desmonte de la caña brava.** Es importante destacar que solo se liberará el material en deterioro (por pudrición o por descomposición a causa de insectos), dejándose aquellos tramos que se conserven en buen estado.

5. **Revisión del sistema estructural del techo.** Una vez retirada la caña brava deberá observarse el estado de los elementos estructurales descubiertos; es conveniente proceder a una limpieza de restos de pintura, polvo, o cualquier residuo que obstruya la real apreciación del estado de la madera.

Principales puntos a observar:

- Verificar si existe un deterioro superficial en la solera y pares, bien sea por presencia de humedad o carcoma producida por cualquiera de los coleópteros.
- Revisar si las aristas están vivas, de modo que permitan a los distintos elementos seguir siendo útiles.
- Revisar cabezales de los pares en contacto con la solera y con el muro.
- Estado de conservación de los pares en el punto de contacto con la caña brava.

- Verificar si hay corrimiento en los puntos de ensambladura o unión entre piezas.

Ante cualquier imprevisto que surja deben tomarse de inmediato medidas que permitan la ejecución de los trabajos. Es decir, en caso de verificarse la existencia de alguna de las patologías mencionadas, ha de efectuarse rápidamente la reparación de las mismas. Por ejemplo: si se detecta que alguno de los pares presenta pudrición o carcoma en su totalidad, es necesario proceder a la sustitución del elemento estructural en deterioro (par); o bien, si se verifica el corrimiento de piezas en su punto de unión o ensambladura, será necesario asegurar a través del reajuste de uniones, con pernos o ganchos metálicos que garanticen el correcto funcionamiento de la armadura de madera en el tiempo o ante cualquier fuerza externa que se ejerza sobre ella.⁴

Una vez realizada la revisión y la intervención (en caso de que sea necesaria) deben aplicarse sobre la madera al descubierto un elemento químico que actúe como fungicida y que asegure (temporalmente) la no reinfección de algún tipo de plaga o ataque de hongos.

6. Desmonte y colocación de pies de amigo. Para llevar a cabo esta acción es necesario apuntalar los pares y la viga del tramo a intervenir (previo cálculo). Una vez aligeradas las cargas, deben sustraerse los pies de amigo que presentan deterioro, para ser sustituidos por elementos de madera sana, con las mismas características formales y tipológicas. [Fig.10]

En la base debe colocarse un elemento que asegure la perfecta unión y ajuste entre el nuevo fuste de madera y la base:

7. Corte de los pares en la zona que

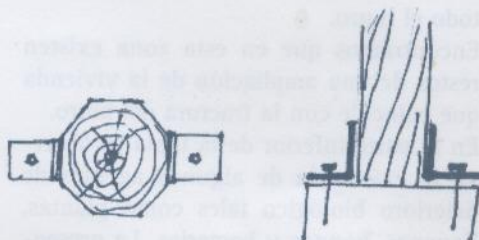


Fig. 11
Reforzar unión de base y pie con elementos metálicos

presenta pudrición. Se cortará solo la zona afectada por la pudrición de la madera, con el objeto de insertar un nuevo tramo de madera sana (los pares que ameritan corte se indican en plano anexo).

La ensambladura se realizará de la siguiente manera:

Las rolas de madera a ensamblar deberán

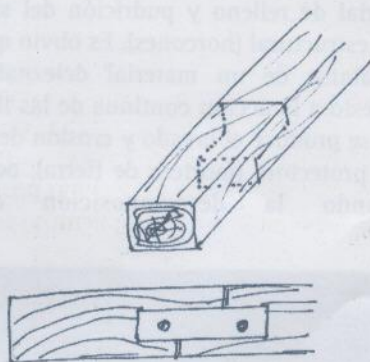


Fig. 12

tener un tratamiento correcto de secado y aplicación de antisépticos y fungicidas que eviten, en un futuro, la aparición de diversas patologías.

8. Colocación de la caña brava. El material a colocarse debe ser previamente secado y tratado con fungicidas.

9. Colocación del mortero de barro, el cual deberá ser de tierra pisada y cal en las mismas proporciones del existente. Las proporciones de los materiales las indicará la prueba de laboratorio.

10. Colocación de tejas según el orden y número en que fueron desmontadas.

DIAGNOSTICO F

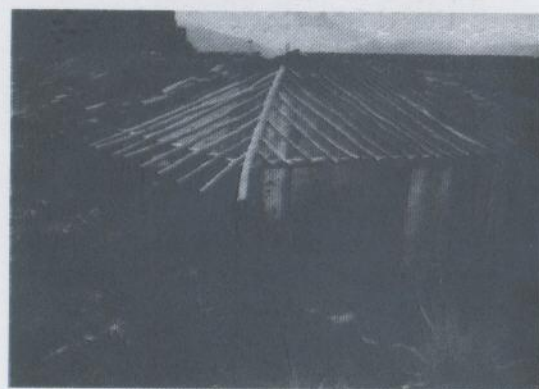


Fig. 13

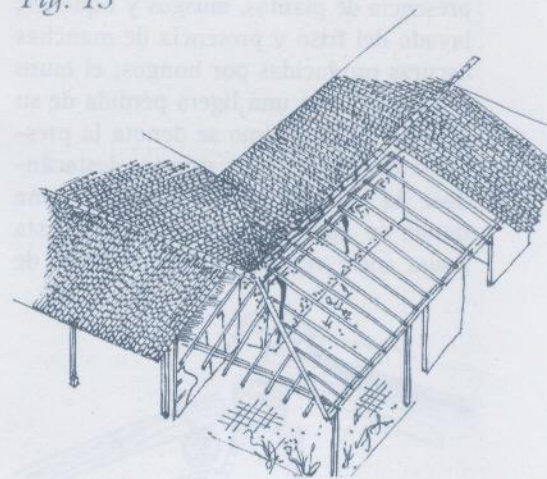


Fig. 14

SECCIÓN W-C

La sección en estudio, ubicada en una de las esquinas pertenecientes a la fachada principal, presenta un deterioro tanto en muros como en techos.

MURO:

Realizar el diagnóstico del elemento portante, se puede apreciar en el tapial una pérdida de material en la zona superior del mismo, específicamente donde descansa la viga cumbrera.

En la zona interna a la casa se observa sobre el friso algunas manchas oscuras causadas por hongos, lo que denota la presencia de humedad. También algunas fisuras se hacen presentes en el mismo, aunque de inmediato se aprecia que se trata de un revoque hecho recientemente. Ahora bien, en la cara exterior del muro las manifestaciones son mucho más severas, pues parte de la tapia se encuentra sin protección alguna, ocasionando ello la presencia de diversas manifestaciones causadas por la humedad: pérdida del material en la parte superior de la tapia, presencia de plantas, musgos y líquenes; lavado del friso y presencia de manchas oscuras producidas por hongos; el muro de carga tienen una ligera pérdida de su aplomo; y por último se denota la presencia de dos grandes grietas, destacándose la ubicada en la esquina, zona donde se aparejan las dos tapias. Esta fisura corre verticalmente a lo largo de

todo el muro.

Encontramos que en esta zona existen restos de una ampliación de la vivienda que coincide con la fractura del muro.

En la parte inferior de la tapia se observa la existencia de algunos agentes de deterioro biológico tales como plantas, líquenes, hongos y bacterias. La presencia de hongos causa una coloración oscura con moho sobre la superficie inferior del muro. Estas son patologías propias de la humedad, originadas por la permanente exposición del muro a la acción continua de las aguas de lluvia, que se empozan por no existir la pendiente necesaria que facilite el deslizamiento del agua. Este hecho trae como consecuencia que en la parte baja del muro se produzca el fenómeno de absorción capilar, que causa erosión progresiva, debilitando su capacidad portante y provocando fallas estructurales.

El deterioro se extiende hasta la pared de bahareque. En ella podemos apreciar el desplome de la superficie, la pérdida del material de relleno y pudrición del sistema estructural (horcones). Es obvio que al tratarse de un material deleznable expuesto a la acción continua de las lluvias, se produce el lavado y erosión de la capa protectora (mortero de tierra), ocasionando la descomposición del

bahareque.

TECHO

En cuanto a la techumbre, esta sección (w-c') presenta deterioro en el sistema de la cubierta. Encontramos que la estructura del faldón que da hacia la parte exterior de la fachada, fue objeto de una intervención inconclusa y defectuosa en su elaboración. Actualmente su armazón de madera se encuentra desprovista de cubierta, expuesto a la acción progresiva de agentes climáticos. No existen ensamblajes entre las piezas, los pares están simplemente clavados sobre la viga y su sección es aparentemente demasiado pequeña. La estructura del nuevo faldón no apoya sobre la viga original, en su lugar, descansa sobre una nueva viga, colocada en una cota inferior embutida en la tapia. Todo esto ha causado daños en el faldón contiguo, pues la filtración ha originado la presencia de un hongo blanquecino que está causando la pudrición del elemento de soporte de la cubierta y de la viga solera original.

SONDEOS REALIZADOS EN EL MURO

Una vez hecho el reconocimiento del problema con todas sus manifestaciones, se procedió a realizar algunos sondeos para determinar el verdadero estado de los materiales en la sección (hasta donde lo permita la sencillez de los sondeos).

1. Evaluación de resistencia sobre el friso. Esta prueba se llevó a cabo de una manera muy elemental: el friso se golpeó con el martillo en distintos lugares, para detectar la resistencia superficial del mortero (esta prueba arroja una apreciación subjetiva; si se requieren datos precisos de resistencia del material, se puede utilizar el martillo pendular o el

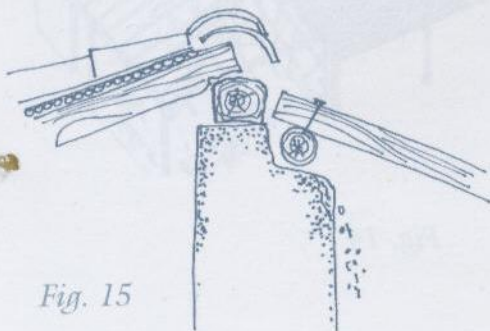


Fig. 15

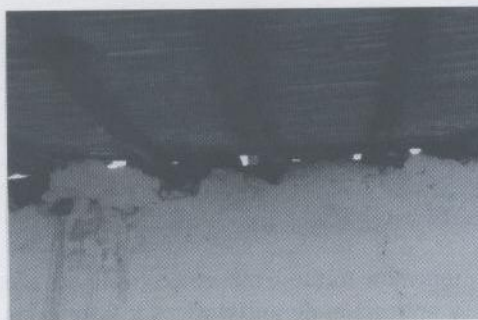


Fig. 16

durómetro).

Se tomó un testigo para ser estudiado en el laboratorio.

2. Debido a las grietas y a la humedad capilar del muro es conveniente realizar una calicata para estudiar el tipo de cimentación y su estado.

3. Realización de cala en la esquina del muro, para observar el tipo de aparejo existente.

4.- Estudio de aplomo. Prueba de carácter básico realizada con un plomo y nivel, el plomo se deja caer desde la parte superior del muro hasta el suelo o nivel inferior; el nivel colocado en el hilo indicará si existe una pérdida de verticalidad del muro.

Debe tomarse en cuenta que muchas de estas construcciones viejas poseen ligeros desplomes causados por el reacomodo de cargas en su estructura portante, sin que ello indique una patología que requiera de intervención. Con relación a este punto encontramos:

*"La inclinación de una fachada muy antigua no es obligatoriamente una manifestación patológica, puesto que en la construcción muchos inmuebles presentan un adelgazamiento progresivo de los muros al ir subiendo, localizado en la cara externa, a causa de la disminución progresiva de las cargas... El querer corregir tales aplomos sería un error contra la autenticidad y podría representar un peligro"*⁵

No obstante, cuando se trata de un desplome acentuado acompañado de otras manifestaciones, debe procederse a la consolidación del muro.

5.- Estudio de grieta. En primer lugar se tomaron sus dimensiones, analizando sus principales características, para luego aplicar diversos métodos de observación periódica, que permitan conocer si se trata de una fisura estabilizada o en

acción. Métodos aplicados:

El crecimiento de la fisura en sentido vertical se determina a través de la colocación de un material testigo (yeso) en forma diagonal a la fisura (sobre la junta). En caso de darse la ruptura del material se verifica que la fisura está



Fig. 17

aumentando.

2. Para observar si la fisura crece en sentido horizontal se colocan dos puntos en dicho sentido, anotando la medida entre ambos. Deben anotarse periódicamente las distancias existentes con sus respectivas fechas. Si se comprueba un incremento en las medidas se verifica el crecimiento de la fisura en sentido horizontal.

3. El último método consiste en colocar tres puntos o chapillas y luego, durante lapsos prudenciales, se toma la medición entre los puntos. Este método permite conocer si existen movimientos en senti-

do vertical u horizontal.

Se verifica:

Friso: debilitamiento del material protector del muro. Ante el golpeteo del martillo se produce la fractura y caída de algunas áreas; originado por la presencia de humedad.

Muro: No se encuentran indicios de falla por cimentación, por lo tanto, se descarta la posibilidad de que la grieta se originara por un desperfecto constructivo de la fundación o por humedad del terreno.⁶

Se aprecia en las caras del muro, humedad por capilaridad, la cual se manifiesta a través de manchas de coloración oscura causada por hongos.

Pared de bahareque. Con el punzón se detecta la total pudrición de uno de los horcones, hecho que ocasiona el derrumbe parcial de la pared.

Grieta en muro: los diversos métodos aplicados (durante un breve tiempo) determinan que se trata de una grieta activa, hecho que se constata por el ligero movimiento horizontal registrado después de una fuerte lluvia.

Con relación a las lluvias es de saber:

*"Su efecto nocivo está condicionado por su frecuencia y por la intensidad de la misma y directamente en relación con la calidad del material afectado y a la forma como fueron ejecutados los muros. La desintegración progresiva que originan las lluvias se manifiesta en la reducción en forma notable de la base de sustentación, propiciando la falla de volcamiento, desplome y fisuras al producirse el desplazamiento de la fuerza de gravedad".*⁷

Debe tomarse en consideración que la aplicación de los diversos métodos de extracción de humedad en muros, puede ocasionar la aparición de fisuras originadas por la pérdida de saturación, pues

la contracción del material crea vacíos internos hasta generar una posible desestabilización del elemento portante y del sistema de cubierta (depende directamente del tipo de material).

SONDEOS REALIZADOS EN EL TECHO

Para estudiar la estructura interna de los materiales se aplicaron pruebas de carácter sencillo:

1. Técnica del punzón para detectar el estado de dureza de la madera.
- 2.- Estudio de prueba y testigo. Se perforaron pequeños agujeros en distintos puntos de la madera para introducir un endoscopio y poder observar el estado de la madera.
- 3.- Técnica del martillo. Se golpeó la estructura de la madera en distintos puntos, tratando de detectar galerías de insectos o presencia de carcoma en la madera.
- 4.- Realización de calas en la cumbrera y punto de solape entre techos, para observar el estado de: viga cumbrera, ensamble entre vigas, cabezales de pares y caña brava.

Se verifica:

Viga cumbrera: se detecta la pérdida de dureza de la madera en puntos donde la pudrición y descomposición del material es evidente.

Pares: pudrición de extremos de pares en contacto con la viga cumbrera. Presenta como característica una costra blanca y seca, originada por la putrefacción de la savia bajo la acción de los hongos.

Caña brava: la técnica de penetración con el punzón permite detectar la descomposición parcial del material, al no ofrecer resistencia alguna.

Armazón de madera: la prueba de golpeteo de martillo aplicada sobre la madera al descubierto, revela que se trata de un material todavía consistente (no hueco en su interior), sin embargo, la

pérdida de coloración denota la acción continua del sol y la lluvia, aunado a la presencia de manchas oscuras en ciertos lugares (especialmente en sus extremos) ocasionada por hongos.

Los pares se encuentran retorcidos debido a los cambios de temperatura que soportan.

CAUSAS:

Una de las causas principales de grietas en muro son las fallas ante el esfuerzo de compresión, bien sea por mala calidad del material utilizado en la construcción o por defectos en la elaboración del sistema constructivo, como bien podría ser la falta de aparejos en la zona de la esquina.

A estas posibles causas se suma el debilitamiento del muro originado por las continuas remodelaciones que modifican las cargas originales, hasta provocar el desajuste de las piezas del sistema de cubierta por donde penetra la humedad.

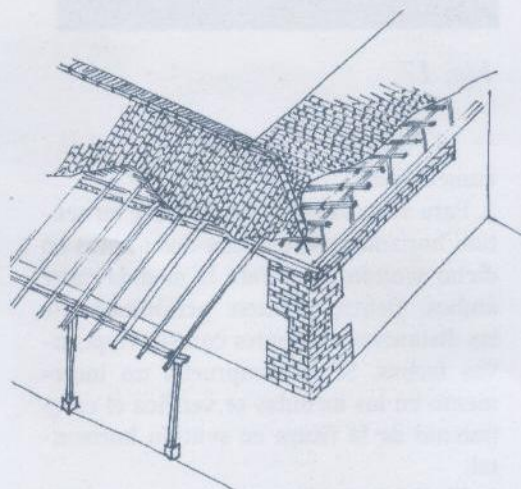


Fig. 18

INTERVENCIÓN

El deterioro que presenta el muro por la pérdida de material, la existencia de grietas verticales, la erosión causada por la humedad capilar, el deterioro de la techumbre, son patologías que requieren de medidas destinadas a la consolidación y conservación, antes de que se origine el desplome del sector.

El primer paso a ejercer es eliminar la fuente del problema, es decir la humedad; para ello debe protegerse el tramo con una cubierta provisional hasta que una vez consolidado el muro se pueda construir la cubierta definitiva (punto previsto en el plan de obras preliminares).

La consolidación de la esquina del muro, requiere la construcción de una rafa, constructivamente realizada con materiales compatibles (ladrillos cocidos) y reforzada con aparejos adecuados, siguiendo los métodos tradicionales, que bien pudieran ser llaves de madera incrustadas que conformen la trabazón necesaria para reforzar las esquinas [Fig.18].

Para llevar a cabo lo planteado es necesario demoler parte de la tapia en la zona de la esquina (previéndolo la total descarga del muro a intervenir), hasta encontrar la línea de bancadas. El relleno se realizará con ladrillos cocidos, colocando las llaves de madera en la esquina, como elementos de aparejo entre los muros.

Igualmente en la zona superior del muro debe efectuarse un relleno que sustituya el material perdido, para recuperar el nivel de cumbrera original; ello se hará utilizando materiales compatibles, ladrillos cocidos o adobes hechos con tierra del lugar. Para efectuar esta operación es necesario extraer la viga original en estado de descomposición y eliminar la segunda viga colocada durante la remodelación.

Las paredes de bloque y de bahareque deben ser liberadas con el objeto de recuperar la circulación continua del corre-

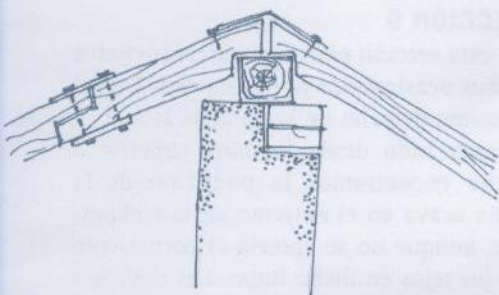


Fig. 19

dor de la fachada principal.

Plan de obras:

Es importante considerar que en la elaboración del plan de obras de este punto en específico, deben llevarse a cabo acciones destinadas a la consolidación del elemento portante (muro) y de la techumbre que lo protege. Por lo tanto, para hacer efectivos los trabajos, deben coordinarse las dos actividades en el plan de obra, pues a pesar de haberse realizado diagnóstico por separado es un problema que tiene una causa común, la humedad.

1. Apuntalamiento.

Para efectuar los trabajos es necesario apuntalar el techo, con el objeto de desactivar el muro y la viga a sustraer, evitando daños en el momento de los trabajos, tanto a la edificación como al equipo humano que opera.

El apuntalamiento debe hacerse con un cálculo previo y tomando en consideración algunas medidas, tales como, colocación de puntales en los elementos que trabajen a flexión, para reducción de las luces y disminución de las cargas.

2. Protección temporal de cubierta.

Es importante suprimir cualquier acumulación de agua cercana al piso y paredes del tramo a intervenir, evitando que continúe el proceso de humedad por capila-

ridad. Lo que se procura es rectificar el problema con simples soluciones que no ameriten de mayores intervenciones técnicas.

En caso de no conseguir eliminar la humedad presente en el muro, será necesario aplicar otras posibles soluciones:

Colocación de drenajes en el suelo en el ámbito de los cimientos; colocación de placas impermeabilizantes insertas en el muro; inyección de productos impermeabilizantes; empleo de electrólisis para hacer descender el agua presente en los muros hacia el suelo. La mayoría de estos trabajos son intervenciones costosas. Por lo tanto, el tratamiento que se recomienda es la ventilación del espesor del muro a través de la introducción de piezas cerámicas o de plástico en su base. Durante este proceso debe cuidarse que las piezas queden selladas con un mortero muy pobre, sin hueco alguno.

3. Desmonte de teja en la zona demarcada.

4. Levantamiento del mortero de barro y caña brava que presenta deterioro por pudrición y descomposición debida a los insectos.

5. Liberación de bahareque y paredes de bloque pertenecientes a la ampliación.

6. Liberación de la cubierta recientemente sustituida, en razón de que no ofrece las condiciones necesarias para su conservación, pues se trata de una madera con un contenido alto de humedad, que ha provocado la presencia de hongos y bacterias especialmente en sus extremos.

7. Sustracción de la viga cumbreira original que presenta pudrición a causa de la presencia del agua. Para efectuar dicha sustracción es necesario levantar (5cm) los pares del techo a través del método de apuntalamiento conocido como alza-primado, y que consiste en suspender con gatos hidráulicos los pares que

apoyan sobre la viga, con el objeto de crear el espacio necesario para extraerla. Una vez hecho el apuntalamiento según los cálculos, se procederá a levantar las varas, siendo necesario utilizar una vigueta o cercha metálica colocada horizontalmente en sentido transversal a los pares. Para evitar fisuramiento o quiebres en el lecho, es aconsejable colocar en el intermedio de los pares una superficie que amortigüe el esfuerzo a ejercer.

Sobre un andamio lo suficientemente rígido y estable, se colocan varios gatos hidráulicos, que se levantan de manera simultánea para evitar el deterioro de la cubierta. Una vez efectuado el levantamiento de la cubierta 5cm se procederá al apuntalamiento.⁸

8. Liberación del friso que presenta debilitamiento por la humedad, liberación de paredes construidas durante la remodelación y levantamiento del material de acabado (tablillas de arcilla) por presentar desgaste y fracturas.

9. Cortar la tapia siguiendo la línea de bancadas en el tramo afectado. Debe hacerse por tramos y de forma descendente. Previamente deberá chequearse que la tapia se encuentre totalmente

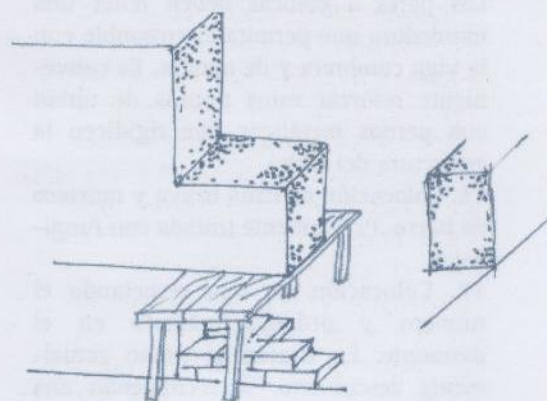


Fig. 20

inactiva.

10. Creación de rafa para reforzar la esquina, por ser un punto de concentración de cargas; ella permitirá devolver la verticalidad al muro.

En la fabricación de la rafa se empleará ladrillo cocido por ser un material compatible y que ofrece las cualidades necesarias para dar resistencia ante los esfuerzos a la compresión [Fig.20]

11. Relleno de la parte superior de la tapia. Para ello se utilizarán hiladas de adobes hechos con tierra del lugar. Debe conseguirse la uniformidad en el remate, evitando vacíos que puedan generar movimientos internos en el muro [Fig.19]

12. Colocación de viga de madera sana. La ensambladura entre vigas debe ser igual al de la viga desmontada, con el objeto de restituir la estructura a su estado original.

13. Corte de los cabezales de viga que presentan pudrición, para ser sustituidos por unos de madera sana y reforzados metálicamente.

14. Descenso de varas. Este debe realizarse de forma lenta y progresiva para evitar daños a la cubierta.

15. Colocación de pares de madera rolliza en la zona actualmente descubierta. Los pares a colocar deben tener una mordedura que permita el ensamble con la viga cubrera y de amarre. Es conveniente reforzar estos puntos de unión con pernos metálicos que rigidicen la estructura del techo.

16. Colocación de caña brava y mortero de barro. Previamente tratada con fungicidas.

17. Colocación de teja respetando el número y orden efectuado en el desmonte. En cuanto al tramo actualmente descubierta, se recomienda una teja que presente las mismas características de la existente, en cuanto a tamaño, coloración y aspecto de vetustez, bus-

cando dar homogeneidad y mantener las características estéticas a la edificación.

18. Colocación de piso. Utilizar tablillas de arcilla procurando la continuidad del material.

19. Colocación de friso. Este deberá hacerse con tierra y cal en las mismas proporciones del original.

Es importante considerar que, cuando se utilizan mezclas con elementos no compatibles o en distintas proporciones al original, se puede producir el agrietamiento del friso debido a los distintos esfuerzos, por variaciones del coeficiente de dilatación. También debe cuidarse no sobrecargar el revoco, debido a la contracción del nuevo mortero.

En casos como este, donde existe una humedad por capilaridad, se recomienda utilizar en la base del muro un revoque de cal hidráulica natural, que permita la evaporación del agua contenida en el interior; aunque ello lo determinará los resultados arrojados por la prueba de laboratorio.

DIAGNÓSTICO A



Fig. 21

SECCIÓN G

En esta sección podemos observar ciertos daños ocasionados por la humedad en el extremo derecho de la fachada lateral. Comenzando desde la parte superior o techo encontramos la pudrición de la caña brava en el extremo de la techumbre, aunque no se aprecia el corrimiento de las tejas en dicho lugar. Las manchas oscuras acompañadas de la decoloración de ciertas zonas, denotan la presencia de hongos en la caña brava y en el extremo de la viga solera y par.

En relación con el material de acabado se aprecia el lavado de la pintura y el desprendimiento de la fina capa de mortero que cubre el bahareque y el muro de mampuesto, intensificándose en el primero (bahareque) por tratarse de un material deleznable ante la presencia del agua. Se percibe que la constante exposición de la fachada a las aguas de lluvia, se traduce en manchas oscuras acompañadas de una película mohosa color verde sobre el muro.

Ahora bien, el problema más severo lo constituye el deterioro de la viga de entepiso, ubicada en el extremo de la fachada. Se trata de un elemento estructural embutido en el muro y, por tanto, difícil de ser tratado. Encontramos que la viga ha sido presa de la acción de hongos y bacterias, así lo denota la coloración oscura de algunas zonas y el blanqueamiento de otras. Además, se aprecia la descomposición de la madera en su estructura fibrosa, dando la sensación de ablandamiento, producto de la permanente exposición al sol y al agua. En este caso es necesario determinar el grado de deterioro de la madera, para asegurar que el ataque biológico no haya alterado la calidad física del elemento estructural, modificando su capacidad de resistencia a los esfuerzos de flexo-compresión. En caso contrario deberá sustituirse la pieza para ser sustituida por

una madera sana. Caso curioso es que la cabeza de la viga empotrada en el muro de carga ha sufrido menos deterioro que el resto del elemento estructural, cuando lo común es que sufran mayor daño los tramos embutidos en la tapia.

En la zona inferior encontramos la presencia de vegetación parásita en contacto con el sistema de cimentación de la

rio.

También pudiera llegar a aplicarse rayos X para conocer con exactitud la estructura interna de los materiales, pero es un método muy costoso.

4. Técnica del martillo pendular sobre el mortero para evaluar la resistencia del friso.

Se verifica:

Caña brava: con el punzón se detecta el deterioro en el extremo de la cubierta, ocasionado por el ataque de hongos y bacterias. La sencilla cala realizada permite constatar la total descomposición del elemento.

Estructura de cubierta: deteriorada en el extremo del techo, específicamente afectados los dos pares extremos y la cabeza de viga. La rápida penetración del punzón pone de manifiesto la debilidad de las piezas de madera.

Viga de entrepiso: Con la prueba del endoscopio se observa las galerías de insectos internas en la madera. Externamente la abertura de las fibras acusa el debilitamiento y descomposi-

ción del material.

CAUSA

Las patologías presentes en los distintos elementos del tramo (sección G), tienen una causa u origen común, los agentes atmosféricos. Bien es conocido que la permanente exposición al agua, la luz, el viento y los cambios de temperatura, provoca la alteración de la estructura interna de los materiales. Propiciando además, el lavado y erosión progresiva de materiales deleznable que conforman la capa protectora de muro y bahareque, creando las condiciones necesarias para el ataque de hongos e insectos a la estructura del edificio.

El pequeño alero que cubre la fachada en mención no proporciona la suficiente protección, además, la dirección de los vientos y la lluvia inciden directamente sobre la superficie.

Las múltiples fisuras presentes en el bahareque son ocasionadas por la constante retracción del material ante los cambios de humedad y temperatura.

Este debilitamiento podría ocasionar la falla por flexión produciendo la fractura de la viga por descomposición de su estructura fibrosa. A ello se suma el ablandamiento producido por el efecto de los rayos ultravioleta.

INTERVENCIÓN

El deterioro puntual que presenta la cubierta en su extremo, el lavado de la pintura y la pérdida parcial del friso protector (bahareque y muro de mampuesto), son patologías que no han llegado a afectar la capacidad de carga de los muros y de la cimentación. El caso sólo amerita la sustitución del tramo deteriorado en la techumbre, y la reposición de la capa protectora del bahareque. Sin embargo, la patología que sí constituye un factor de riesgo, de no intervenir con urgencia, es la descomposición interna de la viga de entrepiso; deterioro



Fig. 22

edificación.

SONDEOS REALIZADOS

Para conocer la estructura interna de los materiales:

1. Técnica del punzón para detectar la dureza de la viga de entrepiso y de los elementos de la cubierta, pares, caña brava y vigas.

2. Técnica de martillo. Se golpeó la madera en distintos puntos para percibir a través del sonido el estado interno de los elementos.

3.- Prueba de perforación y testigo. Se abrieron agujeros en la madera para observar si existen galerías internas hechas por insectos o si existe algún tipo de descomposición en el tramo de madera por la permanente humedad a que está expuesta. El testigo tomado puede ser objeto de análisis de laborato-



Fig. 23

que puede generar una falla estructural, en caso de descenso de la viga o fractura de la misma. Por lo tanto, es necesaria la extracción de la pieza para ser sustituida por una viga de madera sana.

Plan de obra:

1. **Apuntalamiento del techo**, especialmente de los elementos que trabajan a flexión para evitar cualquier fractura en los momentos de la intervención.

En cuanto al apuntalamiento del entrepiso (para extraer la viga) deben tomarse las máximas medidas de seguridad, sobrestimando el cálculo para evitar daños a la edificación y personal de trabajo.

2. **Levantamiento de la teja** en el tramo deteriorado.

3. **Levantamiento de mortero y caña brava** en deterioro.

4. **Extracción de los pares** extremos atacados por hongos y bacterias.

5. **Corte de la cabeza de viga** podrida para ensamblar una nueva pieza de madera sana. El ensamble debe estar reforzado con elementos metálicos: pernos o ángulos que rigidicen.

6. **Bahareque**. Es conveniente retirar la capa de relleno entre el sistema de horconadura, para evitar desprendimientos en el momento del desmonte. Además que ello nos permitirá conocer aquellos puntos del sistema de bahareque que ameritan ser apuntalados.

7. **Extracción de la viga y colocación de la nueva pieza de madera** (previamente tratada). Para facilitar la extracción es conveniente cortar la parte inferior de la viga, embutida en el muro.

Este proceso debe efectuarse de forma rápida para evitar descensos que pongan en peligro la edificación y la seguridad de los operarios.

En cuanto a la pieza a sustituir, ésta será de madera; se aconseja utilizar una madera fuerte, preferiblemente de colo-

ración oscura que asegure se trate del duramen del árbol, para ofrecer mayor garantía ante el ataque de hongos e insectos. En cuanto al tratamiento que requiere la madera, existen diversos métodos: la creosota es frecuentemente utilizada para proteger la madera colocada en el exterior y expuesta a la acción del sol y la lluvia, aunque hoy en día ha dejado de usarse por su fuerte olor. En su lugar se aplican otros productos o tratamientos como la receta de Madison que posee parafina, sustancia insecticida que no permite el paso del agua. Otra alternativa es pintar la superficie en exposición al sol, para crear una capa que desvíe y evite el paso de los rayos ultravioleta que deterioran la madera (alternativa que protege del sol pero no de la lluvia).⁹

8. **Colocación de ensambladura de madera sana reforzada** con pernos metálicos.

9. **Colocación de pares de madera** rolliza.

10. **Colocación de caña brava**, mortero y teja.

La mezcla de mortero debe contener las mismas proporciones de materiales que el existente (prueba de laboratorio), en cuanto a la teja, ha de ser colocada en el orden en que fue desmontada.

11. **Colocación de mortero de relleno en bahareque**, friso de protección y pintura. Es importante considerar el tipo de revoque exterior. Antiguamente se utilizaba la cal apagada de fraguado lento, apareciendo luego la cal hidráulica natural. En el caso de la cal apagada, como el fraguado es lento, el mortero permanece con una consistencia plástica durante un tiempo, dando lugar a que se efectúe la adherencia entre el revoque y la superficie del muro, sin que se produzcan contracciones bruscas que originen fisuramientos. Este tipo de acabado es conveniente por tratarse de materiales

que permiten la evaporación del agua contenida en el muro. En este caso específico, como se trata de una superficie expuesta a la acción continua del agua, se aconseja para evitar el deterioro prematuro y reducir la penetración del agua, mezclar la cal apagada con una pequeña porción de cemento blanco o cal natural.

En cuanto a la pintura, deberá evitarse cualquier esmalte o barniz que obstruya la salida del agua. Esta debe ser una película totalmente permeable a base de cal.

DIAGNOSTICO SECCIÓN B



Fig. 24

MUROS

En la sección B indicada en el plano existe una manifestación de falla estructural en muro. Se puede apreciar una grieta vertical en el punto de encuentro de las dos tapias (esquina), la grieta se manifiesta en las dos caras, interior y exterior del elemento portante.

Otra manifestación evidente es una ligera pérdida de verticalidad de la parte superior de la tapia (hacia el exterior de la fachada), indicio de ello es la fractura del friso en el punto de contacto de la tapia y la viga solera, dando la sensación de que se produjo un leve corrimiento del muro respecto a la estructura de techo.

Ahora bien, buscando otro tipo de manifestación que ayude a determinar la causa del problema, encontramos que en la techumbre de la zona en referencia se llevaron a cabo recientemente trabajos de reparación. Muestras de tales trabajos son las manchas existentes sobre el friso, ocasionadas por el lavado del material que conforma la tapia (tierra) expuesta a la intemperie durante los trabajos [Fig.25]. Con relación a ello es importante conocer cuánto tiempo estuvo la tapia a la intemperie, pues es posible que dicha humedad haya acentuado las manifestaciones y debilitamiento del muro portante, hasta ocasionar el leve desplome existente. En cuanto al techo no se observa deformación de la estructura, hecho que hubiese ocasionado el empuje de la tapia hacia el exterior.

Con respecto a la parte inferior del muro no existen muestras de humedad en la base o terreno, por lo tanto, al no existir humedad y encontrar un terreno seco y firme se descarta la posibilidad de movimientos verticales.¹⁰

Para determinar las causas es necesario hacer ciertos sondeos que permitan conocer el origen del problema en estudio.



Fig. 25

SONDEOS

La grieta en el muro debe ser estudiada para determinar si se trata de una grieta estabilizada o en acción; para ello se aplican distintos métodos de observación periódica que permitan conocer su causa (movimientos horizontales o verticales). Sin embargo, antes de aplicar cualquier método deberán tomarse las dimensiones de la fisura, observar la dirección predominante; analizar si se trata de una falla continua o con anchos variables, que atraviese el muro.

Métodos: (los métodos aplicados son los ya mencionados en el estudio del tramo W-C', en el punto de sondeos)

El estudio del tramo se completó con:

1. - Se efectuó la técnica del plomo y nivel para verificar el aplomo del muro.
2. - Observación minuciosa de la parte inferior del muro, buscando indicios o manifestaciones que indique falla por

cimentación (no se encontró evidencia alguna).

Es importante mencionar que en el estudio de fisuras o grietas la aplicación de rayos X arrojaría un diagnóstico seguro del estado interno del muro, sobre todo de su cimentación, pero por tratarse de un método tan costoso y que requiere del desalojo de los usuarios para su aplicación, se convierte en inaccesible (en este caso particular). Igualmente la realización de calicatas constituye una técnica segura para conocer el tipo y estado de la fundación, pero lo recomendable es efectuarla sólo en casos extremos, es decir, cuando las manifestaciones indiquen qué realmente se trata de una falla de la fundación, de lo contrario podría acelerar el proceso de deterioro o generar nuevos daños a la edificación. Por lo tanto, en este caso específico, se realizó una observación superficial para conocer características del suelo, calidad superficial, materiales, etc.

6. Con la técnica del punzón se estudió el estado del entrepiso de madera; analizando especialmente los cabezales de las vigas, con el fin de descartar cualquier fisuramiento del muro por falla de los mismos.

Se verifica:

Muro: existe un ligero desplome del muro en su parte superior.

El entrepiso y sus vigas se encuentran en perfecto estado, sin manifestación alguna de descomposición de la madera.

CAUSAS

Analizando el problema planteado y las posibles causas que originaron el fisuramiento del muro, encontramos que la falla estructural bien pudo originarse por un movimiento vertical u horizontal de la estructura, grieta que en algún momento estuvo activa para luego estabilizarse.

La falla por cimentación se descarta, por no encontrarse durante el diagnóstico manifestaciones que así lo indiquen. Más bien, el estudio realizado nos conduce a pensar que se trata de una falla provocada por deficiencia de los aparejos entre las tapias que constituyen el muro. No obstante, no dejamos de considerar otras posibles causas, tales como, la remodelación realizada al tramo en estudio, trabajo donde se empleó un sistema constructivo distinto, en el cual se destacan las vigas y columnas de concreto armado ligeramente incrustadas al muro de tapia; es posible que ello hubiese provocado un empuje del muro, fracturando la tapia en su punto más débil, la esquina. No es de descartar que el deterioro se hubiese producido por una fuerza externa (sismo), que provocara un fuerte movimiento y empuje de todo el sistema descargando en el muro, precisamente en la zona más débil, las intersecciones de muros.

INTERVENCIÓN

Considerando las causas y el diagnóstico realizado, se determina que el punto a consolidar es el aparejos entre muros.

A pesar de que se trata de una falla estabilizada, creemos conveniente reforzar la edificación en ese punto para evitar el deterioro posterior de la edificación, procurando realizar todas las labores destinadas a la conservación y preservación del edificio.

La consolidación de la esquina del muro requiere de la construcción de una rafa de ladrillos cocidos que rigidice el punto de encuentro entre las dos tapias. Para efectuar este trabajo es necesario cortar la tapia siguiendo la línea de bancadas para proceder luego al relleno con ladrillos cocidos trabados entre sí.

El corte de bancadas amerita de un sistema de apuntalamiento de punteado que soporte el peso del tapial volado. Este

debe efectuarse por tramos para evitar el desplome o el aceleramiento del deterioro, igualmente se procederá con el relleno.

Es importante considerar previamente el apuntalamiento del techo para desactivar

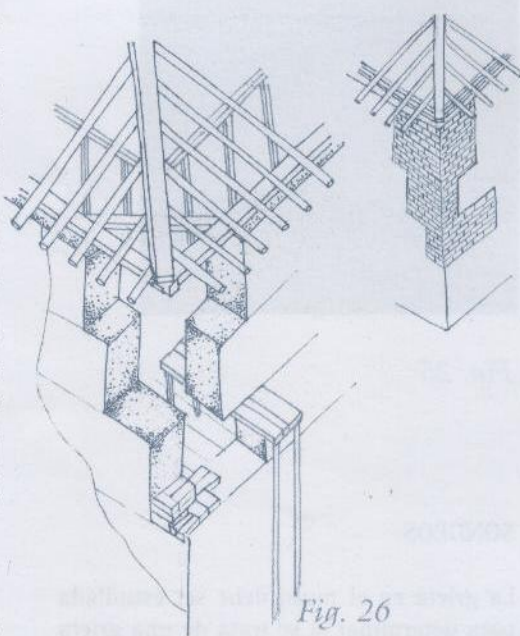


Fig. 26

totalmente la tapia en el momento de los



Fig. 27

trabajos.

DIAGNOSTICO SECCIÓN C-D-E MURO

En esta zona de la edificación encontramos que la tapia ubicada a nivel del sótano presenta un deterioro vinculado con la acción del agua.

Se observa en la parte inferior del muro una fuerte erosión a lo largo de la tapia, acentuándose en su parte central, donde se aprecia una grieta en sentido vertical de la misma. Esta se encuentra precisamente donde apoya un cabezal de las vigas de entrepiso; la misma aparece en las dos caras del muro, con anchos variables.

Ahora bien, existe en el terreno una permanente humedad que asciende a la tapia por capilaridad, provocando el debilitamiento del muro en su parte baja

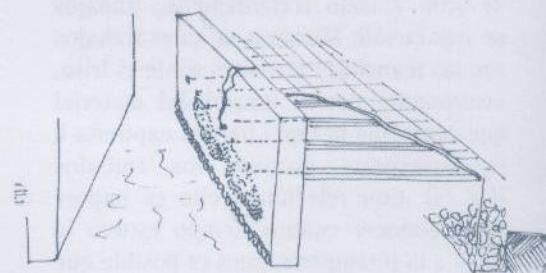


Fig. 28

por la pérdida o desmoronamiento del material que conforma el muro portante.

SONDEOS:

Con el objeto de estudiar la causa del problema se aplicaron algunas pruebas de carácter sencillo.

1.- Para estudiar el tipo de grieta existente en el muro se aplicaron tres métodos de observación periódica para detectar si se trata de un fisura estabilizada o en acción, además del tipo de movimiento existente (se aplicaron los métodos

mencionados en el punto tratado anteriormente).

2.- Se chequeó el aplomo de la tapia con la utilización del plomo y nivel.

3.- Para verificar si se trata de humedad por capilaridad se midió la altura de la humedad en las dos caras del muro y se tomó un testigo para calcular la humedad de la tapia.

Se verifica:

Muro: la existencia de humedad varía a lo largo de las superficies del muro, acentuándose la erosión en la parte media del tramo, zona donde la ventilación e iluminación son menores y en consecuencia la evaporación de la humedad del suelo y la tapia disminuye. Las pruebas de observación periódica no registran movimientos de la grieta, aunque por el poco tiempo de su aplicación no se garantiza que se trate de una falla inactiva.

Fundación: en este caso específico, es conveniente realizar una cala para conocer el estado en que se encuentra la cimentación.

CAUSA

La erosión y el debilitamiento de la tapia son provocados por la humedad capilar, fenómeno que se produce por la succión capilar a través de los conductos estrechos existentes en la tapia, capaces de absorber el agua del suelo haciéndola ascender. Observamos en este caso que la luz y la ventilación es poca, contribuyendo ello a que la humedad existente no evapore (es el principio de la esponja o el coleteo).

Ante este tipo de patologías, es frecuente encontrar manifestaciones como rupturas o fisuramientos, puesto que al absorber el agua la tapia, aumentan las cavidades por la cristalización de las sales, expandiéndose la superficie y

perdiéndose la compactación del material.

Se aprecia en este caso, que existen las tres condiciones para que se produzca la absorción capilar: continuidad capilar, fuente permanente de agua y material absorbente del agua (tierra). Con relación al material, en el caso de la tapia, su comportamiento estará muy condicionado por la calidad de la tierra empleada y por la forma en que fue construida.

Por lo expuesto se deduce que la grieta en la tapia se produjo por un movimiento vertical ocasionado por el descenso de la viga de entrepiso ante la erosión y debilitamiento causado por la humedad.

VIGA:

La permanente humedad presente en el suelo del sótano no solo ha afectado la tapia, sino también las vigas de entrepiso que se apoyan en el muro portante, específicamente los cabezales de dos vigas embutidas en la tapia.

El ataque de hongos y bacterias ha descompuesto las cabezas de vigas, destruyendo la estructura fibrosa del material en su extremo (zona en contacto con la humedad). La poca luz y ventilación ha favorecido el desarrollo del moho, constituido por hongos, que se manifiesta como manchas vellosas.

SONDEOS

Para detectar el estado de las vigas del tramo en estudio se aplicaron tres pruebas para conocer la estructura interna del material:

1. Técnica del punzón. Se punzó el elemento de madera en las distintas superficies de la viga, prestando mayor atención a los cabezales de la pieza estructural, especialmente en su parte inferior; es muy común encontrar descensos o fracturas de muros, originados por el deterioro del tramo embutido en la tapia, pues el contacto directo de la madera con la tierra, sin ventilación alguna, crea las

condiciones propicias para el ataque de insectos.

2. Técnica del martillo.

3. Técnica de perforación y testigo.

Nota: El proceso de aplicación de estas últimas pruebas se detalló en los sondeos aplicados en tramos anteriores

Para estudiar si existe un descenso de los elementos estructurales de la cubierta plana (entrepiso), se tomaron medidas de altura de las vigas con respecto al suelo.

Se verifica:

Viga: la poca resistencia que ofreció el material ante el punzado (en el extremo de las vigas 7 y 8) confirma la descomposición originada por el ataque de hongos. El resto de los elementos estructurales se encuentra en buen estado de conservación.

No se detectó ataque de insectos.

Al tomar las alturas entre las vigas y suelo se pudo conocer que sí existe un pequeño descenso en la zona más erosionada de la tapia, exactamente en el punto donde aparece la fisura de la tapia.

CAUSA

La humedad por capilaridad ascendió por la tapia hasta alcanzar las vigas embutidas en el muro, causando la pudrición de las cabezas de viga y el debilitamiento del empotramiento.

INTERVENCIÓN:

La intervención amerita la consolidación del muro y de las vigas 7 y 8 deterioradas en sus extremos (cabezas embutidas en la tapia). Para ello es necesario plantearse un plan de obra donde se refuerce el muro en la zona debilitada por la humedad capilar. También debe considerarse la aplicación de métodos

destinados a secar la humedad existente en el muro.

Para rigidizar el tramo de muro deteriorado, es conveniente cortar el muro por sus líneas de bancadas, a fin de proceder a su relleno empleando ladrillos cocidos que sustituyan el material perdido. Debe recordarse que el corte y relleno debe efectuarse por tramos, a través de un sistema de punteado que soporte las bancadas superiores. Este nuevo material no debe ser afectado por la humedad, para ello se aconseja practicar una serie de orificios en el muro, que permitan impregnar o inyectar solución impermeabilizante; proceso que resulta eficaz para los ladrillos macizos y mampostería, mas se desaconseja utilizarlo en materiales blandos como la tapia. Existen casos donde se ha llegado a colocar placas impermeabilizantes para aislar el nuevo material de la humedad del suelo y la tapia. Este aislante bien pudiera ser un

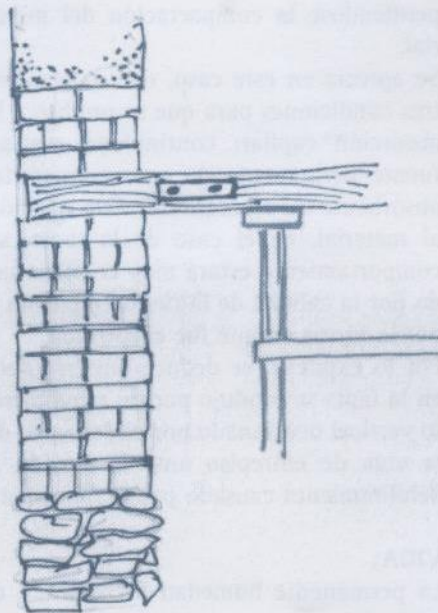


Fig. 30

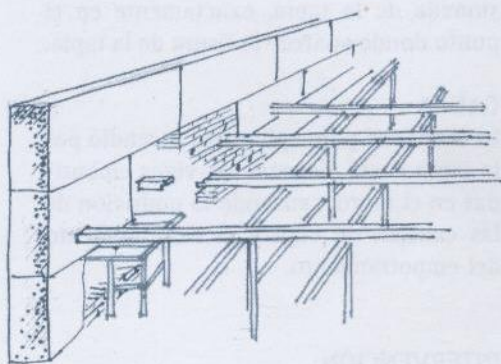


Fig. 29

material plástico especial o mortero sintético que actúe como filtro bituminoso. Lo más importante sería eliminar la fuente de agua, que constituye el problema en sí. Para ello es conveniente hacer un sistema de drenaje en las zonas externas a la casa donde se encuentra la inundación. En este caso, no es posible hacerlo directamente donde está el muro, porque el poco espacio existente contribuiría con el debilitamiento de las tapias.

Con relación a las vigas deterioradas, es preciso efectuar la intervención pensando en un método de consolidación que permita conservar los elementos estructurales existentes, para no alterar las condiciones originales (estéticas y arquitectónicas de la vivienda) y a su vez que tome en consideración la economía del proceso a efectuar. En este caso, existen diversas posibilidades de intervención, tales como, rigidización del tramo dete-

riorado por prótesis metálicas, sistema de amadrinamiento a través de la colocación de una viga horizontal que soporte el tramo de madera sana, e inyección de resina en la zona afectada (método costoso). Considerando que debe realizarse el corte de la tapia, encontramos que la solución más factible y económica es el corte de la cabeza de viga deteriorada para ensamblar una nueva pieza de madera sana, rigidizada

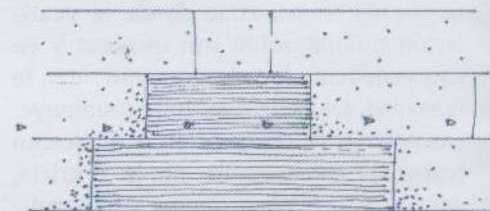


Fig. 31

con elementos metálicos unidos con pernos o atirantados.

CONCLUSIONES

El diagnóstico realizado determinó que la casa en conjunto se encuentra en condiciones estructurales estables, salvo algunos daños puntuales encontrados en algunas áreas de la vivienda.

Los principales daños se han detectado en la techumbre de la edificación, en pisos y en muros, especialmente en la zona de aparejos de tapias. Pudimos observar que la mayoría de los daños se originan por la humedad presente, bien sea a causa de la filtración o humedad por capilaridad.

Sin embargo, después de los estudios realizados se concluyó que las patologías presentes en las distintas partes del edificio son factibles de ser intervenidas sin

llegar a proceder a la demolición de los tramos en estudio.

Las distintas intervenciones propuestas están dirigidas a consolidar las partes en deterioro, por el debilitamiento que presentaron ante la pudrición, ataque de insectos, humedad y construcción defectuosa como es el caso de aparejo de los muros. Todo ello para procurar devolver la estabilidad estructural al conjunto, y asegurar que los elementos constructivos sigan actuando según sus propiedades inherentes, lográndose así la conservación y preservación de la "Hacienda" San Isidro.

BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Educación. Conocimiento de Materiales de Carpintería de Ribera, 1985. Editorial Pueblo y Educación. 1985. Nº 181.

Biblioteca Atrium de La Construcción. Tomo 3. Construcción de la Vivienda Unifamiliar. Ediciones Atrium S.A. Barcelona. España. s/f.

PIQUE, Javier et al: Manual de diseño para maderas del Grupo Andino. Lima. Junta de Acuerdo de Cartagena. 1984.

Ministere de l'equipement. Tecnología y Arquitectura. Dirección de la Construcción. Rehabilitación de la Vivienda. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona- 1980. Nº 273.

VIÑUALES, Graciela: Restauración de arquitectura de tierra. Tucumán. 1981.

BAGLIONI, Guarniero: La rehabilitación de edificios urbanos. Barcelona: Editorial Gustavo Gili. 1998.

1. Ministère de l'Équipement de la Construction. Tecnología y Arquitectura. Rehabilitación de la Vivienda. p.33.

2. Ibidem. Pp.33-34.

3. Nota: Para efectos del proyecto, una vez que se haya establecido este primer encuentro con la edificación reconociendo el estado de cada una de sus partes y del conjunto, se pueden tomar decisiones sobre derrumbar o reconstruir, consolidar parte de las estructuras o añadir elementos de confort. Puntos que incidirán en el proyecto a elaborar. No obstante, en relación a aquellas zonas en gran deterioro que representan un inminente peligro pueden ser objeto de demolición durante las obras preliminares, a fin de evitar riesgos durante los trabajos.

4. La acción a efectuar sobre cualquier imprevisto no puede determinarse con exactitud en este punto del proceso. En virtud de ello, lo referido anteriormente es una simple orientación a seguir en caso de verificarse la existencia de alguna de las patologías mencionadas. Es obvio que la propuesta dependerá del conocimiento exacto del tipo de patología, de la magnitud de la misma y de las diversas variantes a considerar dentro del problema a tratar (causa y efectos).

5. Ministère de l'equipement de la construction. Tecnología y Arquitectura. Rehabilitación de la Vivienda. Barcelona: Editorial Gustavo Gili. 1980. p.33

6. En este caso se consideró conveniente no realizar la calicata pues se trata de un procedimiento delicado, que solo debe efectuarse en caso de manifestaciones evidentes, de lo contrario, puede generar nuevos daños o acelerar el proceso de deterioro.

7. Ministère de l'Équipement de la Construction. Tecnología y Arquitectura. Rehabilitación de la Vivienda. Op. Cit. P. 85.

8. Durante este proceso pudiera darse el caso de que en el punto de unión o ensamble entre vigas, la mordedura de la viga a sustraer, se encontrase por debajo comprimida por la viga sana. En este caso es conveniente suspender también los pares que se apoyan en el extremo de la viga sana o contigua, para liberar las cargas transmitidas en el punto de unión. La desactivación del tramo permitirá suspender ligeramente la viga sana y extraer la viga descompuesta.

9. El barniz y los plastificantes no son recomendables porque no permiten que la madera respire, además de no crear la película mencionada.

10. Los movimientos verticales pueden originarse por un descenso de terreno o por pérdida de unión entre las piezas que conforman la fundación. El efecto más comunes en este tipo de caso, son las fisuras o grietas en muros.