



PATOLOGÍA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES **Madera, hierro - acero y muro portante cerámico.**

Tesina 2009 - 2010 _ Tutor: Jorge Schinca _ Estudiantes: Pia Jelpo - Leticia Padilla

INTRODUCCION	2
CAPITULOS	
1. TIPOS DE PATOLOGÍAS	
1.1 Consideraciones generales	3
1.1.1 Definición de patología	3
1.1.2 Definición de lesiones	3
1.1.3 Definición de causa	3
1.1.4 Proceso de reconocimiento	3
1.1.5 Sistemas constructivos	4
1.2 Tipos y causas de deterioros en estructuras metálicas	5
1.3 Tipos y causas de deterioros en estructuras de madera	5
1.4 Tipos y causas de deterioros en estructuras de muros portantes	6
2. ANÁLISIS PREVIO: PATOLOGÍAS SEGÚN EL MATERIAL	
2.1 Forma de expresión de las lesiones	10
2.2 Forma de expresión de las lesiones – en estructuras metálicas	10
2.3 Forma de expresión de las lesiones – en estructuras de madera	11
2.4 Forma de expresión de las lesiones – en estructuras de muro portante	12
2.5 Forma de expresión de las lesiones – ensayos no destructivos	13
3. MÉTODOS DE INTERVENCIÓN	
3.1 Tabla de intervenciones _ introducción	15
3.2 Tabla de Intervenciones _ en material hierro - acero	16
3.3 Tabla de Intervenciones _ en material – madera	21
3.4 Tabla de Intervenciones _ en material - muros portantes	29
4. BIBLIOGRAFIA	32

En el momento de la realización de un reciclaje o una rehabilitación de un edificio, se presentan problemas a solucionar, lesiones manifestaciones del proceso patológico. Producto de multitud de factores, principalmente factores climáticos y ambientales, geológicos y geográficos, además del desgaste derivado del propio uso del edificio y del mantenimiento que se haya realizado al mismo. Si estas lesiones no son consideradas ni estudiadas, corre peligro el edificio pero por sobre todo los nuevos usuarios del mismo.

Las lesiones pueden tener diversos orígenes y afectar diversos componentes del edificio, así también la solución de intervención de la misma. Puede ir desde una simple limpieza hasta una sustitución total de la pieza.

Debemos considerar también que esos edificios en un origen fueron pensados para una determinada función, con una carga permanente de uso determinada. En condiciones de suelo y de tránsito muy diferente a la actualidad. En el momento de estudio se nos pueden plantear una infinidad de patologías que nos afecten las soluciones pensadas de estructura nueva a aplicar. Es por eso que es importante la consideración de un estudio detallado y minucioso de la situación actual del edificio para poder a futuro actuar en el mismo. Muchas veces esos estudios nos dan respuestas poco pensadas, como ser la idea de no poder efectuar ninguna construcción porque el costo final de proyecto será tal que es más conveniente empezar de cero que rehabilitar la estructura para el reciclaje.

Es por esto que este trabajo busca dar algunas herramientas para poder detectar e identificar diferentes tipos de patologías que se encuentran habitualmente. Así como algunas soluciones de cómo intervenir ante los daños que se presentan.

Consideraciones generales

Resulta importante diferenciar entre lo que es una patología y lo que es una lesión, y la causa que lo produce. Dado que de hecho, un proceso patológico no queda resuelto o anulado hasta que no se ha interrumpido su origen. Esto es uno de los puntos claves de toda reparación: no se trata de resolver un síntoma (lesión) sino de atacar la causa (el origen), puesto que si no es así, las lesiones volverán a aparecer de nuevo.

Definición de patología

“Puede ser definida como la parte de la ingeniería que estudia los síntomas los mecanismos, las causas y los orígenes de los defectos de las obras civiles, o sea, es el estudio de las partes que componen el diagnostico del problema.”

Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón_ Red Cyted

Definición de lesiones

Son cada una de las manifestaciones observables de un problema constructivo. Se trata de un síntoma o un efecto final del proceso patológico en cuestión. Existiendo diferentes tipos de lesiones, primarias y secundarias, diferenciadas por el hecho de que en muchas ocasiones, una lesión es, a su vez, origen de otra. Las lesiones no suelen aparecer solas sino confundidas entre sí. Las lesiones secundarias son consecuencia de lesiones anteriores.

Definición de causa

Es el agente, activo a pasivo, que actúa como origen del proceso patológico, y que desemboca en una o varias lesiones. En ocasiones, también puede ocurrir que varias causas actúen conjuntamente para producir una misma lesión. Con el diagnóstico, pretendemos conocer la causa o causas de la enfermedad, su origen.

Proceso de reconocimiento

La ejecución de una reparación puede tener como posible procedimiento de reconocimiento, una técnica que emplea cinco etapas.

1. encontrar deterioro.
2. determinar la causa
3. evaluar la resistencia de la obra en su estado actual
4. evaluar las reparaciones
5. elegir y proponer un método de reparación.

Etapas uno: Encontrar el deterioro

Es precisa la advertencia del deterioro antes de que sea demasiado tarde.

Es imprescindible saber que buscar y como hacerlo, para descubrir los deterioros, los que se ven y los que no se ven.

Etapas dos: Determinación de la causa

Es la etapa más difícil de todas y la más importante.

No significa detectar la causa específica, sino eliminar posibilidades hasta quedarnos con algunas y así escoger un método de reparación, ya que muchas veces es difícil detectar la causa.

No hay reglas ni métodos elaborados para determinar causas de los deterioros. Cada caso es particular y debe ser objeto de un diagnóstico. La experiencia permite un esquema de principios, como ser fisuras en muros debidas a asentamientos de cimentación se forman en diagonal; la pasta de cemento sometido a ataques de sulfatos tiene un aspecto blanquecino y mate. Las fisuras por corrosión de armaduras forman una línea recta paralela equidistante y dejan aparecer huellas de oxido.

Sugerencias. Pasos de estudio

- Inspeccionar la obra
- Observarla con mal y buen tiempo
- Compararla a otras construcciones próximas y analizar lo anormal.
- Estudiar el problema. (tomarse tiempo en el mismo)
- Estudiar la solución.

Etapa tres: Evaluar la resistencia de la obra en su estado actual

En general la obra examinada esta en servicio. Por tanto resulta importante determinar cuanto antes el posible uso sin peligro o si conviene reducir el mismo.

La evaluación de la resistencia de una obra dañada resulta importante. Aunque estos casos no son los mas comunes, se debe considerar como un ejemplo, que muchas veces los deterioros se presentan en recubrimientos que si bien no participan directamente en la resistencia, ayuda a la protección contra por ejemplo la corrosión de los aceros, que en caso de una alto grado del mismo puede poner en colapso a la estructura.

Existen métodos de planteamiento de los problemas.

- método del porcentaje preestablecido
- análisis real de tensiones
- pruebas de carga

Etapa cuatro: evaluar las reparaciones

En esta etapa es cuando se producen las decisiones en cuanto a:

- Progresión de los deterioros
- Tomar medidas de conservación de la obra en su estado actual sin reforzarla
- Reforzar la obra
- Como caso extremo la decisión de abandonar la obra, debido a que los deterioros son de gran importancia.

Etapa cinco: elegir y proponer un método de reparación

Se trata de elegir el procedimiento menos costoso que sirva para obtener el fin perseguido

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- se debe considerar el conjunto de gastos, que comprende inicial, conservación e interés.
- para realizar bien una reparación, esta debe hacerse con cuidado y reflexión.
- en caso de pocos daños y aislados se podrán realizar reparaciones aisladas.
- es preciso asegurar que la reparación impedirá el progreso del deterioro, sino habrá que tomar medidas de seguridad de reparación.
- si la obra se ha debilitado se debe devolver la resistencia inicial
- ¿estética?
- es preciso asegurar que las reparaciones, no dificultaran seriamente el uso de obra.
- se debe prever que no se dañen otras obras o parte de la misma.

Sistemas constructivos

Los sistemas constructivos que se reconocen en el Uruguay, varían y refieren a épocas diferentes, estos van desde las construcciones en muros portantes de cerámicas con cerramientos superiores de bovedillas, perfiles de hierro o tirantes de madera y sistema de fundación de zapatas corridas, dados, en piedras o en hormigón armado hasta el uso del hormigón armado en toda la estructura, tanto sistemas como elementos estructurales.

A cada uno de ellos le corresponde las ventajas y dificultades así como las posibles patologías de las cuales podrán sufrir.

En este trabajo se analizaran las lesiones y posibles soluciones que se pueden presentar en los sistemas constructivos anteriores a 1920, es decir construcciones de muros portantes de cerámicas con cerramientos superiores de bovedillas y sistema de fundación de zapatas corridas o dados.

Tipos y causas de deterioros en estructuras metálicas

Los cinco tipos fundamentales son:

- corrosión.

Se la define como la transformación de metales en compuestos diversos, bajo fenómenos naturales. Los defectos son distinguibles. Los síntomas son: superficie picada, oxidada, dejando aparecer placas o escamas de oxido que se desprenden con facilidad, de un color rojo oscuro típico.

La superficie de la sección se reduce, y ante el aumento de tensiones, disminuyen la resistencia.

- erosión por abrasión.

Se aprecia en la secciones de acero por el aspecto desgastado y liso de las superficies. Está relacionada con el trabajo de partes móviles en contacto o en elementos que sufren acción por el oleaje o partes sumergidas en líquidos.

- juego de las uniones.

Es la causa de los deslizamientos en los nudos, provoca la deformación de la estructura, crea zonas de acumulación de tensiones muy elevadas y acrecienta la posibilidad de rotura por fatiga.

Eso lleva a que se requirieran inspecciones regulares y la reparación inmediata en caso de ser necesario.

- el efecto de la fatiga

Se define como la rotura de un elemento bajo esfuerzos repetidos y variables que producen tensiones iguales o inferiores a las consideradas como admisibles al proyecto. Los síntomas son pequeñas estrías perpendiculares a la dirección de las tensiones y son un grave peligro porque son difíciles de prever. Puede provocar el hundimiento de la obra sin aviso previo.

- el efecto del impacto.

Se caracterizan por deformaciones localizadas en los elementos afectados, ondulaciones de débil longitud.

Hay que tener especial cuidado de no confundirse con el aspecto que presentan los elementos afectados por tensiones de pandeo trabajando a compresión ya que ambos se manifiestan de manera muy similar pero mientras el pandeo es señal de efectos mas profundos.

Si se presentan deformaciones de aspecto de cresta de gallos o en elementos trabajando a tracción, se trata de un problema de impacto, mientras que el pandeo se manifiesta en forma de curva en S en ambos lados del eje del elemento.

Tipos y causas de deterioros en estructuras de madera

Los principales problemas que plantea la conservación de las obras en maderas se pueden diferenciar en dos grupos según quien los origina.

De origen biótico:

- pudrición.

Proviene de algunos tipos de hongos que se nutren de la madera y provocan el hundimiento de la estructura celular del material. Los síntomas son ablandamiento y la decoloración de la madera.

- xilófagos marinos.

En zonas marítimas, la madera es atacada por una variada fauna marina, que es roída hasta anular su existencia.

Entre los tipos de organismos se citan los moluscos, la bankia, el teredo corriente, la martesia y otros folas.

Crutaseos, etc. Las formas de ataque son variadas y dependen del tipo de organismo que ataque la madera.

También varía su zona de acción y velocidad de propagación.

- insectos.

Entre los insectos que atacan la madera están los coleópteros, hormigas y abejas carpinteras y las termitas.

- retracción.

- Grietas.
- Juego de la uniones.

De origen abiótico:

Las causas de origen abiótico que pueden producir daños en las piezas de madera son los agentes atmosféricos (radiación solar y la lluvia) y el fuego.

- Agentes atmosféricos:

La madera expuesta a la luz solar sufre un cambio de la coloración, que inicialmente toma un tono marrón y posteriormente color grisáceo, y la aparición de grietas superficiales, debido a la diferencia de contenidos de humedad en la zona superficial y zona interior.

El agua de lluvia provoca el deslavado de los elementos degradados de la superficie y favorece el fenómeno de aparición de grietas. El deterioro de la madera expuesta a la intemperie es muy lento y la pérdida de madera es muy pequeña. Esta pérdida varía en función del clima, la especie y la orientación.

La degradación que produce es superficial y generalmente no afecta las propiedades mecánicas de manera significativa.

- Acción del fuego:

Una estructura que haya sufrido un incendio puede ser recuperable o reutilizable si la pérdida de sección no es muy elevada.

- Efecto de la edad de la estructura

Tipos y causas de deterioros en estructuras de muros portantes

Al observar un muro defectuoso no solo debemos concentrarnos en el efecto en si mismo sino que además debemos tratar de lograr recabar la mayor cantidad de datos que nos den una pista sobre la verdadera causa del defecto.

Una fisura puede tener múltiples orígenes, en algunos casos una rápida mirada será suficiente para determinar el origen de la misma, pero en la mayoría de los casos no es así.

Solo tendremos pistas sueltas que debemos ir uniendo a fin de hallar la verdadera causa.

Grieta: Abertura incontrolada que afecta a todo el espesor del muro.

Fisura: Abertura que afecta a la superficie del elemento o su acabado superficial (revoque).

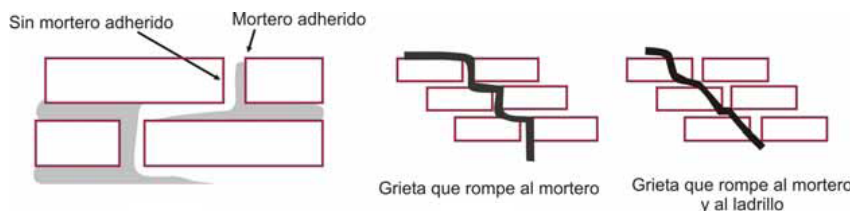
Los orígenes de las mismas son:

- deficiencia de ejecución y/o materiales.
 - Falta adherencia muro y el mortero. Los muros resisten los esfuerzos de compresión pero no los de tracción. Esto ocurre cuando se producen las grietas o fisuras. Si rompe al mortero es debido a la falta de adherencia entre los elementos constructivos pero si se produce en el ladrillo es por problemas de resistencia.

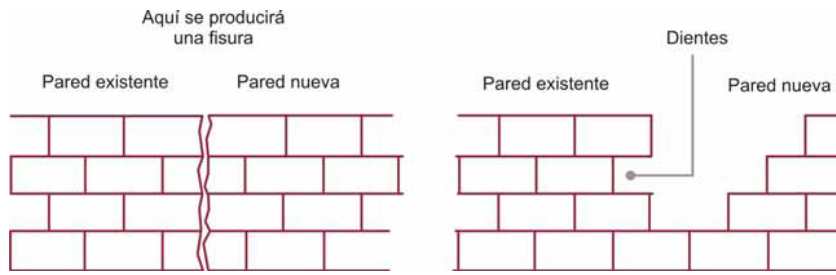
Si hay falta de adherencia fácilmente aparece la grieta

Si la adherencia es correcta se puede controlar el esfuerzo

Si el esfuerzo es demasiado grande y la adherencia es buena se rompe el mortero y/o el ladrillo.

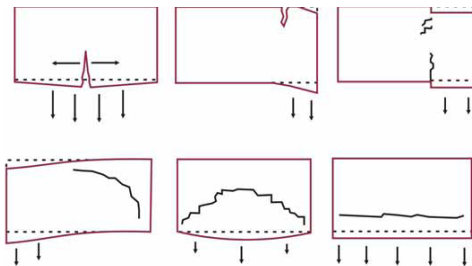


- Morteros mal elaborados. La consistencia del mortero debe ser la adecuada para ser trabajable pero debe evitarse el exceso de agua para evitar contracciones innecesarias de fraguado que produzcan fisuras. Es importante que los ladrillos estén bien mojados antes de la colocación para evitar problemas.
- Falta de trabas en las esquinas.
- Uniones a paredes existentes. Debe respetarse la traba para eso debe materializarse una dentado en pared existente o materializar una junta.
- Contracción de fragüe. Si los espesores son altos o muy ricos de cemento se producen grandes contracciones de fragüe, que llegan a romper el ladrillo.

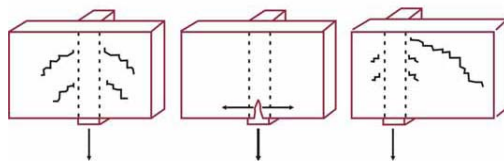


- acciones mecánicas externas (cargas o asentamientos del terreno). Los esfuerzos son de tracción, corte o rasantes.
 - Asentamientos diferenciales de los cimientos. Los suelos varían su resistencia de acuerdo a su perfil estratigráfico. La presencia de humedad en las capas cercanas a la cimentación puede ser un gran problema si esta no se considera.

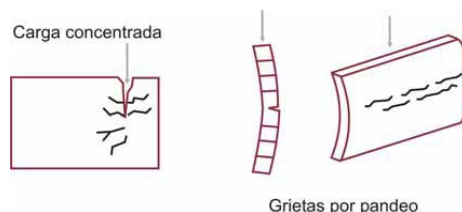
En los cimientos que ceden en forma puntual, como ocurre al romperse un caño, o desagües que aflojan el terreno, las grietas pueden ser verticales o en forma de "V" invertida sobre el eje del asiento, o ligeramente inclinados en algunos tramos por los esfuerzos del corte. En otros, la base de apoyo se deforma aumentando su longitud. Según como y donde sea ese aumento aparece la grieta. Si la pared es muy larga y apoya sobre un terreno débil puede resultar que no se llega a formar un arco de descarga por estar muy alejados los puntos de arranque. En consecuencia la grieta que se produce es horizontal, coincidente con una hilada en la parte inferior.



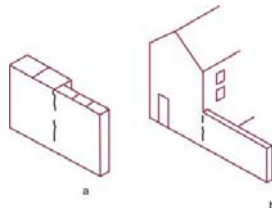
- Cargas puntuales. Estas pueden provocar aplastamientos. Estos se manifiestan con una grieta vertical acompañada de ramificaciones. Si la carga esta en un extremo puede aparecer la fisuras a 45°. Las cargas verticales concentradas o distribuidas pueden ocasionar pandeo.



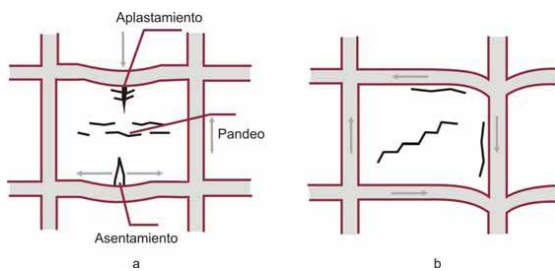
Al deformarse un muro por pandeo aparecen grietas y fisuras horizontales, abiertas en una de las caras y cerradas en la otra. El pandeo se produce en muros delgados que soporta grandes cargas. Si bien en los muros existentes de las construcciones de las cuales nos enfrentamos muchas veces no son delgados, debemos considerar que dichos fueron realizados para ser capaces de soportar cargas determinadas, en el momento de plantear nuevas estructuras que descarguen directamente al muro debemos considerar la resistencia del mismo ante la nueva carga así evitar en un futuro próximo o a mediano plazo apariciones de patologías que pongan en juego la resistencia pero por sobre toda las cosas las estabilidad del muro y por consiguiente la seguridad de los nuevos habitantes.



- Cargas uniformes en muros de sección variable. Una carga uniforme aplicada sobre un muro cuya sección presenta una variación de espesor puede ocasionar que el muro de menor espesor sufra mayores deformaciones con la aparición de una rajadura vertical entre ambas.
- Muros sometidos a estados de carga muy diferentes. En dos muros colindantes se puede dar diferencias de cargas, ambos se deformarán de distinta manera produciéndose rajaduras.



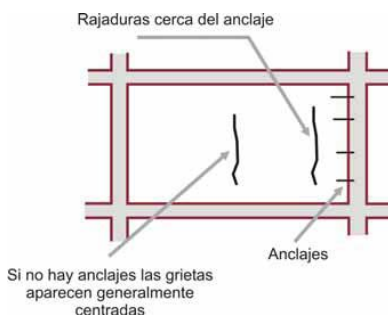
- Flechas en vigas y forjados. Suele verse en muros sobre entrepisos de losas premoldeadas o viguetas.



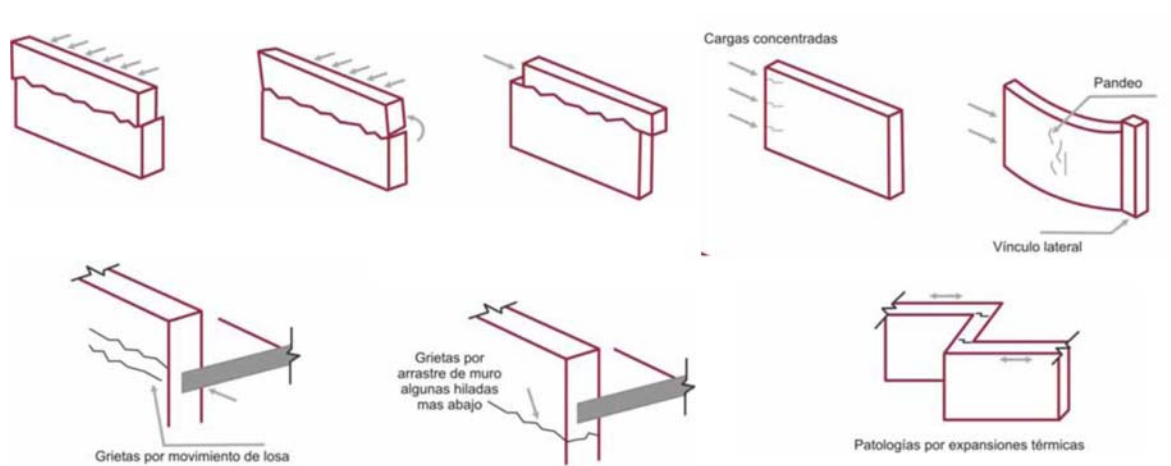
- a- Estructura de hormigón con tabiques de mamposterías. Las deformaciones (Flechas) pueden producir aplastamientos en la parte superior de la pared y grietas en la inferior. En el centro pueden aparecer fisuras por pandeo. Estos efectos pueden ocurrir en forma simultánea o independiente.
- b- Estructura con asentamiento. Si la adherencia entre viga y columna o muros no es suficiente los esfuerzos tangenciales pueden producir otras fisuras

- acciones higrotérmicas.

- Empuje entre muros adyacentes. Producto de las variaciones de temperatura y humedad, las contracciones y dilataciones pueden aparecer debido a los empujes que se producen entre los muros. Se debe considerar las orientaciones de las viviendas.
- Grietas por contracción. Al enfriarse un muro se contrae siendo sometido a un esfuerzo de tracción. Estas grietas son generalmente verticales, pues si bien la contracción es uniforme en todas direcciones, el peso propio de la estructura contrarresta la deformación en sentido vertical.



- Movimientos horizontales.



(“Gráficos PIET70”)

- deficiencias del proyecto.
 - Uniones constructivas mal resueltas
 - Faltas de juntas de dilatación o contracción
 - Falta de limitación de la flecha
 - Muros de cerramientos débiles.
- fisuras en revocos. Si bien no son patologías estructurales directas, pueden ser la manifestación de una patología estructural o ser origen de una patología.
 - Piel de cocodrilo.
 - Ramificadas. Debido a movimientos diferenciales entre sustrato y revestimiento.
 - De forma regulares. Consecuencia de la ejecución de los revocos al poder haber usado dosificaciones diferentes o el no tener buena adherencia.

Existen tres vías principales que deberán contemplarse en todos los casos siempre que sea posible:

- Inspección visual.
- Toma de muestras y ensayos destructivos.
- Ensayos no destructivos.

Inspección visual_ deberá afectar a toda la estructura accesible, debiendo hacerse un reconocimiento de la estructura del edificio (luces, secciones, tipología de los perfiles, arriostramientos, etc), de los sistemas de unión (geometrías de las uniones, disposición de los enlaces, dimensiones de algunos elementos como longitudes y gargantas de soldadura, etc) y de los posibles defectos o disfunciones que pueda presentar la estructura (deformaciones, corrosión, etc).

Inspección referente a la toma de muestras, catas y ensayos destructivos_ busca principalmente determinar mediante ensayos de tipo organoléptico, mecánico y químico las características físicas (composición, densidad, resistencia a compresión, resistencia a tracción, módulo elástico, etc) de los distintos materiales que forman parte de la estructura.

Ensayos no destructivos_ pretende obtener la mayor cantidad de información posible con la menor afectación posible a la estructura mediante radiografías, líquidos penetrantes, ultrasonidos, pruebas de carga estáticas, ensayos dinámicos, etc.

La inspección mediante ensayos dinámicos, basada en la lectura de la respuesta que presentan las estructuras al vibrar de manera libre o forzada, ha crecido de manera importante los últimos años gracias a la capacidad de este tipo de ensayos para facilitar información geométrica y mecánica de las estructuras así como detectar en algunos casos sus posibles daños o patologías. La principal ventaja que presentan los ensayos dinámicos es la posibilidad de realizar un número elevado de medidas en un margen de tiempo razonable, así como repetir las mediciones cuantas veces sea necesario.

Forma de expresión de las lesiones – en estructuras metálicas

Las técnicas tradicionalmente empleadas en la inspección de estructuras son muy básicas, basándose fundamentalmente en primera instancia en la observación de daños.

Generalmente en estructuras metálicas los principales problemas patológicos se pueden resumir en corrosión y deformabilidad. Que pueden ser muchas veces detectadas en una primera inspección a simple vista, debiendo en una segunda instancia verificar la gravedad de la patología.

- Corrosión

Afecta especialmente a elementos ocultos, exteriores o de difícil acceso, próximos a caños de bajada o instalaciones sanitarias (presentan fugas, condensaciones, etc.) o con escaso revestimiento protector contra condensaciones, filtraciones, humedad capilar o lluvia.

Se puede detectar si la estructura se encuentra corroída a simple vista o quitando algunos elementos, ya que por ejemplo en estructuras revocadas las estructuras corroídas provocan el desprendimiento del mismo, dejando al descubierto un principio de corrosión.

Una vez detectada esta se debería verificar que tan avanzado se encuentra, siendo las zonas mas comprometidas donde suele aparecer los apoyos, cerramientos exteriores y en entrepisos con sanitarios.

Los tipos de corrosión más frecuentes son la de aireación diferencial y la de par galvánico, que aparecen en las zona de las uniones. Produciéndose corrosión por condensación superficial en la barra.

En perfiles laminados se debe inspeccionar el alma del mismo, cuando se trata de cubiertas o entrepisos se debe cuidadosamente cortar una sección de la bovedilla, o el ladrillos que conforma el cerramiento.

- Deformabilidad

Las primeras lesiones observables aparezcan primero en cerramientos, y no directamente en la estructura como cabría suponer. La deformabilidad y flexibilidad se expresan en:

- Exceso de flecha
- Exceso de vibración
- Pandeo local de alas comprimidas de perfiles

Las lesiones mecánicas que afectan a las cubiertas metálicas pueden ser de dos tipos: de flecha o de tensión excesiva. Su origen está en la inadecuación de la estructura frente a un estado límite; bien por un incremento de las cargas que puede soportar o por la disminución de la resistencia de la estructura.

En general, las lesiones comienzan en las zonas más rígidas del edificio, donde son más visibles, como sucede en los cerramientos y pilares.

Las uniones constituyen uno de los puntos más delicados a tener en cuenta en la estructura, debiendo identificarse el tipo de unión, ya que los defectos varían según el tipo de unión.

Roblonado/Atornillado_ El problema más importante es la corrosión por aireación diferencial que puede surgir en los encuentros, causando una pérdida de sección útil en los roblones o tornillos.

Soldadura_ Los procesos patológicos mecánicos son consecuencia de una sección de cálculo insuficiente o de una ejecución no uniforme. Las patologías químicas son causadas por incompatibilidad de aceros o con el material de aportación.

Forma de expresión de las lesiones – en estructuras de madera

En una primera inspección a simple vista (o moviendo algunos elementos) se puede identificar:

- de ser posible la especie de madera, la determinación de su calidad y la geometría de la estructura con el fin de comprobar su capacidad portante.
- Si la sección es insuficiente, ya que provoca una deformación excesiva de la pieza que sirve como signo para su detección previa. Las flechas en vigas de madera suelen ser, por lo general, más apreciables a simple vista que en otros sistemas constructivos, sobre todo en estructuras ya antiguas.
- Roturas locales, en algunas ocasiones se pueden encontrar piezas aisladas partidas entre las correas o listones de una cubierta, dentro de un conjunto en buen estado y sin deformaciones notables. Si no es un defecto extendido y no existen grandes deformaciones en el resto de las piezas, no resulta preocupante.

En una segunda inspección se realizan las catas abiertas anotando la patología encontrada y sus características.

Prestando especial atención a los puntos críticos de las piezas de madera y a las zonas de riesgo:

- puntos críticos: zonas con madera albura, testas de las piezas, cabezas de las vigas en el apoyo dentro del muro, testas de vigas voladas expuestas a la intemperie, ensambles de piezas en una armadura, extremo inferior de soportes

- zonas de riesgo: lugares ligados con fuentes de humedad que permiten el desarrollo de los hongos y facilitan la acción de algunos insectos xilófagos, piezas cercanas al suelo, apoyos de vigas en muros de fachada con repisa de balcones, forjados de galerías, forjados en locales húmedos, aleros y encuentro de la cubierta con el muro, paso de chimeneas en cubierta, forjados con cubierta plana y carpintería exterior.

Daños producidos por los agentes xilófagos, pueden detectarse con técnicas bastante sencillas y que requieren un equipo mínimo. Se pueden emplear punzones, destornilladores, formones, azuelas, martillo de goma, taladros, etc. También existen otros métodos no destructivos, apoyados en tecnologías más sofisticadas que emplean equipos especiales como los sistemas basados en la transmisión de ultrasonidos, ensayos mecánicos no destructivos, análisis de vibraciones y resistógrafos.

Daños de origen abiótico

- Acción del fuego: Los puntos más críticos de una estructura de madera en caso de incendio son las uniones y principalmente aquellas que utilizan elementos metálicos, que deberán ser objeto de una inspección detallada para conocer su estado.

- Efecto de la edad de la estructura: los estudios que actualmente se han realizado no han detectado ninguna variación en la resistencia de la madera como material con el paso del tiempo. La pérdida de capacidad portante que se puede encontrar en algunos casos está originada por otras razones muy distintas como es el deterioro producido por los agentes bióticos, o el aumento de las grietas si está expuesta a la intemperie.

Daños de origen biótico

- Hongos de pudrición: sus ataques y degradación se reducen a las zonas en las que la humedad supera el 20%, de tal manera que lo habitual es encontrar daños por pudrición en las zonas de las piezas que se encuentran en contacto con zonas cercanas a las conducciones sanitarias defectuosas. No son ataques que se generalicen o se extiendan a grandes superficies del edificio sino que afectan a partes localizadas de un local o locales. Las consecuencias de sus efectos son la destrucción de la madera en la zona afectada. En el caso de vigas o partes apoyados sobre muros de fábrica se traduce en la pérdida de superficie de apoyo y el fallo se origina por la caída de un grupo de 3 o 4 piezas que se desprende del resto del forjado. Es un problema de pérdida de estabilidad que no se detecta previamente salvo por la presencia anterior de la humedad en la zona.

Otro lugar donde la pudrición suele presentar daños típicos es en los ensambles de las piezas, generalmente en los nudos de las armaduras de cubierta. En estos casos el nudo se debilita por la acción de la pudrición provocando la pérdida de estabilidad de la estructura. Las filtraciones de cubierta humedecen la estructura y el agua tiende a retenerse en las zonas de los ensambles de los nudos.

- Insectos de ciclo larvario (líctidos, anóbidos, curculionidos, cerambícidos): los daños originados no suelen ser de mucha gravedad para la estructura debido a que las galerías que practican son de pequeño diámetro (1 a 6 mm) y se alimentan de la albura de la madera. Para la estimación de la pérdida de capacidad portante, la inspección con un punzón o herramienta similar permite conocer la profundidad afectada en la sección. Un criterio conservador para estimar su efecto consiste en descontar la profundidad afectada a las dimensiones reales de la sección de la pieza. Como el deterioro de la zona afectada no es completo, ya que los insectos realizan galerías dejando zonas de madera intacta, puede descontarse una profundidad menor, en función de la intensidad del ataque.

- Insectos sociales: termitas: la extensión de un ataque de termitas puede llegar a ser muy grande, si las condiciones de humedad lo permiten. Normalmente la forma de avance del ataque es piramidal con la base en el suelo; los daños se inician en la madera que se encuentra en la planta baja y tiende a disminuir según se asciende hacia las plantas altas. La evaluación de los daños en las zonas afectadas por las termitas debe hacerse inspeccionando cada una de las piezas de la estructura, debido a la gran variabilidad que puede darse.

Forma de expresión de las lesiones – en estructuras de muro portante

Las detecciones de las patologías en los muros portantes se inician en su mayoría mediante la inspección visual. Son generalmente daños notables en el cerramiento que nos hacen dar cuenta de una posible aparición de una patología o de varias.

Puede suceder que sea producto de una lesión y sea fácilmente reparable, pero mucha de las veces son producto de cambios externos que afectan directamente al muro.

Debemos partir de la base que es muy importante el mantenimiento de los edificios, ya que podremos prever muchas de las enfermedades que aparecen, o reducir el daño de las mismas.

A través de una inspección visual podemos determinar el grado en que se encuentra la abertura, o como es que se presenta en algunos casos la humedad u otra manifestación. Eso nos permitirá en una primera instancia descartar posibilidades hasta lograr descubrir las causas posibles.

- Fisuras y/o grietas

A través del tamaño de la grieta o fisura y la forma como se presenta podemos preestablecer un posible origen. Muchas veces se entiende que puede estar comprometida la estabilidad del edificio, conviene apuntalar el muro para prevenir un posible colapso o para tener un mejor estudio del muro. Luego de tener la seguridad que el muro está asegurado, se prosigue con el estudio de las causas.

Conviene que el estudio se desarrolle en un lapso de tiempo y se estudie el progreso de la grieta, para ver si esta es **activa o pasiva**. Ya que eso determinara el tipo de solución de reparación.

Si la grieta es pasiva, significa que la acción produjo una patología, esta se manifestó pero se estabilizo su crecimiento o propagación.

Si es activa, quiere decir que la grieta sigue avanzando y puede provocar mayores daños, por lo tanto la reparación debe hacerse cuanto antes.

Testigos: el objetivo de los testigos es el registro cuanti-cualitativamente de la evolución de las fisuras o grietas en el tiempo.

Los datos que interesan son: apertura, longitud, desplazamiento (sentido del movimiento axial o transversal de ambos márgenes de la grieta). El testigo debe mantenerse durante un año y generarse relevamientos periódicos, registrándolos con los testigos correspondientes.

Los más empleados son:

- yeso. Se utilizan preferentemente en el interior, para el exterior se sustituye por cal y cemento)
- se ejecuta una tarjeta testigo de 2 a 3 mm de espesor y 10cm de largo en ambas márgenes de la grieta principal y sobre el mampuesto, no sobre el revoque el cual se saca previamente. El informe es inmediato mediante el rompimiento ante presencia de actividad.
- vidrio. Es una lámina de vidrio de espesor de 3 mm que se coloca montando sobre la grieta con ambos extremos adheridos epoxi, al mampuesto.
- placas de metal o vidrio con líneas de referencia. Posibilitan mejor registro dimensión aproximada de 5 x 20 cm. Las referencias se marcan en superficies de apoyo, previa fijación del extremo de la placa, para tener registro de posición inicial.
- trazado de líneas que interceptan la grieta. Si la superficie no es plana para el trazado y no permite el alisado y el grabado con buril las que se evidencian por la discontinuidad, la presencia de movimientos. Se emplea este recurso para registrar la modificación de la longitud de la grieta.

- Manchas de humedad.

Si lo que se manifiesta es manchas de humedad, debería buscarse el origen de la misma. Es bueno saber cual es la función que tenia dicha habitación, si el lugar a estudiar era un baño o cocina, muchas veces las manchas se deben a rotura de caños, o acumulación de vapores, que se manifiestan otras características como es un hinchamiento del revoque o del muro por donde pasa el caño. También dicha humedad se presenta en otros elementos estructurales existentes, como son la viguetas de acero.

Para saber el origen de dichas humedades, se producen estudios destructivos, se pican áreas afectadas y se trata de estudiar el avance de las humedades.

Forma de expresión de las lesiones – ensayos no destructivos

También conocidos como Evaluación o Examen No Destructivo, los Ensayos No Destructivos incluyen varios métodos para examinar materiales, componentes y conexiones destinadas a identificar y cuantificar defectos internos y degradaciones.

El propósito de estos ensayos es detectar discontinuidades superficiales e internas en materiales, soldaduras, componentes e partes fabricadas.

Se clasifican de acuerdo al alcance que poseen en cuanto a la detección de fallas, por lo que se dividirán los mismos de acuerdo a los siguientes parámetros:

Discontinuidades Superficiales:

- Ensayo de líquidos penetrantes
- Ensayo de partículas magnéticas

Discontinuidades Internas:

- Ensayo Radiográfico
- Ensayo ultrasónico

Ensayo de Líquidos Penetrantes_ se utilizado para detectar defectos de roturas en superficies, tales como grietas, incapaces de apreciar a simple vista. La sustancia penetrante, es aplicado sobre la superficie material, y penetra en los defectos. Pasado un tiempo, la sustancia penetrante es limpiada y con un revelador aplicado a la superficie ahora limpia, se hacen visibles los defectos donde el fluido ha penetrado. Estos puntos son llamados indicaciones. Una vez terminado este proceso, los criterios de aceptación definirán si la indicación es aceptable.

La Inspección de Sustancias Penetrantes se usa generalmente en capas de revestimiento, soldaduras y zonas afectadas por el calor.

Los sistemas penetrantes generalmente se identifican por el método empleado en la remoción del exceso del líquido penetrante. Estos sistemas son:

- removible con agua
- post-emulsificable lipofílico
- removible con solventes
- post-emulsificable hidrofílico

Estos sistemas son comunes tanto a los tipos de penetrante fluorescente como a los de colorante visible.

Ensayo por Partículas Magnéticas

La inspección por partículas magnéticas es un método para localizar discontinuidades superficiales y sub. Superficiales en materiales ferromagnéticos.

Las pruebas de partículas magnéticas pueden ser utilizadas con todos los metales ferrosos, tales como aceros carbónicos, bajas aleaciones y hierro fundido, y principalmente en soldaduras y zonas afectadas por el calor.

Las limitaciones que deben tenerse en cuenta son, por ejemplo, las películas delgadas de pintura y otros recubrimientos no magnéticos tales como los galvanostegicos, afectan adversamente la sensibilidad de la inspección.

Además de que estas pruebas de partículas magnéticas no indican la profundidad de la imperfección.

Ensayo Radiográfico_ se basa en la absorción diferenciada de radiación penetrante por la pieza que esta siendo inspeccionada. Esa variación en la cantidad de radiación absorbida, detectada mediante un medio, nos indicará, entre otras cosas, la existencia de una falla interna o defecto en el material.

La radiografía industrial es entonces usada para detectar variaciones de una región de un determinado material que presenta una diferencia en espesor o densidad comparada con una región vecina, en otras palabras, la radiografía es un método capaz de detectar con buena sensibilidad defectos volumétricos y detectar la corrosión.

Ensayo Por Ultrasonido_ se considera ultrasonido aquellas oscilaciones de presión que poseen frecuencias por encima de la gama audible (esto es, superior a 20 000 Hz).

El equipamiento utilizado para la aplicación de estas técnicas es capaz de generar, emitir y captar haces de ondas muy bien definidas sujetas a las leyes de reflexión al encontrar en su trayectoria un cambio en las propiedades físicas del medio en el cual se propagan. Al ser captadas, son analizadas según el objetivo del equipamiento y con la determinación del tiempo transcurrido desde su emisión hasta su recepción, puede conocerse la distancia recorrida, al ser la velocidad previamente establecida.

Ventaja: Puede detectar discontinuidades muy cercanas a la superficie.

Desventajas: No ubica la discontinuidad.

Aplicaciones: Medición de espesores.

Detección de fallas:

- examen de piezas fundidas.
- examen de piezas forjadas.
- examen de soldaduras.
- caracterización de materiales.

1. ACEROS

evaluación de daños
 protección paliativa
 eliminación de agentes
 sustitución de la pieza
 consolidar
 reforzar
 sustituir / demoler

2. MADERAS

evaluación de daños
 protección paliativa
 eliminación de agentes
 sustitución de la pieza
 consolidar
 reforzar
 sustituir / demoler

3. MUROS PORTANTES

evaluación de daños
 protección paliativa
 eliminación de agentes
 sustitución de la pieza
 consolidar
 reforzar
 sustituir / demoler

4. FUENTES CONSULTADAS

http://es.wikibooks.org/wiki/Patologías_de_la_edificación/Estructuras_metálicas/Acero/reparación
 TRATAMIENTOS CURATIVOS DE LA MADERA - INTERVENCIÓN EN EDIFICIOS CON ESTRUCTURA DE MADERA _
www.infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_322_tratamientoCurativo.pdf?PHPS
 ESSID=466a8aff90cec44368f313d0d7d1fb5f
 PATOLOGÍAS DE LA MADERA: LOS FACTORES ADVERSOS Y AGENTES DESTRUCTIVOS
www.asefa.es/images/pdf/patologia16.pdf
 REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA MEDIANTE INJERTOS , RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS TRACCIONADOS_ Arq. Mikel Landa Esperanza
http://es.wikibooks.org/wiki/Patologías_de_la_edificación/Entramados_de_madera/Entramados/R
 Eparación
 PATOLOGÍAS FRECUENTES EN EDIFICIOS_ Oscar Liberatore Maestro Mayor de Obras
http://oscar_7.mx.tripod.com/patologedif.htm
 CARACTERIZACION DE DAÑOS, REPARACION Y REFUERZO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE. Ing. Daniel Torrealva Davila - Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú
 Revista Tectónica N° 18 Rehabilitación. año

Entendiendo el funcionamiento del proceso patológico, podemos abordar su solución que no debe limitarse a una simple "reparación" que enmascare un síntoma que nos está avisando de la existencia de un problema.

Reparar una patología en la estructura implica atajar las causas cuando sea posible, protegerla de ellas, reforzar cuando sea necesario, disminuir las sollicitaciones en la zona comprometida mediante liberación de acciones, desvío de cargas o variaciones de diseño y en último termino, reparar los daños con una adecuada elección y aplicación de las tecnologías y materiales existentes en el mercad de una manera sustentable.

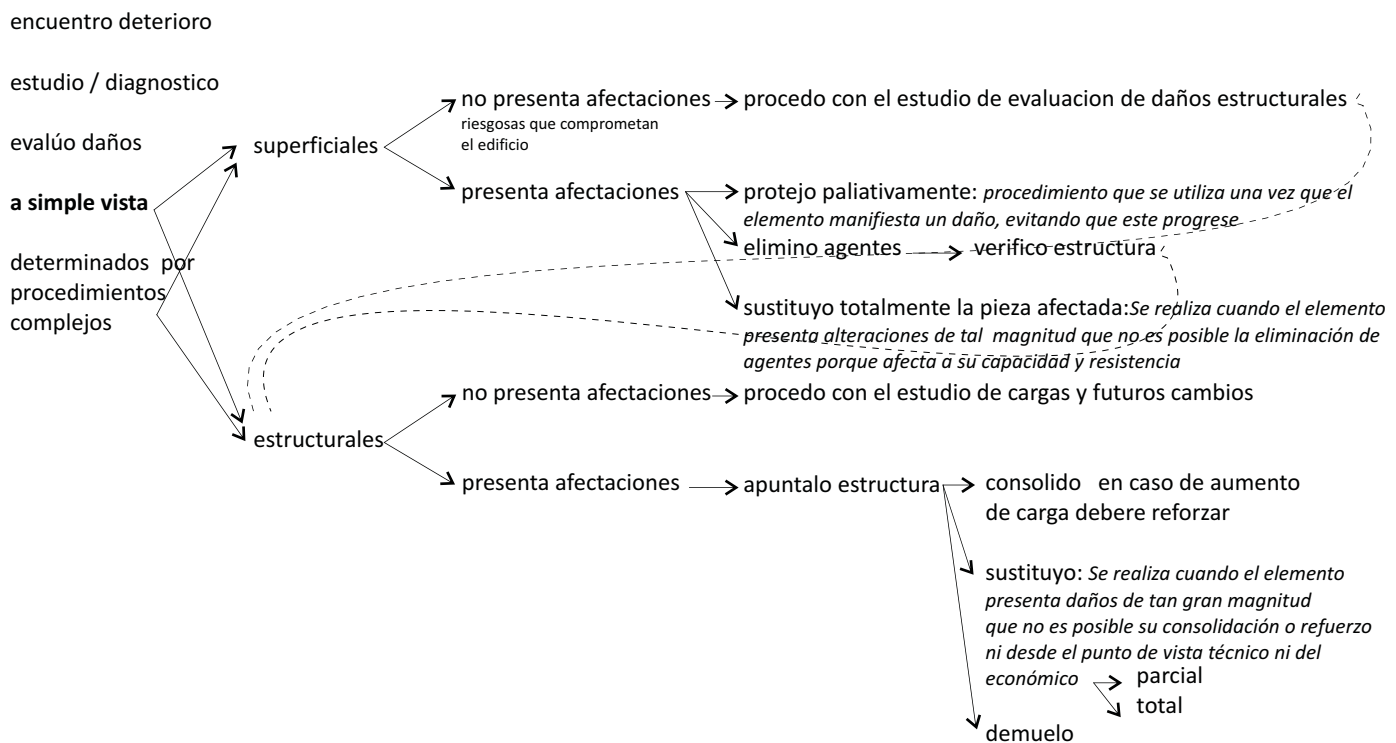
El siguiente esquema funcional es una guía para seguir las tablas.

Los pasos que se realizan en el momento de enfrentarnos a un reciclaje no son siempre lineales sino que debo abarcar muchas posibilidades.

No siendo tampoco siempre la mejor solución, ya que es conveniente evaluar los costos de las diferentes soluciones y tiempo de duración. Por ej. pudiendo llegar a ser mucho mas aconsejable sustituir una pieza a consolidarla en casos muy dañados y donde fuera necesario levantar parte de la estructura.

Cabe reconocer que no están todas las actuaciones posibles pero se desarrollan las que consideramos que son mas comunes de encontrar.

esquema funcional



ENCUENTRO DETERIORO ESTUDIO / DIAGNOSTICO EVALÚO DAÑOS

La evaluación de los daños puede ser un proceso simple, porque las lesiones se verifican a simple vista o puede requerir un estudio complejo y minucioso ya que la lesión puede verificarse en un primer momento pero esta afectando gran parte de la estructura e implica un estudio muy detallado y posiblemente de largo tiempo

no presenta afectaciones riesgosas que comprometan el edificio

procedo con el estudio de evaluación de daños estructurales o de resistencia de la estructura en caso de querer cambiar las condiciones de carga al cual el elemento esta sometido o fue diseñado.

presenta afectaciones

Procedo con el estudio de evaluación de daños, pero verificando la cuantía de la misma para poder elegir la solución mas eficiente de actuación. Estabilizamos la estructura o el elemento estructural que se este estudiando. En los casos que se encuentre como componente estructural vigas o pilares debo evitar que dicha estructura siga absorbiendo las cargas actuales y las futuras provenientes de la intervención, por tanto procediendo al apuntalamiento correcto de la misma.

protección paliativa

Protección Interna

- **Protección catódica**

Es un tipo de protección consistente en el uso de corriente eléctrica para prevenir o reducir la velocidad de corrosión de un metal en un electrolito, haciendo que el acero actúe como cátodo y no se corroe.

Es fundamental que se especifiquen y se calculen correctamente los parámetros adecuados para la protección catódica de una estructura o instalación concreta; es importante también la vigilancia constante de los medidores y del buen funcionamiento en general. Se puede lograr una máxima eficacia utilizando además recubrimientos protectores, teniendo especial cuidado en su elección para evitar que sean atacados en condiciones alcalinas o que se formen ampollas.

Protección Externa

- **Revestimientos**

- *Esmalte Vítreo*

Este esmalte se realiza sobre piezas de acero o de hierro fundido, aplicando una mezcla formada por silicatos, fundentes y pigmentos para colorear que constituyen un recubrimiento duro y resistente a la corrosión. Los cantos y ángulos deben ser redondeados para evitar que se fisure la superficie esmaltada, que resulta muy sencilla de limpiar.

- *Aplicación de pinturas*

Un sistema durable implica una o más capas de fuentes de protección activa y una o más capas de recubrimiento, que constituyen un último acabado. Es aconsejable recurrir a las imprimaciones anticorrosivas dentro del sistema para prevenir la corrosión, proteger al sustrato en roturas de la película de pintura, e impedir la extensión de la corrosión.

Las pinturas que se aplican sobre el acero suelen dividirse en dos clases:

- _ Pinturas no pigmentadas (barnices, lacas y aceites secantes)
 - _ Recubrimientos pigmentados (imprimadores y capas de acabado) se emplean en sistemas de secado al aire o estufa a temperaturas moderadas.

- *Efecto barrera*

Los recubrimientos orgánicos se basan en la acción ligante y adherente de las resinas o polímeros, que les permite adherirse a los sustratos y retener los pigmentos. Las resinas o ligante puros (sin pigmentos) contienen disolventes para facilitar su aplicación, los cuales se evaporan al secar. Crean pequeños canales o huecos desde el fondo a la superficie, que se van cerrando en la última parte del secado, pero que permiten el paso de gases y vapores, aunque no de líquidos.

La formación de esta película seca depende de su proceso de formación y del tamaño de las cadenas poliméricas, lo cual nos genera un problema frente a los agentes de deterioro. Ningún polímero deja un espacio tan pequeños como para impedir el paso de los gases, por lo que el oxígeno, vapor de agua y vapores ácidos siempre acaban por llegar a la interfase entre el metal y el recubrimiento orgánico.

para que las reacciones avancen. De todos modos, las reacciones de corrosión siempre se verán forzadas

No obstante, se puede frenar y retrasar la corrosión permitiendo la entrada de menos oxígeno que el necesario cuando hay electrolitos (cloruro sódico o sulfatos) en el medio acuoso.

Es aconsejable la realización de tres capas:

- Capa inicial: Imprimaciones Anticorrosivas.

Para complementar el efecto barrera dado por las pinturas de las capas más externas, estas imprimaciones anticorrosivas están pensadas para combatir la presencia de agua y oxígeno junto al acero.

- Capas intermedias: Las Gruesas.

Las capas intermedias son más gruesas, y por lo general de aspecto mate o satinado. No suelen contener pigmentos anticorrosivos, y se emplean para aumentar el grosor del sistema y dejarlo más impermeable, así como para evitar las exfoliaciones. Las materias primas empleadas son similares a las de las imprimaciones.

- Capas finales:

Acabado. En función del proceso de formación de película se clasifican en: Pinturas de Secado Físico (proceso evaporación de disolventes y entrelazado de macromoléculas del polímero) y Pinturas de Secado Químico (reacciones químicas: unión entre macromoléculas de resinas)

• Protección en base a pintura para Acero

• Pinturas al Aceite

Particularmente apropiado para estructuras expuestas a la intemperie. Poca resistencia a ambientes químicos, inmersión en agua, condensaciones, atmósferas salinas o muy corrosivas, humedad elevada, temperaturas altas, abrasión y condiciones enterradas.

En general se recomienda su utilización en ambientes rurales, urbanos, marinos e industriales medios y en zonas de humedad moderada.

• Pinturas Alquílicas

Se aplica principalmente a aceros estructurales expuestos a condiciones atmosféricas industriales, rurales o marinas, así como zonas de alta humedad.

No son adecuadas para ambientes químicos especialmente corrosivos, inmersión en agua, abrasión severa y estructuras enterradas.

• Pinturas Fenólica

Especialmente apropiado para aceros estructurales que han de permanecer sumergidos en agua, zonas de alta humedad en las que se prevén condensaciones, y para exposición a la intemperie en ambientes químicos de corrosión moderada.

• Pinturas Vinílicas

Para condiciones ambientales muy severas, inmersión en agua dulce o salada, alta humedad y condensaciones. Resisten al fuego y a los ambientes químicos corrosivos, pero son atacadas por disolventes orgánicos aromáticos, cetonas, éteres ésteres, así como por ácido nítrico fumante, ácido sulfúrico del 98% y ácido acético.

• Pinturas ricas en Zinc

Estas pinturas representan un gran avance en la protección contra la corrosión, vienen a ser un suplemento de la protección galvánica. Son adecuadas para zonas de humedad elevada, marina y química corrosivas. Pueden incluso utilizarse en estructuras que permanecen sumergidas en agua dulce, y también resisten sumergida en agua salada con una capa de acabado adecuada.

eliminación de agentes

Corrosión

El riesgo de corrosión anticipada depende de su situación en la estructura y del medio ambiente dónde se encuentra el edificio.

La primera acción que debe llevarse a cabo es la eliminación de la causa, sellando las posibles vías de entrada de agua o humedad con algún material como siliconas.

Seguidamente se actúa sobre la pieza, para lo cual se puede proponer una serie de intervenciones generalizadas:

• Ambiente Agresivo

- Preparación de la superficie con chorro de arena hasta grado Sa-2 "casi metal blanco"
Sa.2 Chorreado minucioso. Se quita casi toda la capa de laminación, el óxido suelto y las partículas extrañas sueltas. La superficie se limpiará con aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio. Deberá adquirir un color grisáceo.
- Imprimación epoxi rica en zinc, con espesor 22 μ de la capa de película seca
- Capa gruesa intermedia epoxi con un espesor de 75 μ de película seca
- Esmalte epoxi en acabado de 35 μ de espesor

• Ambiente medianamente agresivo

- Preparación de la superficie con cepillo hasta grado St-3 o con chorro hasta Sa-2
St.3 raspado, cepillado manual con cepillo de acero – cepillado a máquina – esmerilado a máquina – etc. de una manera minuciosa. Mediante el tratamiento se quitarán las capas sueltas de laminación, el óxido y las partículas extrañas. Luego se limpiará la superficie con un aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o un cepillo limpio. Entonces deberá adquirir un claro brillo metálico.
- Imprimación con clorocaucho, con espesor 30-35 μ de la capa de película seca
- Capa gruesa intermedia de clorocaucho con un espesor de 40 μ de película seca
- Capa de acabado de clorocaucho con 30-35 μ de espesor de pintura seca

• Ambientes neutros

- Preparación de la superficie con cepillo hasta grado St-2
St.2 raspado, cepillado manual con cepillo de acero – cepillado a máquina – esmerilado a máquina – etc. de una manera minuciosa. Mediante el tratamiento se quitarán las capas sueltas de laminación, el óxido y las partículas extrañas. Luego se limpiará la superficie con un aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o un cepillo limpio. Entonces deberá adquirir un suave brillo metálico.
- Imprimación antioxidante de óxido de hierro o minio de plomo electrolítico al aceite 35 μ
- Dos manos de acabado con esmalte sintético o de aluminio (35 μ cada capa)

Consolidación Interna

- **Grietas en fundición**

Las fisuras o grietas en fundición suelen repararse con facilidad. Se sana la grieta totalmente con la piedra redondeando su iniciación. El relleno de la grieta se debe hacer con electrodos de níquel, precalentando la zona, y según las instrucciones del fabricante de los electrodos.

Consolidación Externa

- **A través de una limpieza**

- *Limpieza con llama*

Consiste en pasar sobre la superficie de acero un soplete oxiacetilénico a gran velocidad y altas temperaturas. Debido a la diferencia en los coeficientes de dilatación en comparación con el soporte de acero, la mayor parte del óxido y la cascarilla se desprenden y el resto de deshidrata. Mientras la superficie todavía está caliente y seca es cuando se trabaja con ella.

- *Limpieza por chorreado abrasivo*

Impulsando pequeñas partículas de material abrasivo a gran velocidad, mediante aire comprimido, vapor, agua, o discos centrífugos. Estas partículas pueden ser de arena fina, perdigones o restos de acero, o pueden tratarse de abrasivos sintéticos como carborundo o alúmina, pero conviene siempre que sean uniformes en cuanto a su tamaño, y lo más pequeñas posible. Existen tres grados posibles de la calidad de limpieza: chorreado abrasivo grado comercial, abrasivo a metal casi blanco, y abrasivo a metal blanco. El chorro de arena comprimido en general es considerado como un método de limpieza idóneo para la fase previa al pintado, ante todo porque elimina el óxido, la cascarilla y la pintura vieja hasta dejar el metal blanco.

- *Limpieza con disolventes*

- Limpieza por Emulsión: consistente en emplear un disolvente orgánico (queroseno) junto con un agente emulsionante (jabón) de modo que la combinación se pueda diluir en agua y formar un medio de limpieza estable.
 - Disolventes Alcalinos: que van desde los álcalis como soda cáustica y potásica hasta los detergentes.
 - Disolventes Ácidos: inorgánicos como el fosfórico, combinado con disolvente de grasas (alcoholes) y agentes humectantes que rebajan la tensión superficial, pero sus efectos anticorrosivos no son satisfactorios del todo.
 - Disolventes Orgánicos: algunos son tóxicos o inflamables, pero es el tipo de disolvente más empleado, como son: naftas, mineral spirit, benceno, tolueno, xilenos, turpentina, hidrocarburos asfálticos y derivados halogenados.
 - Decapado Químico: en piezas de acero no demasiado grandes, por el cual se introducen en tanques donde se disuelve la capa superficial del metal, eliminando el óxido y la cascarilla, y obteniendo una superficie homogénea.

- **Tratamientos de conversión química**

- *Fosfatado*

Tratamiento consistente en transformar la superficie metálica activa, conductora de la electricidad, en una superficie aislante y en consecuencia, pasiva.

Sus principales ventajas son:

- permite una mayor adherencia de la capa de pintura,
 - opone mayor resistencia a la formación de ampollas en ambientes húmedos,
 - obstaculiza la corrosión.

- *Wash-Primer. Imprimaciones reactivas*

Productos de pretratamiento de calidad intermedia entre las soluciones fosfatantes y las imprimaciones normales de pintura. Suelen ser una combinación de productos que forma sobre la superficie un recubrimiento continuo, resistente a la corrosión y muy adherente.

refuerzo de la estructura

Refuerzo en vigas

- **Disminuir solicitaciones**, se debe apuntalar

- **Solicitados a momento flector.**

- El método de refuerzo más eficaz es la colocación de PLATABANDAS en las cabezas, a lo largo de una longitud equivalente a la longitud teórica (del diagrama de momentos) más dos veces el ancho de la chapa (una para cada lado), para permitir el anclaje. En caso de que existan otros elementos por encima (entrepisos, cubiertas, etc.) habrá que recurrir a colocar el refuerzo por debajo del ala superior. En general, basta con que la longitud del refuerzo sea igual a $\frac{3}{4}$ de la luz del tramo correspondiente, sin que llegue a los apoyos. Puede ser suficiente colocar únicamente la platabanda inferior, sólo en casos de pequeñas cargas o si es por motivos de deformabilidad



* Platabandas:
Placa de acero que se utiliza para reforzar o unir dos piezas, ampliando la zona de unión de los elementos metálicos.

- Otro método consiste en la colocación de una CABEZA DE COMPRESIÓN sobre la viga con sus conectores correspondientes, convirtiéndose en una viga mixta. Es un procedimiento especialmente indicado cuando hay un aumento en la sobrecarga de uso. Esta solución es bastante sencilla en el caso de vigas sobre las que apoya un entrepiso; eliminando las bovedillas, colocando los conectores del ala superior entre las viguetas, y hormigonando el conjunto.



• **Solicitados a cortante**

- El medio más común es el de adosar CHAPAS del espesor necesario. Lo ideal es colocar una a cada lado para mantener la simetría, pero se suele colocar una sola chapa de espesor doble, para acceder sólo por un lateral y reducir los cordones de soldadura. En caso de que el material no sea soldable será necesario acceder a las dos caras para los tornillos, así que se coloca una chapa a cada lado.



- Otra solución es convertir la viga de doble T en un CAJÓN con dos o tres almas, según las chapas que se coloquen. Esto tiene el problema de que las uniones de apoyos son difíciles, aparte de que el original queda cubierto, de modo que a la intemperie el cajón tiene que ser estanco porque no podrá pintarse.

Se colocarán RIGIDIZADORES en caso de que las almas resistan esfuerzos cortantes, pero su esbeltez sea excesiva. Se colocan generalmente por un solo lado, excepto en caso de unión atornillada. Si se trata de cargas concentradas en la cara superior, deberían unirse a esa ala.

• **Nuevo sistema de vigas**

Sistema similar al de apuntalamiento, aplicable a todas las piezas que trabajan a compresión, o a las traccionadas cuando tengan una esbeltez excesiva. Es empleado especialmente en el caso de un emparrillado de vigas, en los que el apoyo puede producirse sobre una viga o sobre viguetas. La misma filosofía de refuerzo se aplica para obtener la continuidad de una serie de vigas que estén en línea simplemente apoyadas. El acero trabaja muy bien en estos casos, puesto que resiste lo mismo a tracción y a compresión.

• **Refuerzo de las secciones**

Resulta económico y eficaz el refuerzo mediante el aumento de canto de la viga mediante un perfil en T, obtenido a partir de un doble T, con MEDIOS PERFILES de I o H. En caso de que el acero no sea soldable el refuerzo se solidarizará mediante tornillos, o con la sustitución de algún elemento de la sección por otro de mayor área. Si la pieza es continua y el problema es de tensiones, los puntos más desfavorables serán los apoyos, en cuyo caso debemos reforzar precisamente la zona contigua a los mismos (1/5 de la luz a cada lado del apoyo)

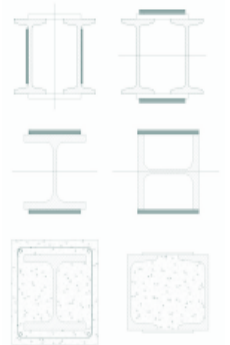


REFUERZO DE LA SECCIÓN

En caso de que no se pueda aumentar el canto habrá que colocar una VIGA COMPLEMENTARIA al lado de la actual y comprobar que el conjunto sea capaz de resistir el incremento de carga, y que tengan una rigidez similar entre las vigas y suficiente para absorber la flecha.

• **soportes metálicos**

El procedimiento habitual es el de adosar CHAPAS o PERFILES. La posición del refuerzo dependerá de la sección transversal y de la posición de las vigas, siempre tener el cordón de soldadura alejado del eje del pilar, de modo que resista más la compresión y los posibles flectores. En caso de que las vigas que apoyan estén en una sola dirección, los refuerzos se colocarán en caras paralelas a esa dirección. En caso de que haya vigas en dos direcciones, los refuerzos no deberían interferir con las vigas, pues sino se complica demasiado.



SOPORTES METÁLICOS

En ocasiones puede interesar una actuación que lo convierta en un SOPORTE MIXTO, hormigonando, embebiéndolo en hormigón o rellenándolo. En general es conveniente convertir el soporte en mixto recubierto, con lo cual se consigue adicionalmente una gran resistencia frente al fuego. En el caso frecuente de 2 UPN empresilladas puede ser suficiente con hormigonar el interior, formando un soporte mixto abierto.

- **En uniones**

- En uniones roblonadas es frecuente que se presenten problemas de corrosión, con la formación de gruesas capas de óxido entre los elementos que componen la sección.

El aumento de volumen separa las piezas, rompiendo los roblones por tracción. En estos casos, el método más sencillo es sustituir los roblones o tornillos por TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA del mismo diámetro, preferentemente con tornillos de calidad 8.8, siempre que el aumento de carga pueda ser absorbido por los tornillos y por la base.

Sino puede aumentarse el diámetro del agujero para un tornillo mayor, o aumentar el número de tornillos, manteniendo una separación suficiente entre agujeros. En general, si el óxido no está suelto no será imprescindible eliminarlo.

- En uniones de viga-soporte se puede reforzar AUMENTANDO EL CANTO del alma por debajo del ala inferior, y uniéndolo allí con el soporte o colocando una ménsula.

- En caso de ser soldable, se puede reforzar mediante CORDONES DE SOLDADURA, de modo que las cargas posteriores al refuerzo se transmitan exclusivamente a los tornillos de alta resistencia (NBE-103 art.7.1.6)

- *Aumento del canto mediante ménsula*

Para cordones de soldadura en ángulo, el refuerzo habitual es el AUMENTO DE LONGITUD DEL CORDÓN o el grosor del cuello de soldadura, teniendo en cuenta las limitaciones de la normativa MV 130-72 y MV 104-66.

En el caso de uniones de vigas con un soporte también metálico en los extremos se puede reforzar AUMENTANDO EL CANTO por debajo, y uniéndola al soporte mediante una ménsula.



AUMENTO DEL CANTO MEDIANTE MÉNSULA

Se realiza cuando el elemento presenta daños de tan gran magnitud que no es posible su consolidación o refuerzo ni desde el punto de vista técnico ni del económico

sustitución de la estructura

Las reparaciones por oxidación o corrosión se realizarán mediante la sustitución de elementos que han tenido pérdidas en el área de su sección, mediante reemplazo de remaches y pernos, en su caso, o eliminación de las zonas deterioradas del recubrimiento mediante la preparación de la base y una adecuada ejecución del recubrimiento, de esta forma se evitará el contacto de las estructuras de acero con oxígeno y la humedad, y la entrada de agua al interior.

Antes de cualquier sustitución se debe apuntalar la estructura, de la manera más adecuada de acuerdo a cada caso

En muchos de los casos es necesario retirar parte de la estructura que cubre o es sostenida por esta viga, una vez despejada el área y desviada la descarga es posible retirar el perfil que se debe quitar.

La sustitución es en muchos casos la solución más segura, y también la más radical, se hacen presente los problemas de descargas y nuevas cargas de la estructura. En el caso de las estructuras de aceros las sustituciones en caso de ser parciales se realizan en su mayoría con el mismo material (acero) mediante soldado de las piezas o mediante roscado en situaciones especiales. Los procedimientos para transmitir las cargas mientras se realiza la sustitución puede variar de acuerdo a la situación de la estructura.

soportes por gatos oleodinámicos

los conectores roscados nos dan más seguridad que las soldaduras

Las técnicas de soporte por gatos oleodinámicos han recibido un fuerte impulso de la mano de la informática, se trata normalmente de equipos solo disponibles en obras de cierta envergadura. Los apeos convencionales, aparentemente más asequibles, exigirán un control intensivo y deberán ser cuidadosamente diseñados y dimensionados. En cualquier caso, no conviene retirar un elemento hasta que su reemplazante está en servicio. La sustitución parcial de una sola pieza resultará mucho más fácil, tanto por la escala de la pieza como por la facilidad del apeo.

habrá que aplicar en este caso las recomendaciones ya dadas respecto a la elección de los medios de unión del acero nuevo al viejo.

establecimiento de una nueva estructura portante y mantenimiento de la antigua una vez liberada, total o parcialmente, de su cometido portante

esta técnica se utiliza en su mayoría en pilares de fundación o entrepisos de viguetas metálicas, en edificios unifamiliares dedicados posteriormente a usos y sobrecargas públicas, que exige una dosis de sensibilidad desde el arquitecto.

ENCUENTRO DETERIORO ESTUDIO / DIAGNOSTICO EVALÚO DAÑOS La evaluación de los daños puede ser un proceso simple, porque las lesiones se verifican a simple vista o puede requerir un estudio complejo y minucioso ya que la lesión puede verificarse en un primer momento pero estar afectando gran parte de la estructura e implica un estudio muy detallado y posiblemente de largo tiempo

no presenta afectaciones riesgosas que comprometan al edificio Procedo con el estudio de evaluación de daños estructurales o de resistencia de la estructura en caso de querer cambiar las condiciones de carga al cual el elemento está sometido o para lo que fue diseñado.

presenta afectaciones Procedo con el estudio de evaluación de daños, pero verificando la cuantía de la misma para poder elegir la solución mas eficiente de actuación.
Estabilizo la estructura o el elemento estructural que se este estudiando.
En los casos que se encuentre como componente estructural vigas, pilares o como sistema de entrepiso, debo evitar que dicha estructura siga absorbiendo las cargas actuales y las futuras provenientes de la intervención, por tanto procediendo al apuntalamiento correcto de la misma.

protección paliativa

Como norma general, se buscará proporcionar buena ventilación a la madera, para evitar la persistencia de la humedad. En todo caso será recomendable tratar la madera con cualquier producto insecticida y fungicida. Esta protección puede hacerse de forma activa o pasiva así como ser interna o superficial.

Protección Activa

• Eliminación de humedades

En general existen técnicas destinadas a evitar el agua, creación de barreras, a obturar la red porosa, técnicas que ocultan la presencia del agua, y que facilitan la evaporación de la misma.

Se consideran puntos críticos por la formación de humedades y sus posibles soluciones son:

• El arranque de la estructura desde el terreno

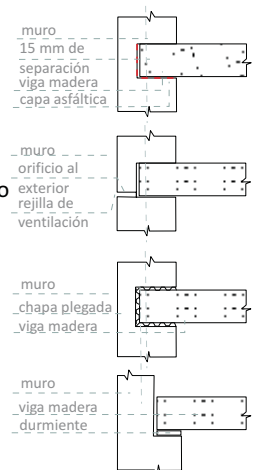
Habrà que mantener cierta separación de las piezas de madera respecto del suelo.

En el caso en que una estructura de arranque de madera presente humedad, habrá que adoptar la siguiente solución. Normalmente un pie derecho descansa sobre una base de piedra que lo aísla del terreno. La separación entre suelo y madera debe tener un valor mínimo de 20-30 cm, sobre todo si la pieza queda expuesta al exterior. En la actualidad, esa base de piedra puede ser sustituida por un dado de hormigón o por un herraje metálico.

• Apoyos de vigas en muros

El apoyo más sencillo, desde el punto de vista estructural, se realiza sobre el eje del muro y la cabeza de la viga queda encerrada y acodalada por la fábrica del muro. Esta ejecución plantea un alto riesgo de acumulación de humedad, por tanto, se adoptarán las posteriores soluciones:

- Contar con una pieza de asiento que sea impermeable (capa asfáltica) y mantener una separación de al menos 15 mm en toda la superficie de la pieza, que queda dentro de la fábrica, ventilada al interior del local.
- Otra opción consiste en dejar una holgura de la testa de la pieza con respecto a la fábrica, y la ventilación se hace directamente al exterior mediante un orificio protegido con una rejilla.
- Otra posibilidad para permitir la ventilación de la testa y, a la vez, acodalar la cabeza de la viga contra el muro, es el empleo de chapas plegadas en forma de greca colocadas rodeando la cabeza de la viga.
- Otra solución cuando el muro tiene gran espesor, consiste en disminuir el grueso del muro formando un escalón donde apoya un durmiente de madera que recibe las cabezas de las viguetas. En este caso quedan ventiladas las cabezas y en gran parte el durmiente.



• zonas de apoyo de las piezas de la estructura de cubierta.

Su protección se garantiza con el empleo de aleros, que permiten mantener el apoyo de la estructura centrado con el muro, volando los canalones para la protección del agua de lluvia. Habrá entonces, una relación entre el vuelo y la altura de la edificación, donde un vuelo de 60 cm puede proteger una altura de fachada inferior a los 3 metros.

• Impregnación superficial fungicida.

Es un método no industrial, que no requiere del uso a presión para la impregnación.

Los impregnantes más utilizados son lacas acrílicas o aceite de lino, de venta libre en barriles. En este caso la penetración en la masa leñosa es sólo superficial (3-4 cm), los procedimientos no están normalizados.

No se recomiendan para severas condiciones de servicio, ya que su durabilidad es del 10% de los preservadores industriales, por lo que requieren de re-impregnaciones.

Protección Pasiva

Consiste en productos de aplicación a la madera, que evitan que se produzcan futuros daños o minimizan sus efectos.

• imprimaciones.

Con mínimo contacto o exposición ante el fuego se expanden y producen una protección temporal a la madera.

• barnices (Durpol, Cristal, Persin M1), normalmente incoloros, se aplican a la madera con el fin de contribuir a mejorar su clasificación de reacción al fuego, para lo cual, deben ser de naturaleza ignífuga.

Protección Interna

- **Barras de sales de cobre:**

Acción fungicida para la madera, tratamiento por medio de un proceso de vacío – presión – vacío, e inyección en cada una de las células de la madera, con el objeto de mejorar las características de durabilidad y resistencia de la madera al ataque de organismos, y evitan la biodegradación de la misma, otorgándole una protección efectiva y permanente.

Este tratamiento se emplea en maderas expuestas a la acción de aguas marinas, que estén en contacto con aguas dulces, maderas enterradas, o con riesgo de pudrición. La profundidad mínima de la inyección será de 10-15 mm.

- **Inyección de fungicidas:**

Tratamiento en profundidad que se realiza mediante la colocación de implantes o la inyección de un protector fungicida a través de taladros. En las piezas de cantos o anchos superiores a 200 mm o con perímetros superiores a 400 mm, se realizarán 3 taladros por metro lineal, con una profundidad de 2/3 del espesor de la pieza.

Este tratamiento se aplicará en todas las piezas de madera que estén en contacto con muros o con posibles fuentes de humedad, y fundamentalmente en las zonas de empotramiento.

El producto que se utiliza es de tipo orgánico por su mayor capacidad de penetración en la madera y su aplicación puede ser con impregnación sin presión, con presión o con implantes.

Protección Superficial

- **Pincelado:**

Tratamiento en el que el protector, generalmente en disolvente orgánico o disuelto en agua, se aplica mediante pincel, brocha o rodillo. El líquido penetra en la madera por capilaridad. Con este sistema se consigue una protección superficial contra la acción de agentes bióticos y contra la fotodegradación.

- **Pulverización:**

Tratamiento en el que se aplica el protector, generalmente en disolvente orgánico, a la superficie de la madera con un pulverizador manual o mecánico. Se consigue también una protección contra agentes bióticos y fotodegradación.

- **Difusión:**

Tratamiento en el que un protector hidrosoluble se aplica a la superficie de la madera húmeda, en forma de pasta o solución concentrada, difundándose a través de ésta.

Las principales materias primas empleadas en la fabricación de los productos de protección superficial son:

1. resinas (cuya función es proteger a la madera frente a la acción del agua y comunica flexibilidad al producto),
2. pigmentos (que disminuyen el efectos del sol actuando como espejos).
3. solventes (cuya función es transportar y disolver la resina y los pigmentos).

eliminación de agentes

Tratamientos curativos de la madera

Para detener la acción de los agentes de deterioro y dejar la madera protegida de potenciales ataques posteriores.

Los principales factores que caracterizan este tipo de tratamientos son:

- se realizan sobre madera puesta en servicio y dañada por agentes de deterioro.

- Conllevan dos tipos de acciones, una inicial curativa y otra posterior de carácter más preventivo, desarrollándose la primera sobre la madera afectada mientras que la segunda se efectúa sobre la madera próxima a esta como sobre su entorno más cercano a fin de incrementar el área de protección.

Supone, generalmente, una mayor dificultad de ejecución y un mayor coste que los de tipo preventivo.

- **Productos químicos**

Protectores empleados en los tratamientos curativos y sistemas de aplicación utilizados. Los productos químicos utilizados, son soluciones acuosas y orgánicas de protectores preferentemente.

Entre los protectores hidrosolubles de mayor empleo, se citan: Arseniato de cobre cromado, cloruro de cinc cromado y los de boro, estos dos últimos con propiedades retardantes del fuego.

Entre los protectores en disolvente orgánico, se citan, los fenoles clorados, esteres de boro, estaño tributílico y compuestos de amonio cuaternario, empleados tanto para la impregnación de la madera como de su entorno, en el caso del maderamen de construcción.

La aplicación a la madera de los protectores se realiza de dos formas principalmente:

- **Pulverización:**

Superficial, de forma que la madera tome entre 200 y 300 gr. De materia activa por m2 de madera tratada.

- **Inyección:**

Inicialmente se efectúan orificios en la madera, a fin de colocar en ellos unas válvulas unidireccionales (sin retorno) y en las que se realiza la inyección a presión (hasta 30 kg/cm2) del producto químico protector. Dichas válvulas se deberán de colocar adecuadamente, de forma que se logre la impregnación total de la madera, en todo su volumen, quedando así protegida de cualquier futuro ataque. Convendrá siempre que las inyecciones se realicen la más baja presión compatible con la máxima impregnación, en el caso de utilizar protectores en disolvente orgánico (los de mayor empleo) a fin de evitar el peligro de una alta volatilización del disolvente que conlleva un incremento del peligro del incendio. También se efectúan inyecciones en el entorno de la madera (muros, etc) en ciertos casos.

Los tratamientos de tipo químico, implican la impregnación con soluciones de productos químicos, siendo actualmente los únicos efectivos y económicamente viables.

Pueden proteger la madera del fuego, incrementar su estabilidad dimensional frente al agua y humedad, defenderla de los ataques de organismos xilófagos, etc. Consiguiendo así un nuevo material, de propiedades distintas del conocido tradicionalmente y competitivo con otros.

Los productos se presentan como:

- **Pastas**

Compuestos por materias activas y un aglutinante. Se suelen aplicar a la madera por procesos de difusión. Como materias activas pueden tener: FNa, Dinitrofenol y Arseniato sódico.

Al introducirse el producto en la madera, parte del FNa y el Dinitrofenol quedan fijados, mientras que el resto de FNa y el arseniato reaccionan formando iones complejos tóxicos para los agentes patógenos de la madera.

En la re-impregnación de postes, en la zona de empotramiento en tierra, se aplican la madera en bandas húmedas que se aprietan sobre ésta. También se aplican a presión en orificios practicados en la madera.

Entre los productos así utilizados, se pueden citar: Wykamol, Boracol 20 Boracol 40 y Borester (de boro).

- **Gases**

Ciertos gases biocidas se aplican a las maderas afectadas por organismos bióticos xilófagos, tras aislarlas del exterior. Se aplican, en el caso de madera atacada por insectos xilófagos en el momento del vuelo de los insectos.

Tienen un período de eficacia corto, y tras la salida de los gases de la madera, ésta queda sin protección alguna de cara al futuro. Presentan un cierto grado de complejidad su aplicación, lo que unido al corto período de permanencia en la madera hace que tengan un uso específico, preferentemente para maderas pintadas, lacadas, etc.

Las principales materias activas usadas en estos gases, son: Ácido cianhídrico, Bromuro de metilo y de etileno, Cloruro de metileno, Óxido de etileno, Sulfuro de carbono y Divhlorvos. Este último, se emplea situando bloques porosos con el impregnado, junto a la madera, antes de comenzar a volar los insectos xilófagos, reemplazándose anualmente.

- **Sprays**

Algunos protectores orgánicos se utilizan en forma de sprays, inyectándose a la madera en orificios previamente realizados en sus zonas afectadas. Entre estos productos, se puede citar, Xylophene.

Tratamientos específicos basados en el agente de deterioro presente en la madera.

Agentes de origen abiótico

- **Fuego**

Los tratamientos curativos de la madera dañada por el fuego, siempre que ésta siga manteniendo una resistencia mínima acorde con su labor, implican:

- Eliminación de la capa superficial carbonosa formada en la combustión, con el consiguiente descenso de sección y consecuentemente de resistencia.
- Aplicación de protectores de capa (pulverización), o de protectores totales (inyección), retardantes del fuego en previsión se puedan producir combustiones futuras.
- Restitución de la sección, para otorgarle su resistencia inicial, necesaria.

- **Fotodegradación**

En el caso de la obra nueva y la ya existente, el enemigo inmediato de la madera en exteriores es el Sol, y la única manera de protegerse de las radiaciones ultravioletas que destruyen la madera, es reflejándolas. Esto se consigue con la ayuda de pigmentos (“poner morena a la madera”).

Los protectores que contienen pigmentos, son los llamados “decorativos”, y se aplican a brocha, pulverización o inmersión, en las maderas al exterior (puertas, ventanas, pérgolas, bancos y otros objetos). En cambio, en el caso de madera afectada superficialmente por la acción de rayos U.V. solares.

Se pueden seguir las fases siguientes:

- En la situación de madera recubierta por alguna capa (pintura, barniz, laca, etc) se deberá dejar al descubierto su superficie mediante decapado mecánico o químico.
- Lijado de la superficie, dejándola perfectamente limpia y con el poro abierto.
- Aplicación mediante impregnación superficial de un protector químico que contenga en su composición resinas resistentes a la intemperie y pigmentos de protección frente a la acción degradante de los rayos U.V. solares, así como ceras repelentes del agua (humedad).

La madera debe absorber entre 150-250 gr. del protector por m² de madera tratada, siendo aconsejable que se produzca un secado rápido. Se aplica en 2 ó 3 manos, dejando secar entre cada aplicación.

consolidación de la estructura

Consolidación Interna a la madera

- **Consolidación con hormigón:**

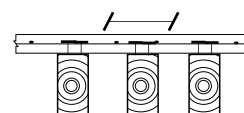
Se supone que la pérdida de capacidad resistente de la madera, se pasará al hormigón.

Se emplea preferentemente en el caso de entresijos con vigas que han sufrido deformaciones de diversa cuantía o que en razón de un elevado daño no presentan una capacidad resistente mínima, así como en los casos de artesonados* con daños que se desea conservar vistos.

- Se deja descubierta la madera, y se somete tratamiento químico protector para acabar con los agentes xilófagos presentes en caso de existir.
- Se colocan tornillos en la madera de forma que queden salientes en su parte superior oculta, de forma que puedan quedar embebidos en una losa de hormigón armado de 10-15 cm de grosor, que apoya en los muros en que lo hacen las cabezas de viga.

En el caso que los muros de apoyo no permitan el apoyo de la losa, se pueden sustituir dos vigas de madera centrales por otras de hormigón armado, que apoyen en pilares adosados al muro, sobre los que puede descansar la losa de hormigón, que a su vez sustentará el resto del entresijo de madera. Las vigas de hormigón armado centrales, se chaparán en madera para asemejarlas al resto.

Se presenta el inconveniente de recrecer el nivel del pavimento, tanto en si mismo como por las obras que se pueden dar a lugar.



artesonados*:
techo, armadura o bóveda
formada por artesones de madera,
piedra u otros materiales

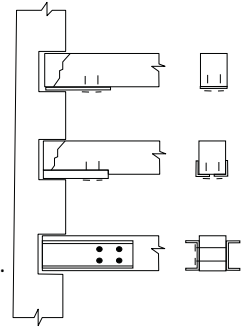
• Consolidación mixta: Hormigón-Madera

En estos casos la madera mantiene cierta capacidad resistente.

Se emplea preferentemente para madera de entrepiso, formando unas secciones en T, en que la cabeza es parte de una lámina de hormigón de 5 cm de grosor y el resto es madera que trabaja a tracción, existiendo elementos de transmisión adecuados hormigón-madera.

• Consolidación con elementos metálicos

- Empleo de placas o de perfiles metálicos en puntos dañados de elementos de madera, de forma que recuperen su capacidad portante (cabezas de vigas en muros, unión de zonas partidas de una misma viga, etc)
- Empleo de perfiles metálicos, en los que se cuelga la madera estructural, sin capacidad resistente en ciertos casos.
- Sustitución de secciones dañadas de madera por perfiles metálicos, en pies derechos.



• Consolidación con elementos de madera

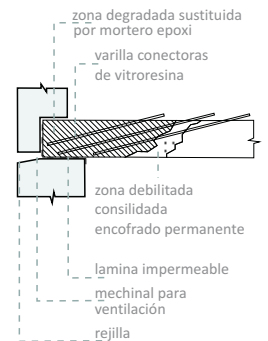
Consiste preferentemente en el empleo de "prótesis" de madera colocadas en íntima unión con la madera a consolidar mediante diversos sistemas, previa limpieza.

La madera para la consolidación deberá estar protegida en profundidad, conviene que sea de la misma especie con la que se consolida. Normalmente se suele incrementar la sección del elemento, para lograr una adecuada resistencia a flexión. Se empalman las piezas mediante un corte oblicuo en la cara de la pieza, y se refuerza con espigas de madera de roble. La pendiente del corte es tal que la longitud de la unión es 3 veces el canto de la viga. Para alcanzar la eficacia hay que recurrir al encolado como medio de unión.

• Consolidación basada en formulaciones epoxi

Se utilizan principalmente dos tipos de acciones

- la instalación de elementos de refuerzo embebidos en formulaciones de resinas epoxi en el interior de la madera.
- la limpieza de la madera dañada y su sustitución por mortero epoxi, con o sin elementos rigidizadores internos.



Estos sistemas permiten recuperar la capacidad resistente de la madera sin cambio externo aparente, al poderse chapar la prótesis en madera, quedando un aspecto similar al del resto y con una mínima modificación del elemento.

Su empleo es costoso y conlleva generalmente la aplicación de sistemas de refuerzo del tipo Beta*. Se pueden aplicar estos sistemas con la mayoría de las especies de madera, si se exceptúan aquellas que presenten una gran cantidad de resinas o de aceites esenciales que impidan la consecución de un grado mínimo de adherencia epoxi-madera.

Los principales elementos de refuerzo que se embeben en las formulaciones epoxi y en la madera, son:

- Metálicos: placas y varillas de acero y acero inoxidable principalmente, bien limpios para evitar pérdidas de adherencia.
- Compuestos: formados por una base, normalmente de resina sintética y un refuerzo generalmente de fibra de vidrio. Tienen elevada resistencia mecánica y un buen grado de adherencia a la formulación epoxi.

• Tipos de consolidación con formulaciones epoxi

En los casos de madera estructural, se diferencian entre estructuras horizontales y verticales.

• Estructuras horizontales

Se pueden citar los siguientes casos:

- Cabezas de viga empotradas en muro.
 - Limpieza previa de la cabeza de viga afectada (apoyando con anterioridad)
 - Realización de las labores necesarias para la colocación de los elementos de refuerzo en la madera sana (orificios y barras; acanaladura y placas, etc)
 - Colocación de la prótesis de consolidación, con apoyo en el muro, que puede ser:
 - _ mortero epoxi con cajeadado previo para el fraguado y posterior chapado.
 - _ madera previamente protegida en profundidad, con resina epoxi que la une al elemento conector de refuerzo.
- Discontinuidades en vigas:
 - limpiar la madera
 - unir las partes sanas mediante refuerzos (placas o varillas),
 - recubrir con formulación epoxi
 - chapar tras haber fraguado con madera.

sistema tipo Beta*: se desarrolla dicho sistema en pag. 14

- Incremento de sección de vigas:

Se realiza una acanaladura en la cara superior y se acopla una placa de refuerzo, de forma que sobresalga la mitad de su grosor. Se adhiere con resina epoxi y se coloca una pieza de madera sana tratada químicamente en todo su volumen y con una ranura en su parte inferior, semejante a la realizada en la viga, de forma que acoplen mediante la placa, compactando con resina epoxi.

- parte superior de vigas en toda su longitud:

- Limpieza de la parte superior de la viga, y realizar orificios en la madera sana para introducir varillas de refuerzo, que quedaran salientes.
- encofrar la parte en la que se encuentran las varillas con mortero epoxi hasta conseguir la sección inicial, pudiéndose chapar en madera en el caso de quedar descubierta.

- *Estructuras verticales*

En el caso de estructuras que trabajen a compresión, los mayores daños se suelen presentar en la zona inferior de apoyo, sobre todo si se encuentran en contacto directo con el suelo, y en menor medida en la parte superior de unión con otros elementos de madera.

- sanear la madera afectada y efectuar orificios en la madera sana en los que se introducirán varillas de refuerzo sobresalientes. Los orificios se deben separar de forma que no afecten la resistencia del elemento (separación de 2,4 veces el diámetro de la varilla) y ser colocados con una distribución simétrica respecto del eje.

- colocar la prótesis de formulación epoxi, que formará cuerpo con el pie derecho. También se pueden realizar canales, en dos o las cuatro caras (caso de pie derecho escuadrado), colocando placas en lugar de varillas en ellas y chapando posteriormente las rozas, las placas y el bloque de formulación colocado.

- *Cubiertas*

Las posibilidades de consolidación con formulaciones epoxi de madera de cubiertas son muy grandes, desde cabezas de viga de entrepiso, tirantes, jабalcones, etc, pudiéndose incluso realizar "cosidos" de piezas con mortero epoxi y varillas metálicas, o de fibra de vidrio de refuerzo. Así mismo se pueden empalmar tirantes, consolidar nudos y ensambles, etc

Consolidación Externa a la madera

- *Solución con aporte de madera*

Se adosan dos piezas de madera nuevas, mediante pernos, clavos o bridas metálicas, en un tramo de longitud suficiente en la madera sana. Probablemente sea más sencillo adosar una nueva vigueta en todo el largo de la dañada, sin molestarse en eliminar la antigua.

- *Otra solución con aporte de madera*

Consiste en el refuerzo de la secciones sometidas a flexión, y puede hacerse aumentando el canto o el ancho de la pieza.

refuerzo de la estructura

Refuerzo Externa a la madera

- **Soluciones con aporte de madera**

- *Adición de madera*

En entrepisos donde su capacidad resistente no es suficiente, una solución es la adición de nuevas piezas adosadas o intercaladas a las originales. Su ejecución es fácil, siempre que el apoyo de las viguetas se pueda realizar sobre otra pieza sin necesidad de hacer nuevos huecos en el muro. El único problema, es que las piezas originales tienen una deformación remanente, mientras que las nuevas son rectas.

- *Partir la luz*

Otra solución para mejorar la resistencia de entrepisos, es la colocación de vigas que dividan la luz del mismo en dos o más vanos.

El resultado conduce al aumento del canto en algunas zonas del entrepiso, que a veces se puede ocultar con un falso techo. Además de que el apoyo de las viguetas originales sobre la cara superior de la viga parteluz puede requerir el empleo de calzos y cuñas, al no existir regularidad de dimensiones en las viguetas.

- *Solución mixta de madera y tablero*

El refuerzo del entrepiso puede plantearse con una o dos capas de tableros derivados de la madera.

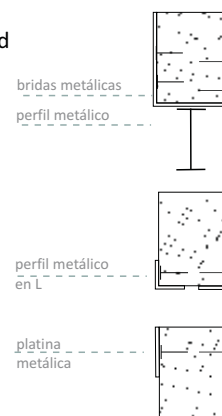
Procedimiento no muy empleado en el refuerzo de estructuras existentes, por la dificultad de conseguir una plenitud adecuada para la correcta conexión entre viguetas y tablero.



• Solución mixta de madera y tablero

El refuerzo del entrepiso puede plantearse con una o dos capas de tableros derivados de la madera.

Procedimiento no muy empleado en el refuerzo de estructuras existentes, por la dificultad de conseguir una plenitud adecuada para la correcta conexión entre viguetas y tablero.



• Soluciones con perfiles metálicos

Esta solución de refuerzo es actualmente la más utilizada en rehabilitaciones. Se utiliza tanto para refuerzo y saneado de vigas como de pilares, siendo necesaria en algunas ocasiones y dependiendo del estado del elemento dañado la sustitución del mismo por madera sana. La fijación de los dos materiales se realiza normalmente mediante pernos de anclaje y los perfiles más utilizados son los de sección en U y L.

• Sustitución estructural

Es un sistema de refuerzo de madera utilizando perfiles de acero colocados por debajo de cada una de las viguetas degradadas. Se dispone un perfil de tipo IPE que lleva otro perfil en U soldado al ala superior. El hueco del perfil en U se rellena parcialmente con mortero de cemento de alta resistencia. El apoyo en los muros extremos se realiza mediante una base metálica con anclajes, que permite el tensado para alcanzar la entrada en carga del refuerzo.

• Otros refuerzos

- Atirantados y peraltados: con acero en redondo o cable
- Refuerzos de contra flecha: con tirafondos de platina por canto o por tabla y bulón de anclaje.
- Refuerzos contra empujes: con tirafondos de platina por canto o por tabla y bulón de anclaje y platinas, en ángulo de 30°, en V o en X ancladas.



• Solución mixta de madera y hormigón

Sistema con grandes soluciones reales. Se dispone una capa de hormigón armado con una malla electro soldada, sobre las viguetas del entrepiso debidamente conectada. El hormigón trabaja como cabeza comprimida y la madera predominantemente a tracción. El peso de la solución resultante no es muy elevado ya que el grueso de la capa de hormigón es reducido (5-8 cm). es un procedimiento que se usa para incrementar la capacidad de carga del cerramiento ya existentes.

• Soluciones de hormigón armado

Sistema de losa colaborante sobre entrepiso de madera; cuenta con una capa de reparto que transmite mejor las cargas que una malla. Son losas relativamente delgadas (4-5 cm), donde lo que más importancia tiene es el conector entre hormigón – madera.



Refuerzo Interno a la madera

• Basado en aplicación de resinas epoxi

Suponen una amplia gama de soluciones de alta eficacia, que combinan elementos de refuerzo, generalmente de materiales compuestos, encolados a la madera. Son soluciones limpias en el resultado, eficaces desde el punto de vista estructural, pero de costo elevado en algunas situaciones.

En entresijos podemos encontrar los siguientes casos:

• Refuerzo con celosía interna

Consiste en la introducción de una armadura interior constituida por barras de resina epoxi, reforzadas con fibra de vidrio formando armadura de compresión y de tracción. En la práctica, su ejecución es muy compleja.

• Placas de refuerzo internas

Solución que presenta una gran rigidez en la conexión. Se deberá colocar la viga en la posición original y apelarla debidamente. Desde la cara superior se realizan huecos para introducir al menos dos placas de refuerzo con una longitud de anclaje suficiente para la transmisión del momento flector y cortante que se den en la sección. El anclaje debe hacerse sobre madera sana.

• Refuerzo con barras inclinadas

En las secciones de grandes escuadrías es inevitable la aparición de grandes rajadas o hendiduras que tienden a dividir la sección original en dos piezas acopladas. Se producen como consecuencia del secado de la madera, que provoca contracciones mayores en la dirección tangencial que en la radial, de tal forma que las grietas son radiales y afectan al plano medio de la sección. La solución consiste en el cosido de las rajadas con barras inclinadas (con ángulos comprendidos entre 20-30°). Para su colocación se realizan los taladros al tresbolillo* desde la cara superior, se sellan las rajadas en las caras de la viga y se vierte o inyecta una formulación epoxi.

*Tresbolillo:
Modo de colocar plantas, personas o cosas, en filas paralelas, de manera que las de cada fila correspondan al medio de los huecos de la fila inmediata, formando triángulos equiláteros.

Refuerzo Parciales / Totales

• Estucado

Reconstrucción de pequeñas zonas o secciones perdidas, con vertido de mortero epoxi y aserrín sobre la zona previamente encofrada.

Se emplea este sistema sólo en intervenciones puntuales y de poca entidad.

• Solución con formulaciones epoxi

• Método Beta

Consiste en la restauración de piezas de madera afectada mediante la utilización de elementos de unión y rigidización a base de fibras de vidrio pretensadas y reforzadas con poliéster en una proporción 60-30%, y la aplicación simultánea de resina epoxi para consolidar y rellenar las lagunas y carencias de material.

El proceso de aplicación de un sistema Beta es:

- Apeo y apertura de cajas en muro.
- Análisis y eliminación de madera dañada, con identificación de zonas de agresión alta, mediana, baja o nula.
- Taladro con broca, desde la parte sana, para inserción de varillas de armado y conexión entre esa parte sana y la formulación epoxi. Cuya misión es absorber los esfuerzos cortantes y las solicitaciones a tracción.
- Encofrado perdido o no, y vertido de mortero, con cargas de sílice, arena o garbancillo.
- Relleno de holguras con lechada epoxi y estucado de bocas.
- Tratamientos, químicos e ignífugo, y barnizado.

Este método tiene como principal inconveniente la excesiva rigidización de los nudos tratados y se emplea fundamentalmente en el tratamiento de cabezas de viguetas afectadas por pudrición.

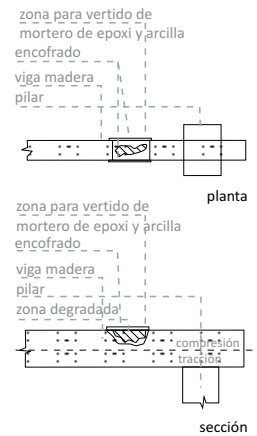
• Método Arriaga

Es una variante de la técnica Beta, en la que las piezas de madera sufren un cajeado en la que se introducen láminas o placas de resinas sintéticas, y recuperación de la forma original mediante el vertido de resina epoxi hasta la coronación del elemento resistente.

• Reconstrucción de la parte superior de la sección de la viga

A veces los entrepisos presentan degradaciones originadas por las galerías de los insectos xilófagos, que progresan en el borde superior de la viga en toda o parte de la longitud.

Para recuperar la sección original, puede procederse a la eliminación con azuela de la madera destruida hasta llegar a la madera sana. A continuación se insertan unos conectores que pueden ser barras de poliéster reforzado de vidrio situados en taladros realizados desde la cara superior y con la ayuda de un pequeño encofrado en los laterales, se rellena el volumen original con un mortero epoxi. Este mortero debe contener un elevado porcentaje de carga, con el fin de aumentar el módulo de elasticidad y reducir el gasto de resina.



La sustitución de madera en una estructura puede ser puntual de un solo elemento constituyente, o general de la totalidad. Se elimina la madera afectada colocando en su lugar otra de igual especie e impregnada preventivamente con anterioridad (restauración) o bien un elemento de otro material (rehabilitación de hormigón o acero), debiéndose tener presente su peso y el mantenimiento necesario.

Sustitución Parcial de la estructura

• Mediante perfiles metálicos

Este sistema se utiliza fundamentalmente en el refuerzo y sustitución de viguetas de un entrepiso. Una opción consiste en mantener la vigueta en su lugar y fijar el acero con tornillos colocados en las zonas comprimidas y la otra posibilidad, es apea permanentemente el entrepiso, colocar viguetas de acero que sustituyan funcionalmente a las originales, y, por último, poner ángulos cada 15 cm, que reciben mediante una chapa el peso del forjado superior.

• Mediante madera

Sustitución de un elemento estructural, o parte del mismo, con madera análoga a la existente. Eliminada la parte dañada, se labra la sana en ensamble a tracción o compresión, según el esfuerzo que solicite a la pieza y se le acopla la pieza de sustitución, con ensamble negativo del anterior. La unión queda asegurada por elementos auxiliares metálicos.

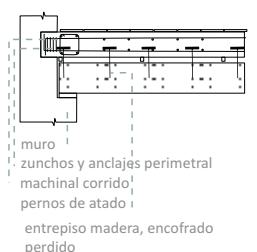
• Mediante otros materiales

• Soluciones de hormigón armado

- Losa de hormigón armado sobre el entrepiso de madera

Solución empleada con frecuencia cuando la estructura de madera pierde su función resistente y queda colgada de la nueva estructura. Consiste en construir una losa de hormigón armado con un espesor entre 10-15 cm, y se apoya en los muros. Se aprovecha el entrepiso de madera como encofrado perdido. Esta solución se emplea cuando las vigas del entrepiso se encuentran muy dañadas, están excesivamente cedidas, o existe alguna partida, pero interesa la conservación de su vista inferior.

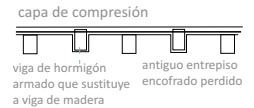
Es importante verificar la resistencia de la estructura vertical, muro portante o pilares.



sustitución de la estructura

- Losa de hormigón armado sobre apoyos reforzados:

Es una solución similar a la anterior, en la que la estructura de madera se mantiene colgada de la losa y sin función resistente, pero el apoyo se realiza a través de una línea reforzada que a su vez apoya sobre pilares embebidos o adosados al muro. Este sistema se emplea para sustituir algunas viguetas, con hormigón armado, donde la capa de compresión se sitúa en la zona de arriba.

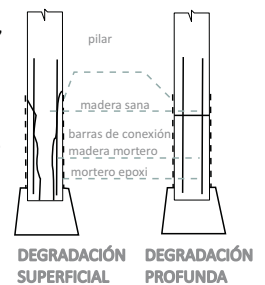


- Soluciones con formulaciones epoxi

Si la zona deteriorada es grande y se puede desmontar la viga, es posible sustituir la madera eliminada, por otra pieza de madera nueva o procedente de restos de otras vigas. La conexión entre ambas piezas se puede realizar mediante barras de refuerzo dejando una junta de contacto entre ambas, que se rellena con formulación epoxi. La madera que se aporta deberá tener un contenido de humedad similar al de la madera a reparar.

- Recalce en pies derechos

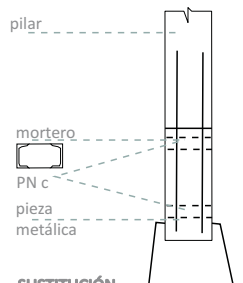
Si la degradación de la sección no es grande y sólo afecta a la zona de la albura, dejando el núcleo del duramen todavía sano, la solución puede consistir en una consolidación parcial. Se elimina la zona degradada hasta llegar a la madera sana y se introducen barras de conexión entre madera y mortero epoxi. Estas barras tienen como misión mejorar el agarre del mortero. Si se trata de barras de materiales compuestos o metálicos introducidos en perforaciones de diámetro holgado, la dirección de los taladros será oblicua para facilitar el llenado de la holgura con formulación epoxi. Finalmente, se coloca un encofrado para reproducir la zona perdida donde se vierte el mortero epoxi. Cuando la degradación es tal que es necesario la eliminación de un tramo del pie derecho, se procederá al corte llegando hasta una zona de madera sana. La mejor solución es la que queda oculta, porque queda protegida de las variaciones higrotérmicas de la superficie de la madera.



- Soluciones con perfiles metálicos o fábrica de ladrillo:

- En pies derechos de muros entramados:

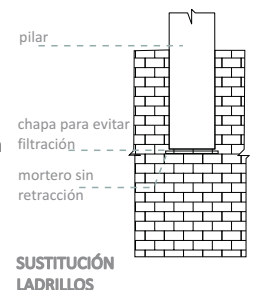
Con humedades en la planta baja, que hayan sufrido un fuerte deterioro por pudrición, es frecuente la sustitución parcial o total de la parte degradada por perfiles metálicos, generalmente con secciones formadas por dos U en cajón. En general, resulta más económico la sustitución completa. Para que el soporte entre en carga, es necesario un acuñado o retacado con mortero. Esta compactación en algunas ocasiones se realiza con mortero mezclado con tejidos para facilitar la operación.



- En pies derechos:

Una solución del mismo tipo que la anterior, consiste en rellenar el hueco que ha dejado la pieza de madera con hormigón o con fábrica de ladrillo, cuya última parte tendrá mortero sin retracción y una chapa que evite la posible capilaridad. La entrada en carga de la estructura, exigirá un contacto entre madera y hormigón adecuado y un acuñado.

Normalmente, la estructura de madera ya ha quedado descargada en la planta baja y ha transferido al muro de relleno la carga de las plantas superiores.



Sustitución Total de la estructura

- Del elemento o del sistema

Su aplicación más prometedora es la estructura mixta de madera y hormigón, con su correspondiente conexión.

- En pies derechos de muros entramados. Soluciones de perfiles metálicos y soluciones de hormigón armado
- Soluciones de hormigón armado
- Soluciones de perfiles metálicos: en este caso encontramos la sustitución total de un entrepiso. Consiste en el corte de las viguetas del mismo, y sustituir el sistema por un entrepiso metálico de mayor ligereza. Este sistema es más rápido de montar que otros.
- Soluciones con elementos de madera: en la situación de tener que sustituir vigas y viguetas de madera, se podrá utilizar un sistema de complementos para aplicar con rapidez materiales de madera sobre otros de madera. Se le conoce como sistema de Hangers ("percha). Consiste en acoplar una vigueta a una viga, con clavos especiales con paso de rosca mayor, de tal manera, que penetran muy bien, pero son complicados de sacar. Asimismo, se pueden poner chapas de refuerzo, y quitar o no las vigas.

Se puede recurrir a la sustitución de las piezas inservibles de elementos de madera, por otras nuevas, como madera laminada encolada o productos derivados de la madera de alta resistencia (madera microlaminada o laminada en tiras), sobre todo cuando no sea posible encontrar escuadrías grandes o piezas con largos suficientes en madera maciza. Asimismo, también se emplea el hormigón en soluciones de sustitución, a veces dejando la estructura como un simple encofrado sin función estructural.

**ENCUENTRO DETERIORO
ESTUDIO / DIAGNOSTICO
EVALÚO DAÑOS**

la evaluación de los daños puede ser un proceso simple, porque las lesiones se verifican a simple vista o puede requerir un estudio complejo y minucioso ya que la lesión puede verificarse en un primer momento pero esta afectando gran parte de la estructura e implica un estudio muy detallado y posiblemente de largo tiempo

no presenta afectaciones
riesgosas que comprometan
el edificio

procedo con el estudio de evaluación de daños estructurales o de resistencia de la estructura en caso de querer cambiar las condiciones de carga al cual el elemento esta sometido o fue diseñado.

presenta afectaciones

Procedo con el estudio de evaluación de daños, pero verificando la resistencia de la misma para poder elegir la solución mas eficiente de actuación. Estabilizamos la estructura o el elemento estructural que se este estudiando. En los casos de muros portantes debo evitar que dicha estructura siga absorbiendo las cargas actuales y las futuras provenientes de la intervención, por tanto procediendo al apuntalamiento correcto de la misma.

protección paliativa

Protección Externa contra la Humedad

• Impermeabilizante

Existe en plaza un impermeabilizante cementicio predosificado. Se aplica con llana o pinceleta sobre hormigones, revocos o mamposterías. Se limpia la superficie y se libera de rugosidades. Previo a la colocación de dicho producto se humedece la superficie y se coloca el producto de acuerdo al prospecto.

Es una tecnología de uso rápido pero debe considerarse que no se elimina la humedad sino que se detiene por determinado lapso de tiempo debiendose repetir el tratamiento o buscando una alternativa mas eficaz o profunda ante dicho problema.

• zócalo ventilado.

Casos de humedad en cimentaciones debido a cercanías a pasos de agua o porque existe agua dentro de la cimentación por falta de control de obra.

Muchas veces estas humedades se manifiestan en los muros portantes que descansan en dichas cimentaciones.

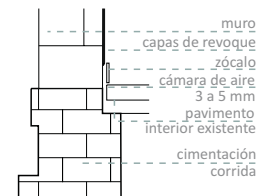
Procedimiento viable y económico:

- limpieza del muro mediante el retiro del revoco afectado y en algunos casos la sustitución de piezas, y limpieza de la cimentación.
- en el momento de revocar se evitará el revoco del muro sobre la parte inferior y se colocará un zócalo, preferiblemente de materiales orgánicos que ocultará dicho

tratamiento y protegerá el muro.

El zócalo se coloca de manera que permita la ventilación interna del muro y de la cimentación para evitar el ascenso de la humedad por el muro y que esta se controle en la cimentación. Por lo tanto contará con un orificio, con rejillas que permita la entrada de aire y otro su salida.

Es muy importante considerar que para evitar el paso de dicha humedad se debe aislar y ventilar la cimentación del muro. Por lo tanto es parte fundamental que los usuarios controlen que dicha ventilación se esta realizando de forma efectiva.

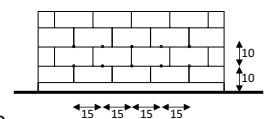


Protección Interna contra la Humedad

• Infiltración.

Se coloca de acuerdo al prospecto del producto mediante perforaciones e inyecciones del producto dentro de las mismas. El período de secado depende de la época del año, la posibilidad de ventilaciones de los ambientes y el grado de humedad. Luego de haber secado el productos de rellenan los orificios con mortero de arena y portland y se procede a reconstruir el revoco.

La tecnología es cara y presenta el inconveniente de que la humedad puede aparecer en el muro pasado determinado lapso de tiempo.



eliminación de agentes

• eflorescencias y criptoflorescencias

Los daños en su mayoría son estéticos porque alteran la apariencia, pero son en general una manifestación de humedad.

Antes de cualquier tratamiento se debe asegurar que el proceso de saturación y evaporación haya concluido.

Según el tipo de eflorescencia que nos encontremos, el tratamiento a llevar a cabo para la eliminación de las mismas puede ser:

- Caso de depósitos superficiales de sales blanquecinas muy solubles en agua, que aparecen en forma de velo y situadas en el centro o los bordes del ladrillo, aunque también cubre la junta de mortero.

Este tipo de eflorescencia desaparece tras varios ciclos de humectación-secado, pero para que desaparezcan de una forma rápida, se puede repetir el proceso de cepillar la fachada con un cepillo duro que no sea metálico y posteriormente arrastrar con agua limpia los restos, en caso de que persista, se mojaría abundantemente la fachada, se aplicaría agua con disolución de ácido clorhídrico al 10% y posteriormente se lavaría.

- Caso de (criptoflorescencias o subeflorescencias), las piezas presentan desconchados importantes o se desprenden con facilidad capas del ladrillo de unos milímetros.

- Caso de (criptoflorescencias o subflorescencias), las piezas presentan desconchados importantes o se desprenden con facilidad capas del ladrillo de unos milímetros.
En este caso, se produce una circulación lenta del agua por la red capilar y una fuerte evaporación, produciéndose un aumento de la presión que provoca los desconchados. Para evitar su aparición se ha de realizar un regado intenso y de forma repetida durante épocas de baja evaporación.
- Caso de (exudaciones), depósitos blancos en superficie en forma de regueros, son poco solubles en agua.
En este caso, se produce una circulación lenta del agua por la red capilar y una fuerte evaporación, produciéndose un aumento de la presión que provoca los desconchados. Para evitar su aparición se ha de realizar un regado intenso y de forma repetida durante épocas de baja evaporación.
- Caso de manchas, marrones oscuras o negras, aparecen sobre los ladrillos y las juntas. Se moja con agua la zona que presenta manchas, en caso de ser ésta intensas se aplica una solución de ácido acético, agua oxigenada y agua y en el caso de manchas leves, se diluye 2-3 veces la anterior solución, se aplica y se lava de forma abundante con sosa cáustica.

consolidación del muro

• grietas y/o fisuras.

El origen de las grietas y/o fisuras son variados, se pretende en el cuadro tomar mayor atención en aquellas que se reconocen en el momento de realizar un diagnóstico para el posible reciclaje. No se entrara en detalle en aquellas que tienen origen en una mala elección de materiales o falta de precisión de cálculo.

• reparación de la lesiones a cortantes

- *Inyección de pasta matriz agua y cemento o resinas.*

Reservarse para empresas con alto nivel de especialización, en medios como en recursos. La coloración de los muros puede venir afectada al cabo de un largo tiempo, por lo que se recomienda prudencia si los muros a reparar tiene frescos o tonalidades y texturas a conservar.

- *Grapado con elementos metálicos en retícula cementada.*

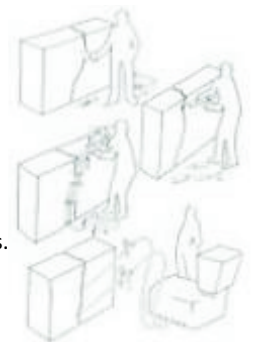
Suele utilizarse redondos de acero de longitud variable - no menos de 100 cm colocados perpendicularmente a la grieta a intervalos regulares, normalmente del orden de los 70 a 100 cm tomados con mortero de resina o convencional, en canales realizados previamente. Se debe hacer en ambas caras del muro, si es posible.

No conviene abrir los canales hasta que las grapas del otro lado del muro hayan endurecido. La retícula cementada consiste en una auténtica red de perforaciones, casi siempre diagonales al plano del muro, en la que se insertan redondos de acero fijados mediante inyección de pasta matriz o de mortero de resina o epoxi. La resistencia es superior pero la corrosión del acero los hace vulnerables. Pueden sustituirse por redondos de fibra de vidrio o carbono para evitar la corrosión de las armaduras

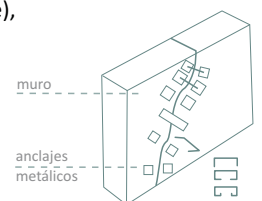
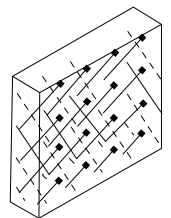
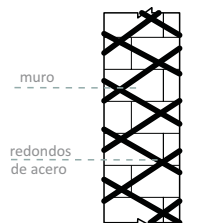
- *Trabado continuo del muro* mediante zunchos durmientes, metálicos, configurados por platina o perfiles en L a ambos lados del muro.

Se fijan entre sí mediante pernos roscados, conectores empotrados en el muro con mortero convencional (1:4) o mortero de resinas, a lo largo del encuentro del muro con los correspondientes forjados y también (uno o dos cinturones, en función de la altura libre), en el tramo central del muro entre entresijos. Para facilitar la continuidad de cosido se suele elegir la altura de alfeizar y/o la de dintel de las ventanas.

- *Malla o chapa desplegada* en ambos lados del muro, trabándolos con flejes o redondos conectores, y a proyectar contra ellos una capa delgada de microhormigón (6-8 cm por cara). Se debe controlar la conexión del aumento de los muros



RETÍCULA CEMENTADA

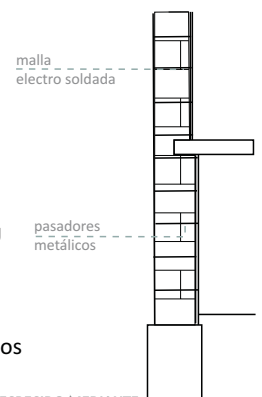


•reparación de lesiones por pandeo

proceder al apuntalamiento inmediato de las cargas que soporta

- Aumentar o reconstruir la capacidad portante del muro. Conviene que se utilice el mismo material o similar al utilizado.
- Trasdosar de ambas caras del muro con perfiles tubulares, en U, L y T o platinas. se traban entre sí mediante pernos roscados embebidos en el muro con mortero de resinas o morteros. Se calculan las separaciones para evitar pandeo de las piezas metálicas de refuerzo. en los encuentros con el techo se colocan largueros de perfil U en ambos lados del muro.
- Aumentando mediante hormigón proyectado contra una malla o chapa de acero estirado, anclado en ambas caras del muro mediante conectores metálicos embebidos en hormigón. Es difícil verificar la efectiva puesta en carga del refuerzo.

refuerzo del muro



RECRECIDO MEDIANTE PROYECCIÓN DE HORMIGÓN

“como regla si la lesión produce un cambio en el plano vertical derivado de una rotación de la cimentación, se recomienda recuperar mediante la reconstrucción del muro afectado. Si no se produce cambios se procede a reparar el muro afectado.”

- **fisuras de tendencia vertical**

- *Derivadas por aplastamiento de mortero.*

Debe hacerse hincapié que los morteros usados en dichas construcciones son en su mayoría pobres, es decir con alto contenido de cal. Se propone la sustitución de los mampuestos fracturados, con piezas adecuadas y utilizando un mortero adecuado, previniendo que el fraguado del mortero nuevo no provoque nuevos movimientos.

- *Debidas a variaciones dimensionales diferentes o por asentamientos diferenciales.*

Se deberá estudiar si se estabilizó o no el asentamiento. En caso afirmativo, se procede a sustituir los mampuestos y en caso contrario es necesaria la re cimentación.

Tienden a ser de conformación parabólica en muros llenos cuando se comportan como placas.

- **Causas de asientos diferenciales**

- *Fallas del terreno*

- Cimentaciones superficiales. Convendrá:

- _ re-cimentar por tramos para acceder a suelos más capaces o asegurar una variable hidrométrica estacional.
- _ Pavimentar zonas circundantes
- _ Ensanchar los cimientos para reducir la presión unitaria.

- Cimentaciones semi-profundas. Convendrá:

- _ Se realiza compactación con hinca de pequeños pilotes o infiltraciones (costoso y de poco empleo)
- _ Micro pilotaje (realizado en países vecinos)

- *Construcción en etapas diferentes*

- *Variaciones diferenciales de humedad por:*

- En suelos blandos sometidos a sequías
- Ruptura de cañerías subterráneas.
- Cambios de pavimentación en la vía pública.
- Forestación intensa inmediata.

Para cimentaciones corridas puede necesitarse re-cimentar en tramos alternados apoyandose a mayor profundidad y complementado con obras de drenajes próximas a la base para reducir la presión de agua. Se puede efectuar perforaciones alternadas en el recorrido del cimiento, rellenas con arido grueso.

si las descargas son concentradas , las vigas entre apoyos deberan descalzarse pavimentar exteriores, para proteger al suelo del ingreso de agua y/o realizar drenajes para evacuación.

Retirar árboles o conformar una contención de hormigón perimetral (temporal)

Excavaciones vecinas

Sobrecargas no previstas

Agresiones y agentes agresivos de tipo químico que el terreno pueda tener o por contacto con el agua

Vibraciones

Corresponde al seguimiento en relación a la pasividad o actividad de las grietas y otros síntomas según la deformación estas se podrán reparar o evitar daños futuros.

- **Vibraciones**

Crear barreras especiales alrededor de la estructura. Eficaz pero costoso

- **parcial**

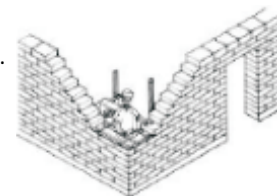
Esquina dañada

- Se desmonta en forma de escalera por ambos lados y se reconstruye con ladrillos de ambos lados
- Reconstruir con contrafuertes hacia el exterior.

Partes interiores

Se desmontan los ladrillos y se reemplazan por nuevos.

conviene que este se haga con materiales parecidos a los del muros o mas resistentes.



- PATOLOGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN _
<http://www.revistahabitat.com/index.php?ar=patologia&in=0&pa=0>
- TESIS - ANÁLISIS DE FORJADOS METÁLICOS A PARTIR DE ENSAYOS DINÁMICOS _ Autor: Xavier Alegret Terrés / Tutor: Vicente Alegre Heitzmann
- PATOLOGIA DE ESTRUCTURAS _ Juan Perez Valcarcel
- REHABILITACIÓN (I) _ Tectonica 18
- CARACTERIZACION DE DAÑOS, REPARACION Y REFUERZO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE. Ing. Daniel Torrealva Davila - Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú
- APUNTES SOBRE ARQUITECTURA POPULAR ESPAÑOLA _ Cecilia Hrdlicka
- GUIA DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS, ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES – Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS
www.sire.gov.co/portal/page/portal/sire/componentes/EvaluacionDanos/GuiaTecnica/Patologias
- PATOLOGIAS DE LA CONSTRUCCIÓN_ ESPECIALISTAS EN SEGUROS DE CONSTRUCCIÓN_ ASEFA
www.asefa.es/index.php?option=com_content&task=category§ionid=3&id=23&Itemid=45
- Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón_ Red Cytel
- www.coaatalicante.org/icce/demo.estructuras.htm

1. TIPOS DE PATOLOGÍAS

1.1 Consideraciones generales

- ACONDICIONAMIENTO + REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS _ esd interiores
http://atmosferas.blogspot.es/img/ud6_lesiones.pdf
- Manual de rehabilitación de estructuras de hormigón_ Red Cytel
- www.construmatica.com/construpedia/Categoría:Patologías_Constructivas

1.2 Tipos y causas de deterioros en estructuras metálicas

- PATOLOGIA DE LA EDIFICACIÓN: ESTRUCTURAS MÉTALICAS
http://es.wikibooks.org/wiki/Patología_de_la_edificación/Estructuras_metálicas/Acero/Problemática
- PATOLOGIA DE LA EDIFICACIÓN: ESTRUCTURAS MÉTALICAS_ Acero/Causas materiales y mecanismos de deterioro
http://es.wikibooks.org/wiki/Patología_de_la_edificación/Estructuras_metálicas/Acero/Causas_material_es_y_mecanismos_de_deterioro

1.3 Tipos y causas de deterioros en estructuras de madera

- PATOLOGÍAS DE LA MADERA: LOS FACTORES ADVERSOS Y AGENTES DESTRUCTIVOS
www.asefa.es/images/pdf/patologia15.pdf

1.4 Tipos y causas de deterioros en estructuras de muros portantes

- PATOLOGIAS EN MAMPOSTERIA DE CERAMICA ROJA_ CÁMARA INDUSTRIAL DE CERAMICA ROJA (CICER)
- PATOLOGIA DE LA EDIFICACIÓN: ESTRUCTURAS DE FÁBRICAS
http://es.wikibooks.org/wiki/Patolog%C3%ADa_de_la_edificaci%C3%B3n/Estructuras_de_f%C3%A1brica/Muros/Lesiones
- ANEXO 2 - GUIA DE PATOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS, ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES – Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS
www.sire.gov.co/portal/page/portal/sire/componentes/EvaluacionDanos/documentos/Descargas/Anexo2-patologiasmamposterianoestructural.pdf

2. ANÁLISIS PREVIO: PATOLOGÍAS SEGÚN EL MATERIAL

2.1 Forma de expresión de las lesiones

- ANÁLISIS DE FORJADOS METÁLICOS A PARTIR DE ENSAYOS DINÁMICOS _ Autor: Xavier Alegret Terrés / Tutor: Vicente Alegre Heitzmann
- ACONDICIONAMIENTO + REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS _ esd interiores
http://atmosferas.blogspot.es/img/ud2_fases.pdf
- INSPECCIÓN DE LAS EDIFICACIONES, EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO
www.sire.gov.co/portal/page/portal/sire/componentes/EvaluacionDanos/GuiaTecnica/Inspeccion
- PROCESO DE INSPECCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE EDIFICIOS SINGULARES _ Jesús H. Alcañiz Martínez Arquitecto Técnico _ www.coaatalicante.org/ficheros/Boletines/21/04-09.pdf

2.2 Forma de expresión de las lesiones – en estructuras metálicas

- PATOLOGIA DE LA EDIFICACIÓN – ESTRUCTURAS METÁLICAS _ Wikilibros
http://es.wikibooks.org/wiki/Patología_de_la_edificaci%C3%B3n/Estructuras_met%C3%A1licas/Acero/Problem%C3%A1tica

2.3 Forma de expresión de las lesiones – en estructuras de madera

- TRATAMIENTOS CURATIVOS DE LA MADERA - INTERVENCIÓN EN EDIFICIOS CON ESTRUCTURA DE MADERA
www.infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_322_tratamientoCurativo.pdf?PHPSESSID=466a8aff90cec44368f313d0d7d1fb5f

2.4 Forma de expresión de las lesiones – en estructuras de muro portante

- FENÓMENO DEGRESIVOS EN EDIFICIOS. Cartillas de patologías en el sistema constructivo tradicional. Arq. Roberto Tiscornia, Arq. Rosa Martorelli. ICE. SAU, farq

2.5 Forma de expresión de las lesiones – ensayos no destructivos

- www.thermoequipos.com.ve/pdf/articulo_06.pdf
- www.co.sgs.com/es_co/ultrasonic_testing__conventional_and_automated_?serviceld=10024464&lobld=21876

3. MÉTODOS DE INTERVENCIÓN

3.1 Tabla de Intervenciones / Introducción

3.2 Tabla de Intervenciones / Acero

- REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS Y TRATAMIENTOS DE PATOLOGÍAS _ Alphatec
<http://www.alphatec.es/Soluciones/Patolog%C3%ADaEstructural/tabid/87/Default.aspx>
- CORROSIÓN EN LAS ESTRUCTURAS DE ACERO _ Asefa
http://www.asefa.es/index.php?option=com_content&task=view&id=87&Itemid=45

3.3 Tabla de Intervenciones / Madera

- TRATAMIENTOS CURATIVOS DE LA MADERA - INTERVENCIÓN EN EDIFICIOS CON ESTRUCTURA DE MADERA _
www.infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_322_tratamientoCurativo.pdf?PHPSESSID=466a8aff90cec44368f313d0d7d1fb5f
- PATOLOGÍAS DE LA MADERA: LOS FACTORES ADVERSOS Y AGENTES DESTRUCTIVOS
www.asefa.es/images/pdf/patologia16.pdf
- REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA MEDIANTE INJERTOS , RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS TRACCIONADOS_ Arq. Mikel Landa Esperanza
- Revista Tectónica Nº 18 Rehabilitación. Año

3.4 Tabla de Intervenciones / Muros Portantes

- PATOLOGÍAS FRECUENTES EN EDIFICIOS_ Oscar Liberatore Maestro Mayor de Obras
http://oscar_7.mx.tripod.com/patologedif.htm
- http://www.construirydecorar.com/scripts/areaservicios/noticia/nota_rubro.asp?IdSeccion=6&IdNota=6080&IdRubro=33