

UNIDAD 02:
DIAGNÓSTICO DE EDIFICACIONES

2.1. Fundamentos de la caracterización de una edificación.

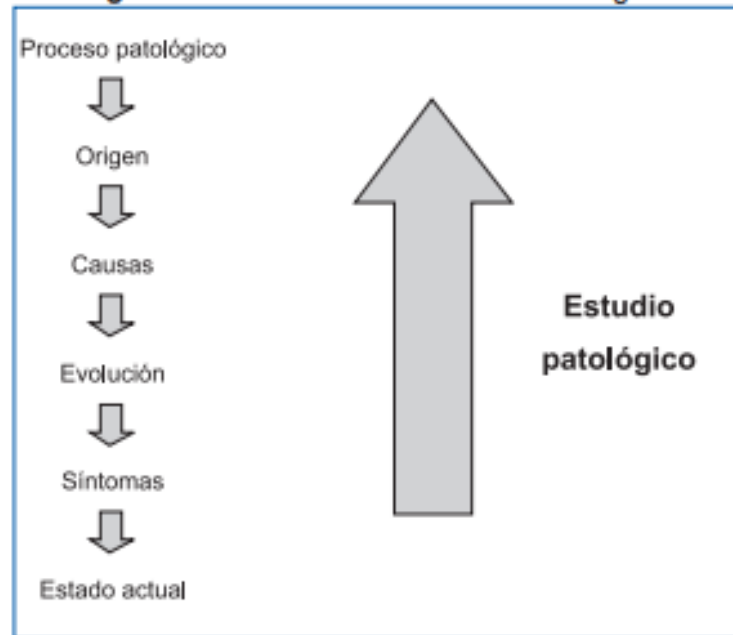
2.1.1. Fundamentos del diagnóstico y evaluación de edificaciones.

Para llevar a cabo cualquier intervención constructiva de gran magnitud en una edificación o en un conjunto urbano, es necesaria la realización de un proyecto de rehabilitación que sea elaborado **sobre la base de un diagnóstico previo**, el que a su vez debe hacerse de la forma más ordenada y minuciosa posible en aras de aprovechar al máximo las potencialidades que ofrece la estructura, lo que sin lugar a dudas repercutirá directamente en la economía del proyecto.

La conservación y restauración de edificios presuponen el **conocimiento y la comprensión de los procesos patológicos y del diseño de soluciones constructivas** para la reparación, lo que a menudo escapa de los límites de la formación convencional. Estos procedimientos, en efecto, pueden ser perfeccionados e incluso aprendidas por el profesional durante su etapa inicial de formación práctica, pero podrían verse sustancialmente mejorados por la correcta fundamentación metodológica y el estudio de sus contenidos durante la carrera.

El encuentro con un proceso patológico tiene como objetivo su solución, la que implica la reparación de la unidad constructiva dañada para devolverle su misión inicial. **Para atacar un problema constructivo, en primer lugar se debe diagnosticar, es decir, conocer su proceso, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado actual.** Este conjunto de aspectos del problema, que pueden agruparse de un modo secuencial, es lo que se denomina proceso patológico. En un proceso patológico se pueden distinguir tres partes bien definidas, el origen, la evolución y el resultado final, de tal modo que para su estudio se debe recorrer dicho camino de forma inversa

Figura 1: Fases del Proceso Patológico



En un proceso patológico se pueden distinguir tres partes bien definidas, **el origen, la evolución y el resultado final**, de tal modo que para su estudio se debe recorrer dicho camino de forma inversa

PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS

Si queremos ahora referirnos al estudio de la patología de las estructuras que presenta el edificio, deberemos identificar en primer lugar los elementos que constituyen los sistemas estructurales de los mismos, así como los procesos patológicos que pueden sufrir.

Es evidente que la función principal de los elementos estructurales es la de soporte del edificio del que forman parte ante las acciones exteriores que atentan contra la estabilidad.

Estas acciones son, básicamente, las cargas que recibe o produce el edificio, cargas que podrán ser verticales u horizontales, permanentes o temporales, estáticas o dinámicas y que, con carácter general, podemos agrupar en **exteriores, como viento, nieve y terremotos, e interiores, como el peso propio de la construcción (con cargas) y el generado por su uso (sobrecargas) además de las cargas térmicas consecuencia de las dilataciones y contracciones de cualquiera de los elementos constructivos, desde los más externos (fachadas y cubiertas) hasta los de la propia estructura.**

Como consecuencia, los procesos patológicos más inmediatos serán los que parten de esas acciones mecánicas como las causas directas que inician el proceso de deterioro.

No obstante, además de esos procesos patológicos de tipo mecánico, aparecen otros de tipo físico o químico, sobre todo cuando los elementos estructurales están al exterior y, por tanto, sometidos a los agentes atmosféricos y a la contaminación ambiental. El agua, el viento, los cambios de temperatura y los contaminantes químicos contenidos en la atmósfera, provocarán fácilmente la aparición de procesos patológicos de tipo físico y químico que producirán los consiguientes deterioros en los elementos estructurales afectados, deterioros que, si bien actuarán principalmente sobre la piel de esos elementos. Sin embargo en algunos casos podrán llegar a afectar su capacidad resistente, como es el caso de la corrosión en perfiles metálicos o la de las armaduras del hormigón.

CIMENTACIONES Y CONTENCIONES

Tipo	Elementos	Materiales
Contención	Muros exteriores	Obras de fábrica Entibación de madera o metal Hormigón en masa o armado
	Muros interiores y muros pantalla	Obras de fábrica Hormigón armado Pilotes y micropilotes
Cimentación superficial	Zapatas aisladas	Hormigón en masa o armado
	Zapatas corridas	Obra de fábrica Hormigón en masa o armado
	Losas	Hormigón armado Hormigón en masa para pavimentos
Cimentación profunda	Pozos	Fábrica de ladrillo Hormigón en masa o armado
	Pilotes y micropilotes	Hormigón armado Vaina metálica

En estos elementos los procesos patológicos aparecerán, básicamente, por tres causas principales, a saber:

- 1. Exceso de cargas a transmitir, tanto de compresión como de tracción.**
- 2. Fallo del terreno, por ser más compresible de lo que se pensaba o por haber sufrido variaciones en su estructura (lavados, corrimientos, etc.)**
- 3. Fallo del elemento estructural, por error de cálculo, de ejecución o de alteración de sus características físico-químicas (corrosión de armaduras, decementaciones, etc.)**

TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN

OBRAS DE FÁBRICA

Tipo	Elementos	Materiales
Estructura vertical	Muros de carga	Obra de fábrica Entramado Hormigón armado
	Columnas y arcos	Obras de fábrica
	Pilares y vigas	Obras de fábrica mixtas Hormigón armado Madera Perfil metálico
Estructura horizontal	Bóvedas	Obras de fábrica Hormigón en masa o armado
	Forjados y losas	Madera
	F. unidireccionales	Perfil metálico
	Viguetas	Hormigón armado o pretensado
	Bovedillas	Cerámica Mortero Plástico
	Losas	Hormigón armado
	Macizas Bidireccionales Reticulares o de casetones Prefabricadas (alveoladas)	
	Láminas Cáscaras	Hormigón armado Entablado de madera
	Membranas	Mallas de cables Tela
	Trianguladas	Madera
	Cerchas	Hormigón armado
	Perfiles metálicos	Perfiles metálicos
	Mallas espaciales	Madera Perfiles metálicos

Podemos identificar tres familias de procesos patológicos que afectan a los elementos constructivos en función de su "carácter", es decir, del tipo de acción que lo provoca y de la propia evolución del proceso. Así, podemos hablar de procesos mecánicos, físicos y químicos.

En lo que respecta a los elementos estructurales del edificio, podemos encontrar procesos de los tres tipos aunque, **por su funcionalidad, cobran más importancia los mecánicos**. Para tener una visión de conjunto, hagamos un breve repaso de dichos procesos, indicando elementos y materiales susceptibles de sufrirlos.

PROCESOS MECÁNICOS

DEFORMACIONES

Suelen deberse a dos tipos de causa, una indirecta (de proyecto o ejecución) y otra directa (de uso) que pueden actuar independiente o simultáneamente:

- *Causa indirecta:* insuficiente capacidad, bien por error de cálculo o por mala ejecución (disposición de armaduras, falta de vibrado, poca resistencia característica de hormigón, fallo de soldadura, etc.)
- *Causa directa:* exceso de carga o sobrecarga, bien por aumento de la edificación, bien por modificación de uso, bien por variaciones dimensionales debidas a cambios de temperatura o humedad.

ROTURAS

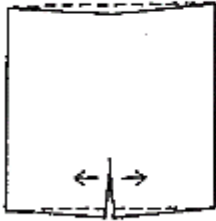
Aparecen principalmente en elementos superficiales (verticales u horizontales) y en lineales de hormigón armado. Se deben a los mismos tipos de causas mencionadas en el punto anterior (indirectas y directas) aunque en estas últimas cobran una importancia especial las debidas a variaciones higrotérmicas.

También aquí hay que considerar como posibles causas directas todas las deformaciones enumeradas en el punto anterior, ya que las mismas suelen ocasionar esfuerzos de compresión, tracción y cortantes que preceden a la rotura en los elementos adyacentes. En el caso del hormigón armado, puede ser causa de fisuras la corrosión de las armaduras.

GRIETAS, cuando afectan a todo el espesor del elemento, sobre todo en los casos de obras de fábrica. En el hormigón armado, debido a su heterogeneidad como consecuencia de la inclusión de armaduras, puede darse el caso de que no lleguen a atravesar el elemento. En cualquier caso, no dependen de su abertura, aunque ésta es, en ocasiones, importante para conocer la evolución del proceso.

A) DEBIDAS A ASIENTOS

MUROS DE FABRICA



PUNTUAL CENTRAL

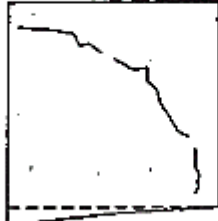


PUNTUAL LATERAL



CONTINUO CENTRAL

MUROS DE HORMIGON ARMADO

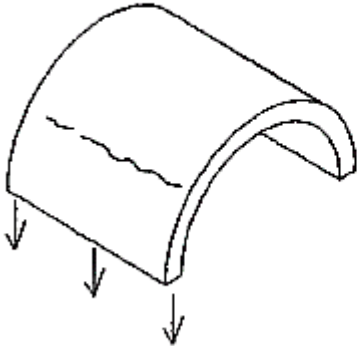


INCLINADA

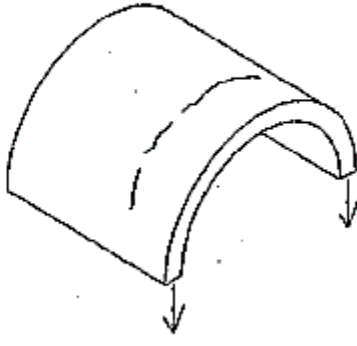


VERTICAL

BOVEDAS



LONGITUDINAL



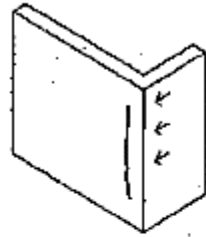
PERPENDICULAR

VIGAS DE HORMIGON ARMADO

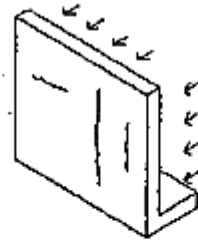


VERTICAL

B) DEBIDAS A EMPUJES

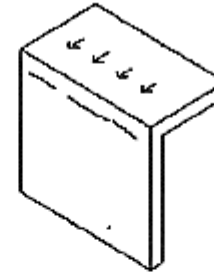


VERTICAL

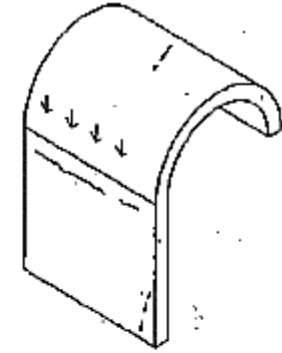


VERTICAL Y HORIZONTAL

MUROS

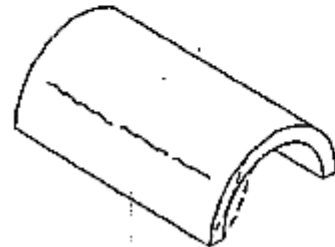


HORIZONTAL



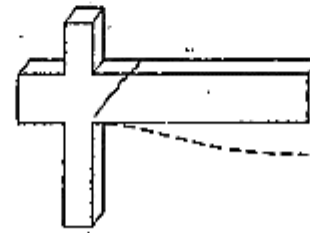
HORIZONTAL

BOVEDAS



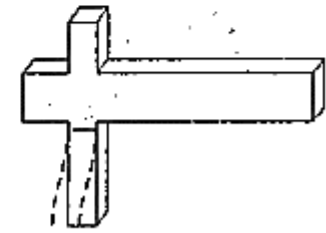
LONGITUDINAL

VIGAS



INCLINADA

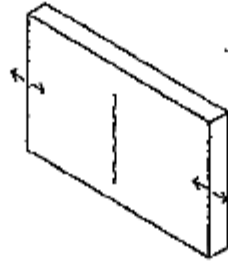
PILARES



HORIZONTAL

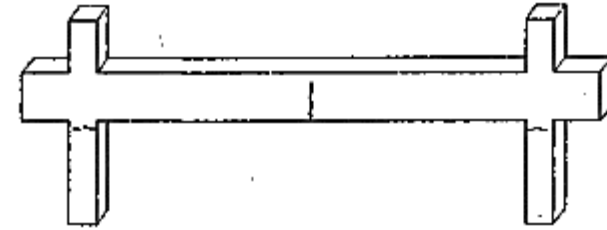
C) DEBIDAS A VARIACIONES TERMICAS

MUROS DE FABRICA



VERTICAL

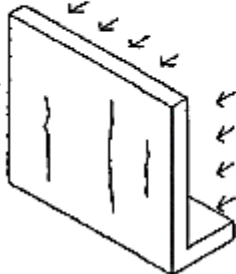
VIGAS Y PILARES DE HORMIGÓN ARMADO



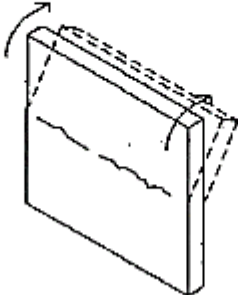
VERTICAL Y HORIZONTAL

A) DEBIDAS A ACCIONES MECANICAS

MUROS

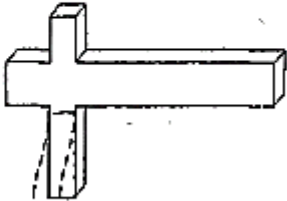


VERTICAL



HORIZONTAL

PILARES

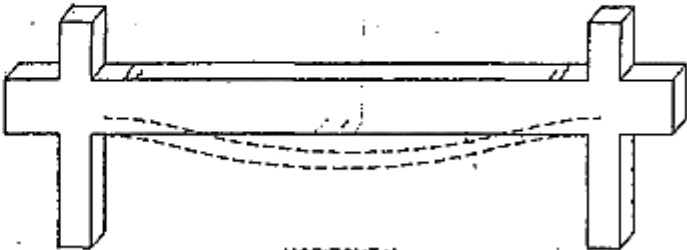


HORIZONTAL

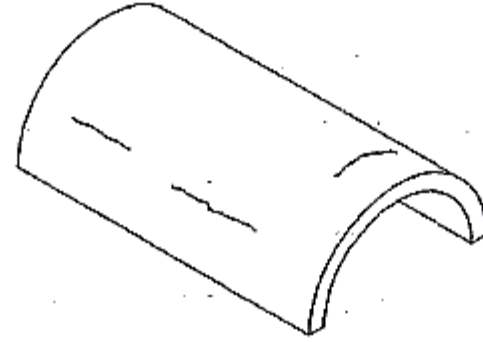
VIGAS



INCLINADA

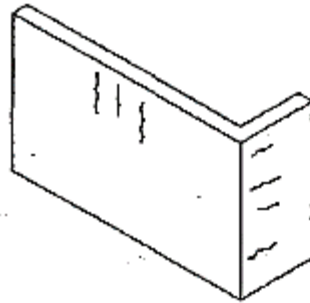


HORIZONTAL



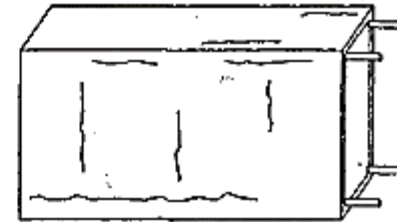
HORIZONTAL Y PERPENDICULAR

B) DEBIDAS A MOVIMIENTOS HIGROTÉRMICOS



LOCALES Y PARALELAS

C) DEBIDAS A LA CORROSION DE ARMADURAS



SIGUIENDO LAS ARMADURAS.

FISURAS, cuando afectan a la parte exterior del elemento constructivo y, concretamente, al recubrimiento de hormigón en el armado. Según la causa que las provoca, podemos distinguir:

A) Por acciones mecánicas

En muros de cualquier tipo:

- Verticales, por empuje que no llega a romper.
- Horizontales, por rotación o por pandeo.

En pilares:

- Horizontales, en la zona central, por pandeo.

En vigas:

- Inclínadas en los extremos, por flecha.
- Horizontales en el centro de su cara inferior, o en los extremos de su cara superior, por flechas.

En bóvedas de hormigón armado:

- Lineales según su directriz por empuje lateral.

B) Por movimientos higrotérmicos

En elementos de hormigón armado a la intemperie:

- Fisuras locales y paralelas en continuidad en las zonas más expuestas.

C) Por corrosión de armaduras

En elementos de hormigón armado, sobre todo los expuestos a la intemperie:

- Fisuras locales siguiendo armaduras, sobre todo estribos, y las superficiales en general.

PROCESOS FÍSICOS

Debidos a la acción de los agentes meteorológicos sobre la superficie de los elementos estructurales situados al exterior. Afecta, por tanto, a los elementos de obra de fábrica y de hormigón por su carácter poroso. Conviene recordar que **la lesión más importante es la erosión física, conocida vulgarmente como meteorización, por deberse a la acción combinada de los "meteoros" atmosféricos sobre los materiales porosos, es decir, penetración de agua combinada con cambios de temperatura y, sobre todo, helada que rompe superficialmente.** Es más intensa cuanto mayor es el índice de absorción superficial del material y cuanto más bruscos son los cambios de temperatura

PROCESOS QUÍMICOS

Suelen ser consecuencia de la presencia de contaminantes químicos en la atmósfera que se unen a los agentes meteorológicos para complementar su acción con el ataque químico a los materiales pétreos. Cabe considerar, también, la acción de los diversos organismos xilófagos que atacan las estructuras de madera.

LESIÓN	TIPO	CAUSA	ELEMENTO	EFECTO
Corrosión	Corrosión	-Oxidación previa	-Perfiles metálicos en general	-Pérdida de material en general
		-Inmersión	-Armaduras de hormigón	
		-Aireación diferencial	-Perfiles metálicos en general	-Pérdida local de material
		-Par galvánico -Ataque de cloruros -Carbonatación del hormigón	-Armaduras de hormigón	-Pérdida de metal y esponjamiento
Erosión	E. Física (meteorización)	-Absorción de agua y helada	Elementos de -Fábrica -Hormigón	-Desagregación -Pérdida de material superficial
	E. química	Absorción de agua y contaminantes	-Id.	-Pátinas -Alveolos -Decementación -Costras -Eflorescencias
	E. biológica	Insectos xilófagos	-Elementos de madera	-Galerías con pérdida de material
		Hongos cromógenos	-Id.	-Coloración azulada
		Hongos de pudrición	-Id.	-Pudrición con: -Pérdida de material -Aparición de colonias

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN

DIAGNOSTICO

Resulta una fase fundamental en el estudio patológico de la estructura dañada que pretende establecer las pautas de su reparación. Cualquier error en esta fase puede llevar a errores subsiguientes en la intervención y, por tanto, nuevos procesos patológicos. De ahí que resulte preciso llevar a cabo con suma cautela el estudio de los elementos dañados y asegurarnos que hemos cubierto todas las posibilidades de afección.

TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN

OBSERVACIÓN Y TOMA DE DATOS PREVIAS (*)

ELEMENTO	MATERIAL	OBSERVACIÓN	TOMA DE DATOS
Terreno		Posibles asientos de estructura vertical con deformaciones, grietas, etc.	Estado geotécnico
Contenciones	Fábrica de piedra, ladrillo o bloque	Posibles deformaciones o roturas	Si deformaciones o grietas: comprobación de movilidad y capacidad resistente
		Erosión física y química	Si erosión física: profundidad Si erosión química: agente provocante
	Hormigón en masa o armado	Posibles deformaciones o roturas	Control de calidad mediante probetas testigo según EH-91. Si deformaciones o grietas: comprobación de movilidad y distancia entre juntas de retracción, así como capacidad resistente
		Erosión física y química	Si erosión física: profundidad Si erosión química: agente provocante Posible comprobación del estado tensional
Cimentaciones	Fábrica de piedra o ladrillo	Posibles asientos en estructura vertical y rotura de cimentación	Si rotura: comprobación de movilidad y capacidad resistente

ELEMENTO	MATERIAL	OBSERVACIÓN	TOMA DE DATOS
Cimentaciones	Hormigón en masa o armado	Posibles asentos en estructura vertical y rotura de cimentación	Control de calidad mediante probetas testigo según EH Si grietas: comprobación de movilidad y cap. resistente
		Erosión química (aguas sulfurosas)	Si erosión química: comprobación de alcance
Muro de carga Pilastras Arcos y bóvedas	Fábrica de piedra o ladrillo o bloque	Posibles deformaciones o roturas	Resistencia a compresión de la fábrica según NBE-FL-90, RL-88
		Erosión física o química	Si deformaciones o roturas, comprobación de movilidad y distancia entre juntas de retracción. Si erosión física, profundidad. Si erosión química, agente provocante
		Erosión física o química	Si erosión física, profundidad
		Corrosión de armaduras	Si erosión química, agente provocante
		Carbonatación del hormigón	Posible comprobación de estado tensional

Pilares y vigas	Hormigón armado	Posibles deformaciones o roturas	Control de calidad mediante testigos según EH-91 Control de posición de armaduras Si deformaciones o roturas, comprobación de movilidad
		Erosión física o química	Si erosión física, profundidad Si erosión química, agente provocante
		Corrosión de armaduras	Si corrosión de armaduras, control de velocidad de corrosión
		Carbonatación del hormigón	Posible comprobación de estado tensional
	Perfiles metálicos	Posibles deformaciones	Control de calidad del material y de las soldaduras, según NEB-MV-103,104 Si deformaciones, comprobación y movilidad
		Oxidación o corrosión superficial	Si corrosión, alcance
		Protección contra el fuego	Protección al fuego de cada elemento según NBE-CPI
	Madera	Posibles deformaciones	Control de calidad de la madera según UNE 56.540
		Existencia de fendas	Si deformaciones, comprobación y movilidad
		Posible erosión biológica	Si erosión biológica, alcance

Forjados y losas	Viguetas y bovedillas	Posibles deformaciones (flechas) y grietas	Ficha técnica del forjado Control de calidad según EF-88. Control de movilidad en deformaciones y grietas
		Erosión biológica de viguetas de madera	Si erosión biológica, alcance
		Corrosión de viguetas metálicas o armaduras	Control de velocidad de corrosión en armaduras Control de cemento aluminoso
	Losas de h.a., macizas bidireccionales y de casetones	Posibles deformaciones (flechas) y grietas	Control de calidad mediante testigos según EH Control de movilidad de deformaciones y grietas
Corrosión de armaduras metálicas o armaduras		Control de velocidad de la corrosión. Posible comprobación de estado tensional	