

CONSIDERACIONES SOBRE LA SEGURIDAD EN LOS EDIFICIOS

CONSIDERATIONS ON BUILDING SAFETY

IGNACIO GARCIA CASAS

ABSTRACT

Safety of a building is achieved when the building is able to withstand, in a stable way, the collection of actions and stresses under the conditions of use for which it was built; in addition, it has to be capable of supporting the effects of the physical environment on which the building stands throughout a time period. This time period depends on the prevailing criteria of every society and the specific historical moment.

The present technical knowledge permits theoretic assessments to be carried out on the safety degree of a building, by using strength capacity tests of the building materials, and the establishment of its geometry and dimensions. With these data, the expert report can be done using the present calculation methods, considered approximate to the real behaviour of the physical structures. In this way, the admissible actions of the structure can be known and therefore, the capabilities or inabilities to withstand the actions can be established.

The project, calculations and execution of a building according to the en force regulations allow the establishment of the building safety safely enough, despite the fact that most of the correct estimated values --for foreseeable actions, for material fracture strength, etc.-- are assessed according to probabilistic percentages, and therefore lacking absolute certainty. The actions enhancement, strength diminishing and other resources allow degrees of safety to be established, which have been proved to be valid and efficient in normal practice.

The buildings carried out under calculated norms or without those norms do not necessarily imply lack of safety. For their assessment, tests and techniques previously mentioned shall be applied. The most useful method for the evaluation of partial elements is subjecting them to the load bearing test; something which cannot be used for the entire building given its size, diversity and different degree of simultaneity in the group of compelling actions.

La seguridad de un edificio se alcanza cuando es realmente capaz de soportar, de forma estable, el conjunto de acciones a que se ve sometido por los usos para los que ha sido construido y por los efectos del medio físico en que se ubica durante un tiempo de vida cuya duración depende de los criterios vigentes en cada sociedad y momento histórico concreto.

Los conocimientos técnicos actuales permiten realizar evaluaciones teóricas sobre el grado de seguridad de

un edificio, mediante los ensayos de capacidad resistente de los materiales de su estructura, del establecimiento de su geometría y dimensiones. A partir de ellos, las peritaciones pueden realizarse utilizando los métodos de cálculo actuales que se consideran suficientemente aproximados a la realidad del comportamiento de las estructuras físicas. De esta forma, podemos acercarnos al conocimiento de las acciones admisibles por una estructura y, por tanto, pronunciamos sobre su suficiencia o insuficiencia para las acciones a que está sometida.

El proyecto, cálculo y ejecución de un edificio con arreglo a la normativa vigente permite suponer la seguridad del mismo con suficiente garantía a pesar de que la generalidad de valores estimados correctos tanto en acciones previsibles, resistencias de rotura de materiales, etc. están evaluadas en base a porcentajes probabilísticos que no suponen la certeza absoluta. Las mayoraciones de las acciones, minoraciones de resistencia y otros recursos permiten establecer grados de seguridad cuya validez y eficacia viene mostrando la práctica habitual.

Las edificaciones realizadas bajo normativas calculadas o sin normativas no implican necesariamente carencia de seguridad. Para su evaluación habría que aplicar técnicas y ensayos ya reseñados anteriormente. El procedimiento más eficaz para la evaluación de elementos parciales es el sometimiento de los mismos a pruebas de carga, lo que no es factible como aplicación íntegra sobre un edificio, dada la extensión, diversidad y diferente grado de simultaneidad en el conjunto de acciones concurrentes.

El umbral de seguridad

En las actuaciones sobre edificaciones antiguas se carece tanto de la referencia a una normativa como de una clasificación normalizada de sus elementos constructivos según sus características técnicas: entramados de madera, forjados encamionados, bóvedas tabicadas, etc..

Se establecen, pues, tres escalones en la clasificación de las edificaciones según la época en que se construyeron:

- Conforme a un tiempo sin normativas. Las estructuras anteriores al siglo XIX no responden a métodos de cálculo sino a procedimientos empíricos.
- Conforme a normativas derogadas.

- Conforme a la normativa vigente. Los valores de cálculo establecidos se basan en consideraciones probabilísticas.

El diferente nivel de seguridad que puede alcanzar cada edificación conforme a su estado físico permite establecer la siguiente clasificación:

- Estado de confianza
De la peritación efectuada se deduce que no se aprecian situaciones de riesgo en la edificación.
- Estado de precariedad
Se detectan carencias en el sistema constructivo que disminuyen las garantías de seguridad por debajo del nivel considerado como adecuado, pero sin poner en peligro su estabilidad y habitabilidad al no descender a índices críticos.
- Estado de peligro
De las deficiencias detectadas se deduce que el sistema constructivo no puede soportar las acciones a que puede verse sometida en su utilización normal, tales como sobrecargas de uso o acciones naturales previsibles - viento, nieve - . Así mismo, esta calificación es aplicable cuando la estructura o la parte considerada ofrece daños tales como roturas, deformaciones o desarticulaciones de tal naturaleza que no es posible aplicar los procedimientos de cálculo al uso para investigar su capacidad resultante, manteniéndose en pie la edificación mediante una indeterminada redistribución de cargas en sus elementos constructivos, ya sean estructurales o no.

- Estado de ruina física
El edificio original pierde su identidad como tal, debido a la reconversión total o parcial de su construcción en un conjunto de elementos residuales inútiles para el uso originario. Se puede llegar a este estado por diversas formas degenerativas que comprenden desde una deformación paulatina de la construcción hasta sus últimas consecuencias, hasta el derrumbe fortuito.

Debe advertir el lector que esta clasificación atiende al estado físico de las edificaciones, dejando a un lado otros términos por los que se puede alcanzar lo que se denomina "Declaración del Estado

Ruinosa” . Esta declaración, de carácter administrativo, se obtiene cuando los daños en la edificación adquieren cierta relevancia conforme a unos límites establecidos normativamente de acuerdo a unos parámetros económicos, técnicos o urbanísticos.

Seguridad y vida de la edificación

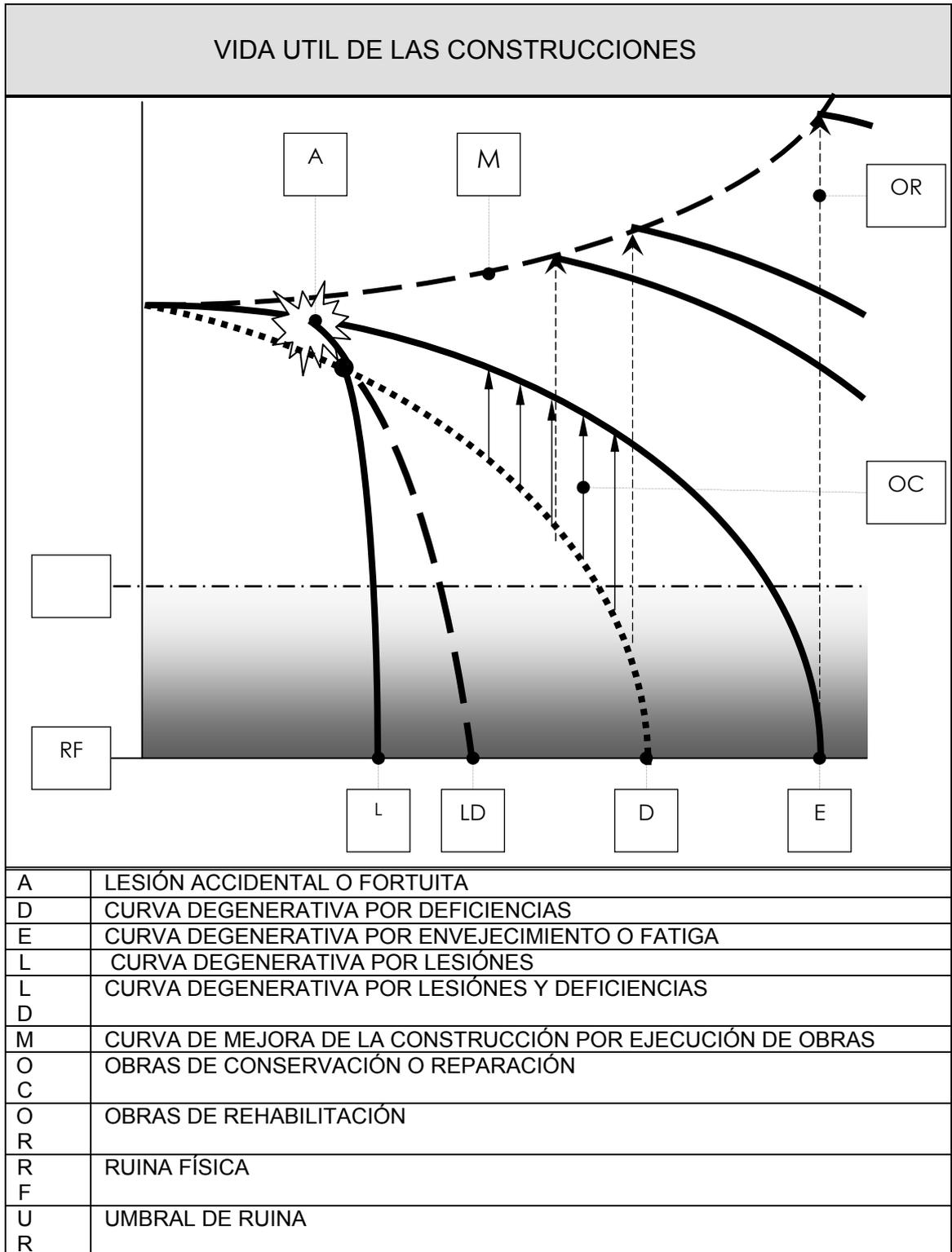
El sistema constructivo de los edificios se ve afectado tanto por los procesos naturales de metamorfosis que se producen en sus materiales como por el uso a que se destinan. Inciden en su periodo de vida el nivel de calidad de los materiales, las técnicas de puesta en obra, los sistemas constructivos adoptados y la intensidad de ocupación y uso. La vida efectiva de la edificación resulta un factor más determinante en su nivel de seguridad que el de su edad de ejecución. La aparición de deficiencias en el sistema constructivo constituye la más clara manifestación del fenómeno natural de agotamiento de su vida útil. Mediante un diagrama en el que se registre la relación entre la vida efectiva y el estado constructivo de un edificio se obtiene una línea descendente que indica una situación de declive acorde con el paso del tiempo. El último tramo de esta curva se corresponde con lo que denominábamos ruina física. La adopción de medidas provisionales o definitivas puede evitar una evolución traumática de este proceso natural, pero no puede detenerlo.

La acción de los agentes degradantes: el fuego, el agua, los insectos xilófagos, las explosiones, etc. puede agudizar la curvatura o introducir saltos en este diagrama, acortando la vida útil de la edificación. La aparición de

deficiencias no achacables a un proceso de envejecimiento requiere la adopción de medidas con diverso carácter de urgencia según la magnitud del daño causado. En casos extremos, esta intervención puede resultar inútil para recuperar la habitabilidad del inmueble.

Mediante un diagrama en el que se registre la relación entre la vida efectiva y el estado constructivo de un edificio se obtiene una línea descendente que indica una situación de declive acorde con el paso del tiempo. El último tramo de esta curva se corresponde con lo que denominábamos ruina física. La adopción de medidas provisionales o definitivas puede evitar una evolución traumática de este proceso natural, pero no puede detenerlo.

Aunque el nivel de seguridad pudiera experimentar una reducción ante la persistencia de unos daños estabilizados, no tendría porqué calificarse necesariamente su estado constructivo de precario siempre que dicho nivel no descendiera a un índice crítico. La verificación de su estabilización puede hacer innecesaria cualquier intervención técnica. Por el contrario, si se comprueba la persistencia de unos daños degenerativos procede la aplicación de un primer paquete de medidas que detengan tal proceso o, en el peor de los casos, protegen la integridad de las personas ante una situación irreversible. A continuación, se acometerá la adopción de otro tipo de medidas, tendentes a recuperar los niveles básicos de estabilidad y habitabilidad, caso de que se optara por un proceso de reparación de la edificación dañada.



Clasificación de las medidas de seguridad

En función del grado de estabilidad que ofrece el edificio podemos clasificar las medidas de seguridad en:

- Preventivas.

Cuando el edificio ofrece garantías de estabilidad pero puede sufrir alteraciones por actuaciones internas: apeos en obras o reformas parciales, o externas: zonas de seguridad en demoliciones o excavaciones de edificios o solares próximos.

- Restitutivas.

Necesarias ante la aparición de daños en proceso degenerativo que sitúan al edificio en estado de peligro o ruina, ya sea en la globalidad del edificio o en alguna de sus partes o elementos estructurales. Las medidas necesarias tienden a garantizar las condiciones mínimas de seguridad: refuerzo o apeo de elementos estructurales agotados.

Atendiendo al tipo de intervención que requieren:

- Restrictivas.

Cuando implican la supresión o condena de determinados espacios o instalaciones que no reúnen las condiciones de servicio o suponen un peligro ante la existencia de daños: estancias con forjados de piso cedidos, canalizaciones de agua ante la presencia de socavaciones, etc..

- Aditivas

Suponen la instalación de elementos complementarios o supletorios de los deficitarios: sistemas de apeo y refuerzo.

El técnico ante las medidas de seguridad

La panorámica de las decisiones a tomar por el técnico en una edificación dañada varía en función de una serie de factores que condicionan la eficacia y puesta en marcha de las medidas de seguridad:

- Tiempo necesario de ejecución.
- Dificultad de puesta en obra.
- Disponibilidad de personal y medios.
- Nivel de ocupación del edificio afectado.
- Costes de ejecución.

Veamos a continuación las situaciones más frecuentes a afrontar :

Actuaciones de emergencia

Son aquellas en las que el objetivo prioritario es resolver, en el menor tiempo posible, una situación de peligro surgida de improviso para el técnico. La situación requiere adoptar las medidas perentorias que eliminen o palien el peligro existente de la forma más rápida. Ante ello se presenta como objetivo secundario el mantenimiento de la habitabilidad del edificio. Este segundo objetivo podrá tenerse en cuenta en la medida en que no demore excesivamente la realización de las medidas de seguridad de urgencia tanto en su puesta en marcha como en su realización, aún a costa de hipotecar la acción futura con procesos más complicados o costosos. Esta jerarquía de objetivos debe prevalecer sobre consideraciones de costes o demoras en las decisiones que prolonguen la amenaza de un hundimiento.

En las actuaciones de emergencia han de tenerse en cuenta, en primer lugar, los riesgos de ocupación durante el tiempo previsto para la adopción de las medidas de seguridad proyectadas, por lo que se decidirá sobre la necesidad o no de desalojar el edificio en la zona en peligro o en su totalidad, requiriendo incluso, si fuera preciso, el auxilio de las autoridades administrativas y judiciales. El concurso en estas situaciones del Servicio de Bomberos resulta frecuentemente imprescindible. Una vez que se decide actuar, hay que reconocer y marcar las circulaciones dentro del edificio afectado, advirtiendo de forma expresa las zonas de peligro o cerradas al paso tanto para operarios como para los ocupantes del inmueble. Se deben trazar las áreas de influencia sobre los edificios y vías colindantes

advirtiéndolo de ello a los vecinos o, en su caso, a las autoridades municipales.

En estas situaciones debe vigilarse escrupulosamente el cumplimiento de las medidas de seguridad referidas al personal y a las instalaciones de obra. La maquinaria a emplear - grúas con canastilla, plataformas elevadoras, palas de brazo largo, etc.- se selecciona en función de las posibilidades de acercamiento y permanencia en el edificio dañado sin peligro para los operarios. Si se instala un sistema de apeo se debe recurrir a elementos ligeros y de puesta en obra inmediata.

Actuaciones para obras de reparación

Es, quizás, el tipo de actuación más habitual en la mayoría de las obras en edificios antiguos. Las obras de reparación estructural requieren la adopción de medidas de seguridad previas. El proceso y tipo de medidas de seguridad previsibles se encuentran indisolublemente ligadas al proceso concreto de reparación, sin entorpecerlo físicamente y adecuándose a sus fases en el tiempo. El sistema de medidas de seguridad debe contemplarse en este caso con ahorro de medios y materiales, adoptando el más económico. No obstante, su carácter secundario respecto al objetivo primario de reparación del edificio no debe ir en detrimento de su eficacia, ni subestimar su necesidad. Este hecho, por desgracia frecuente a la vez que temerario, conduce a convertir las medidas de seguridad en un mero decorado que no resiste el menor análisis técnico.

- Elaboración de un plan de obra.
El plan debe contemplar la coordinación, en todas las fases de la obra, de las medidas de seguridad adoptadas con las obras de reparación previstas. Los procesos de montaje y desmontaje de apeos deben supeditarse en todo momento a este plan, evitando cualquier situación intermedia de riesgo por retirada impropia de algún elemento de apeo.
- Recuperación de los materiales para elementos de apeo.

El proceso planificado de la obra facilita la utilización de piezas recuperables en los sistemas de apeo e, incluso, la alternativa de adoptar directamente sistemas de refuerzo permanentes.

Actuaciones de mantenimiento sin previsión futura

La existencia de edificios con daños estructurales que exijan la adopción de medidas de seguridad sin que esté prevista su reparación a medio o largo plazo se vincula normalmente a casos en que la Administración impide que sean consolidados -edificios fuera de ordenación- o aquellos en los que la propiedad ejerce su derecho a demostrar la superación del límite de conservación - tramitación de expedientes contradictorios de ruina-. Se inician entonces procesos, normalmente de varios años, durante los que es necesario garantizar la estabilidad del edificio mediante la adopción de medidas de seguridad.

- Previsión de futuras actuaciones.
Las medidas de seguridad dependen del grado de convicción sobre el futuro definitivo del edificio - demolición o reparación -. Ha de tenerse en cuenta que la ubicación de elementos de forma que no entorpezca futuras reparaciones, ya que en ese caso habría que reubicarlo, o que ésta resulte indiferente ante una perspectiva de demolición, optando entonces por la solución más simple y económica. En el caso de actuar sobre edificios desocupados sin previsión futura de intervención, deben mantenerse las posibles vías de acceso a través de los huecos del edificio. Hay que prever la intromisión de personas ajenas a un edificio en el que, dado su estado constructivo y carencias de habitabilidad, se pudieran producir accidentes. Un método consiste en cegar los huecos de puertas, ventanas y buhardillas mediante tabiques o tabicones de fábrica, dejando siempre unas hiladas en celosía para permitir la ventilación del inmueble y un acceso permanente para efectuar las oportunas revisiones periódicas del estado del edificio.

- Revisión de las medidas adoptadas

Un factor fundamental es la estanqueidad del edificio a las aguas pluviales. Deben mantenerse en servicio todos los sistemas de evacuación y ha de vigilarse el buen estado de las carpinterías o de los cerramientos alternativos en los huecos de ventilación del edificio. Hay que estimar la durabilidad del apeo, tanto de sus materiales como de su mecanismo de ajuste, procurando su estabilidad ante las variaciones de temperaturas, desecaciones, humedades, etc. Finalmente, han de establecerse revisiones periódicas para proceder a los ajustes y ampliaciones necesarias.

Actuaciones para demolición

Las técnicas de demolición constituyen una materia extensa y variada, condicionada por el estado del edificio y su ubicación urbana. Desde las demoliciones por voladura hasta las más simples demoliciones manuales requieren una serie de medidas de seguridad que afectan a diferentes periodos de la obra

- Medidas de seguridad previas

Deben cortarse todas las acometidas de instalaciones de telefonía, gas y electricidad, manteniendo en su caso las de agua para servicio de obra durante el proceso de demolición, y preservando la de saneamiento para una futura evacuación de aguas pluviales en el solar resultante. Ha de asegurarse antes del comienzo de los trabajos el desalojo total del inmueble así como de todas aquellas zonas aledañas que pudieran resultar afectadas en función del sistema de demolición elegido. Se debe prever el proceso de hundimiento controlado, para lo que se puede recurrir a sistemas de apeo. Dichos apeos conviene realizarlos mediante piezas irrecuperables.

En los casos de existencia de edificaciones colindantes resulta inexcusable contemplar las previsibles consecuencias de la demolición sobre las mismas. Un estudio de las características estructurales, del estado

de los elementos constructivos que pueden verse afectados se hace imprescindible estableciendo, en función de ello, las medidas de seguridad precisas para garantizar que no se produzcan daños o que no se incrementen los existentes. Si en dichas edificaciones vecinas se detectaran previamente daños es necesario dejar constancia fehaciente de ello, en previsión de posibles reclamaciones infundadas.

- Medidas de seguridad durante la demolición

En los procesos de demolición manual deberá ejecutarse un sistema de apeos que garantice la estabilidad de la construcción ante las cargas y sobrecargas a que se somete la construcción durante el proceso de demolición, evitando de esta manera los hundimientos incontrolados.

- Medidas de seguridad posteriores

El terreno del solar resultante deberá contar con drenaje suficiente para absorber las aguas pluviales, protegiendo las bases de los cerramientos colindantes ante posibles filtraciones, restituyendo, en su caso, la acometida de la red de saneamiento. Desde el momento en que se elimina la edificación objeto de demolición, es preciso evaluar si se produce un incremento peligroso de la esbeltez en los elementos verticales de las construcciones vecinas. Para atajar este peligro, deben simultanearse las obras de demolición con la instalación de un sistema de apeos o refuerzos que mantenga la estabilidad de las construcciones afectadas. Un sistema de refuerzo sencillo consiste en configurar contrafuertes de fábrica con los restos macizados de los muros transversales a las edificaciones vecinas aún sin demoler.

Proceso de adopción de medidas de seguridad

Cualquiera que sea el carácter de las medidas de seguridad, el técnico ha de seguir un proceso común, aunque pueda dedicar mayor o menor desarrollo a determinadas fases, condicionado por la urgencia de la intervención y el planteamiento de los objetivos en lo que se refiere al destino final del edificio dañado y el consecuente tratamiento de éstos.

Reconocimiento del edificio

Es obvio que el reconocimiento de un edificio va a depender de las causas que motivan nuestra intervención. La amplitud de causas solo nos permite abundar en los procedimientos más generales.

Se recopilarán los datos acerca de las características del edificio y los condicionantes de su entorno: edificaciones próximas, instalaciones especiales, vías públicas, elementos naturales, etc. En el reconocimiento se deben analizar las posibles alternativas de medidas de seguridad en función de la disponibilidad de espacios y de la habitabilidad del inmueble, por lo cual es importante obtener todos los datos posibles, referentes a ocupación del edificio, ubicación de sus habitantes, etc. El reconocimiento, inicialmente visual, debe ir acompañado en la medida de lo posible, por razones de urgencia, de un chequeo para conocer el tipo de materiales y sistemas constructivos empleados en cada caso.

Subsuelo

La capacidad resistente de la cimentación del edificio o de las dependencias en planta baja o en sótanos puede quedar afectada por alteraciones acaecidas en el subsuelo propio o en el de edificaciones o instalaciones vecinas. Es prioritario conocer su estado de cara a plantear cualquier base de apoyo en el sistema de apeos y establecer también las garantías de habitabilidad de los espacios en uso.

- Localización de redes de fontanería y saneamiento.

Una de las causas más frecuentes de alteraciones del subsuelo es el mal estado de la red horizontal de saneamiento que discurre por él y que puede llegar a ocasionar graves daños en el edificio. Cuando se de una sintomatología de humedades en planta baja o de grietas que apuntan a daños en cimentación o a la formación de socavaciones bajo soleras o muros, se debe efectuar un chequeo de las redes de saneamiento y abastecimiento de agua. Si la complejidad o profundidad de la red así lo requiriera, se puede recurrir a poceros especializados. También pueden utilizarse técnicas diversas:

El sencillo vertido de agua coloreada, constituye un método rápido y barato para identificar la circulación de agua en la red. El uso de cámaras autónomas, conocidas por la denominación de "ratones", que pueden discurrir por las canalizaciones a las que el hombre no puede acceder, permiten visualizar a través de un monitor exterior el estado de la red de tuberías, arquetas y pozos.

La utilización de tuberías de PVC, ligeras y de rápido montaje, posibilitan la ejecución de redes provisionales de saneamiento y fontanería en tanto se actúa sobre el subsuelo, se ejecuta un sistema de apeos o se reparan las redes deterioradas, con lo que se puede evitar la condena de acometidas y con ello el desalojo del edificio.

Sistema estructural y constructivo

Es preciso que el técnico reconozca y entienda el sistema estructural con objeto de poder decidir las posibles alteraciones que supone ejecutar una obra o introducir un sistema de apeos o refuerzos.

- Forjados.

En un edificio de plantas el apeo de un forjado superior o de la cubierta ha de transmitir las cargas recibidas hasta un plano de apoyo fiable por su estabilidad y capacidad resistente. Este plano puede estar conformado por un

forjado inferior, por la solera de arranque o por el terreno natural. Cuando el forjado inferior no nos ofrezca las suficientes garantías para soportar tal incremento de cargas, el apeo ha de continuarse hasta cotas inferiores previendo entonces la forma de apoyo en dicho forjado o la conveniencia de traspasarlo con los elementos de apeo. Por tanto, previamente a esta actuación, es preciso reconocer no solo el estado del forjado a apeo sino el de los inferiores, al menos aquéllos en los que se prevea descargar un elemento constructivo superior. Igualmente, cuando se pretenda descargar sobre la solera o incluso sobre el terreno natural, se debe investigar la posible existencia de sótanos o galerías ocultos, redes de abastecimiento que pudieran quedar afectadas o la formación de socavaciones imprevistas.

Para ejecutar el apeo o refuerzo del forjado concurrente mediante mechinales al propio muro es preciso detectar antes la existencia de carreras de apoyo o la flecha del forjado con objeto de determinar el tipo de entrega que ha de efectuar el refuerzo al muro. Se optará entonces por acometer a los muros de carga o a los de atado en función también de la longitud de vano del refuerzo, para lo que debemos investigar el estado y la capacidad de éste

- Muros de carga y entramados.
Se debe identificar la tipología y los materiales empleados así como su estado constructivo. Los chequeos de entramados de madera deben ejecutarse con la suficiente precaución para no aumentar su posible precariedad. En un muro entramado con su estructura leñosa dañada o inutilizada, las plementerías y revocos suplen su función estructural por lo que ha de evitarse un picado masivo del paramento, mediante la selección de los puntos más críticos previamente identificados: nudos de conexión entre carreras y pies derechos, apoyo de pies derechos en los dados de base, etc. De esta forma evitamos la rotura o desaparición innecesaria de las tomizas o clavos de conexión entre las piezas de madera y la fábrica.

Si los mechinales y horadaciones practicadas en el muro han de mantenerse para acometer los trabajos de reparación en un plazo indefinido se dispondrá de placas o telas impermeabilizantes que garanticen la estanqueidad de la fábrica afectada y preserven la habitabilidad de la edificación.

- Tabiquerías
En muchos edificios antiguos la deformación de forjados por flecha o deterioro está contrarrestada por la continuidad vertical en la distribución de tabiquerías. Así mismo, los soportes deben su esbeltez al efecto de descarga y acodamiento que ejercen las tabiquerías adosadas. Por tal motivo, en algunas reformas interiores de viviendas o locales, aparentemente sin influencia en el sistema estructural del edificio, se termina provocando el cedimiento de fábricas, soportes o forjados al desaparecer alguna tabiquería que estaba actuando de apeo. En tales reformas se deben prever por tanto los pertinentes elementos de refuerzo que suplan las tabiquerías desaparecidas.

- Cubierta.
Es necesario reconocer y definir el sistema estructural de cubierta para prever el apeo y refuerzo idóneo. El tipo de obras puede afectar a la habitabilidad de la planta superior por lo que se deben analizar previamente los problemas de estanqueidad y la instalación de cubriciones provisionales.

Aparatos sanitarios e instalaciones.

Los forjados de los cuartos húmedos son los más sometidos a la degradación estructural por efecto continuado del agua, por lo que suelen necesitar, antes que otras piezas del edificio, la ejecución de apeos de transmisión vertical de carga. Se choca entonces con el inconveniente de ser espacios de reducidas dimensiones, de uso frecuente e imprescindible, y dotados de una serie de aparatos sanitarios fijados a suelos y paredes y conectados a redes húmedas inamovibles. Estos condicionantes pueden ser motivo para decidir el desalojo de un inmueble. Se debe

comprobar la disponibilidad de estos cuartos para la instalación de apeos con transmisión vertical de cargas, sin interferir con los aparatos fijos. La única alternativa ante este problema es la instalación de los aparatos sanitarios en otras partes de la vivienda con redes provisionales de desagüe y abastecimiento.

1.2.4.2 Análisis de la patología

Esta fase de la intervención abarca un campo de casuísticas considerablemente extenso, complejo y variado que lo hace inabordable en el ámbito de esta publicación. Por tanto nos limitaremos sólo a esquematizar los pasos elementales que se dan en un proceso de análisis patológico, refiriendo al lector a la bibliografía final que se le ofrece sobre el tema.

Estos pasos son :

- Lectura de la sintomatología
- Elaboración de una hipótesis
- Verificación de la hipótesis deducida

Durante el desarrollo de estas primeras fases es posible que los daños detectados en el edificio o la incertidumbre sobre el estado de los sometidos a análisis requieran un primer paquete de medidas de seguridad urgentes o preventivas, por ejemplo, la instalación de elementos de apeo preventivos durante la ejecución de chequeos. La misión de estos apeos es proteger a los operarios encargados del chequeo frente al posible colapso de los elementos estructurales deficitarios o sobrecargados, ya que, debido al efecto directo de los propios trabajos de chequeo, se pueden producir desprendimientos de piezas, vibraciones, golpeteo, etc. y otras alteraciones imprevistas que inestabilicen la construcción chequeada.

Determinación del sistema de medidas de seguridad

Se han de tener en cuenta todos los factores concurrentes, estableciendo el sistema de medios y materiales más

adecuados a los objetivos que se persiguen a corto, medio o largo plazo a fin de evitar que una buena concepción del sistema quede anulada por un conjunto de imprevisiones.

Factores a considerar:

- Condiciones de habitabilidad que afecten a la permanencia de sus ocupantes, bienes muebles e instalaciones domésticas, así como su interferencia con el sistema de apeos y la circulación de materiales y maquinaria de obra.
- Disponibilidad de materiales admisibles para la ejecución del sistema de apeos previsto: fábrica, madera, perfilera metálica, sistemas industrializados, etc., o de otras medidas de seguridad: materiales de cubrición o cerramiento.
- Disponibilidad de la mano de obra cualificada para ejecutar dichos sistemas: albañiles, carpinteros de armar, soldadores, cerrajeros, etc..
- Disponibilidad de la maquinaria adecuada acorde con las condiciones de seguridad en que ha de desarrollarse la intervención: grúas, sierras, compresores, etc..
- Disponibilidad de las instalaciones o fuentes de energía necesarias para la ejecución del plan previsto: cuadros de potencia, generadores eléctricos, compresores, etc..
- Tiempo de ejecución del sistema de medidas de seguridad y previsión de su capacidad de permanencia eficaz.
- Presupuesto del sistema de medidas y su puesta en obra. Previsión de costes de permanencia y rendimientos - alquileres y amortizaciones - Tasas administrativas por ocupación o alteración de vías e instalaciones urbanas. Indemnizaciones a ocupantes o terceras personas afectadas por las obras y adopción de medidas de seguridad.

Cálculo del sistema de apeos

- Previsión de cargas. Evaluación de cargas en los sistemas estructurales antiguos, basada en el reconocimiento de sus materiales. Se puede recurrir para ello a un chequeo previo.
- Previsión de las alteraciones de cargas durante la ejecución de obra. Descarga de elementos estructurales del edificio.
- Previsión de la capacidad resistente del plano de arranque del sistema de apeos: terreno natural, soleras, forjados, etc. y medidas de consolidación o mejora.
- Previsión de la capacidad resistente de los elementos de apeo.

Elaboración de un proyecto

La concreción de un proyecto cerrado, previo a la ejecución de obras, sólo será posible en los casos en que la gravedad de los daños en la edificación no requiera una intervención de urgencia. Habitualmente la precisión de un proyecto de este tipo se encuentra limitada por la aparición durante el proceso de ejecución de una serie de imprevistos que obligan a contemplar los trabajos de planificación como un proceso continuo y revisable a lo largo de la obra.

Como documentos de partida cabe enumerar los siguientes:

- Planos de distribución del edificio diferenciando muros y tabiquerías. Ubicación de cuartos húmedos y situación de los aparatos sanitarios. Planos de la estructura con indicación de crujías y dirección de carga de los forjados.
- Planos de localización de zonas dañadas, especificando si las deficiencias afectan a los elementos estructurales o constituyen puntos de riesgo.
- Planos de definición del sistema de apeos. Referencia a su relación con

la estructura a la que sirven. Identificación clara de los elementos de apeo proyectados. Se puede recurrir para ello a la elaboración de una leyenda acorde con un cuadro de símbolos referidos a los distintos elementos de apeo. Detalles constructivos del sistema atendiendo a la resolución de puesta y transmisión de cargas, ajustes, arriostramientos, piezas auxiliares. etc.

- Elaboración de un pliego de condiciones sobre la ejecución del sistema de medidas.
- Descripción del proceso de puesta en obra de las medidas de seguridad establecidas, atendiendo a su coordinación con las obras previstas.

Previsión de presupuesto

En la elaboración de un presupuesto han de tenerse en cuenta múltiples aspectos que no suelen aparecer usualmente en las obras de nueva planta. A modo de ilustración se reseñan los siguientes :

- Unidades de obra. Definición de los elementos de apeo y obras auxiliares: consolidación del terreno sustentante, apoyos y perforaciones de mechinales. Operaciones de montaje y desmontaje. Desviación y reposición de instalaciones de electricidad, agua o saneamiento.
- Mano de obra auxiliar o especializada en trabajos no incluidos en partidas de obra
- Alquiler de elementos o equipos de asistencia: contenedores, andamios, gruas, cuadros eléctricos, soldadura, oxicorte, compresores, iluminación.
- Acarreo, transporte, elevación y evacuación de equipos, personal y materiales no vinculados a ninguna partida específica.
- Costes de mantenimiento y revisión del sistema de medidas de seguridad. Facturación y actualización de costes: venta, alquiler, amortización.

LOS SISTEMAS DE APEO

Las estructuras auxiliares son aquéllas que se instalan, con carácter temporal, para ayuda o complemento en la ejecución o mantenimiento de los elementos constructivos de una edificación durante la fase de obras - andamios, encofrados, entibaciones, etc-. El apeo pertenece a este grupo de estructuras, constituyendo un sistema de equilibrio de fuerzas formado por los elementos de apeo y los propios del edificio apeado.

Del apeo al refuerzo

Conocemos por apeo el sistema estructural ejecutado en una construcción existente con objeto de complementar o sustituir su estructura con carácter provisional, en tanto se ejecutan en dicha construcción obras de reparación o demolición. Diferenciamos los sistemas de refuerzo de los de apeo porque la consistencia y eficacia de sus elementos estructurales se integran en el sistema estructural reforzado con un carácter permanente. Es así que el refuerzo, al constituir una solución definitiva para un edificio dañado, ha de compatibilizar garantía estructural con funcionalidad y habitabilidad del mismo. No obstante la entidad y ubicación de algunos elementos tradicionales de apeo confieren al sistema apeado el carácter de una solución de refuerzo.

Objetivos del apeo

Un sistema de apeo debe ser capaz de garantizar la estabilidad y, en determinados casos además, la habitabilidad de una edificación dañada en tanto se acomete o adopta una solución definitiva a sus deficiencias. La actuación estará condicionada por el destino final que se plantee para el edificio : reparación, reconstrucción, demolición . Un plan de apeo puede requerir varias fases de ejecución : en emergencia, a corto y a largo plazo.

Es así que el objetivo de algunos apeos puede limitarse bien a garantizar la seguridad de los operarios encargados de ejecutar un apeo más definitivo, bien como apeo provisional en tanto se dispone de otro sistema de apeos más

complejo por lo que se requiere tanto de un mayor plazo de ejecución como del suministro de sus elementos.

Autonomía o integración del sistema de apeo

Un sistema de apeo complementario cubre las carencias de seguridad que pudiera ofrecer el estado de deterioro de una estructura pero posibilitando que continúe cumpliendo su función. Este sistema se compone de los elementos de apeo añadidos y de los propios del edificio que resulta apeado. Su objetivo es garantizar la seguridad de la edificación, pero no sirve para ejecutar sustituciones de los elementos estructurales del edificio. No constituye un sistema estructural autónomo sino que se integra, al igual que el refuerzo, en el sistema tectónico principal.

Por el contrario, un sistema de apeo supletorio constituye una estructura alternativa a la del edificio en que se ubica. Su entrada en carga permite abordar la sustitución de aquellos elementos de la estructura afectados por daños. Esto requiere la realización de una serie de operaciones auxiliares, como la ejecución de perforaciones en elementos verticales y horizontales para dotar a los apeos de continuidad e identidad como estructura autónoma, todo lo cual supone un incremento en los costes con referencia a los apeos complementarios.

Clasificación de los sistemas de apeo

La diferente relación entre peso, volumen y capacidad resistente inherente a cada material constructivo repercute en la ejecución de sistemas de apeo hasta el punto de llegar a establecerse dos grandes grupos de sistemas. Se denominan sistemas pesados aquéllos en los que el peso de su material interviene de modo fundamental en el sistema de equilibrio y sistemas ligeros a los que la magnitud de su peso carece de incidencia. En determinados casos, para garantizar la entrada en carga de un apeo, es necesario complementar el elemento de un sistema ligero con una masa amorfa que, adherida a una superficie irregular y una vez solidificada, adopta la función de

plano de transmisión de cargas o de arriostramiento del sistema de apeo.

Los elementos de apeo pueden responder a modelos conocidos y utilizados habitualmente, denominándoles simples si se realizan con las piezas básicas del material o compuestos si se ejecutan a partir de otros elementos simples.

Los elementos utilizados en los sistemas pesados se ejecutan a partir de la manufactura de piezas de cantería o de albañilería. La entidad constructiva de las fábricas dota a sus elementos de una gran durabilidad por lo que éstos se identifican más dentro del ámbito de los elementos de refuerzo e, incluso, asociados al lenguaje de determinados estilos arquitectónicos. Los sistemas ligeros se resuelven con elementos de madera o metálicos. Los elementos en madera componen sistemas estructurales isostáticos - complementarios o supletorios - a partir de piezas de madera normalizadas, ensambladas por bridas, tirafondos o clavos. La prolongada tradición de la carpintería de armar en la ejecución de apeos ha generado un léxico muy rico para definir los diversos elementos de apeo en madera. En los sistemas ligeros metálicos ejecutados con perfiles laminados se utiliza normalmente la soldadura para resolver los nudos de transmisión de esfuerzos entre elementos. Se ejecutan de este modo empotramientos o articulaciones con los que se pueden configurar estructuras isostáticas o hiperestáticas. Los sistemas ligeros metálicos modulados emplean para su empalme pasadores atornillados que equivalen a pseudo-empotramientos o rótulas con las que se generan articulaciones. La reciente aparición de estos sistemas en el campo de la construcción no ha propiciado todavía la divulgación de unas denominaciones específicas de los elementos simples, por lo que habitualmente de les designa por su ubicación: horizontal, vertical o inclinado y por su función estructural: a compresión, a tracción o a flexión.

Tipos de apeo

Podemos establecer los siguientes tipos de apeo en función de su relación con la estructura a la que sirven y su periodo de utilidad:

- Apeo de urgencia
Complementa la estructura dañada en sus elementos más precarios a corto plazo. Ataja un peligro inminente debido al grado de deterioro del edificio. No supone una solución de apeo definitiva.
- Apeo complementario
Complementa la estructura dañada garantizando su estabilidad a medio o largo plazo.
- Apeo supletorio
Constituye un sistema estructural de carácter temporal, con autonomía propia.
- Refuerzo de recuperación
No constituye un apeo sino un tipo de obras de carácter definitivo, que evitan o reducen la ejecución de apeos de tipo complementario o supletorio.
- Refuerzo por demolición
Dotan a la construcción del edificio no demolido de la estabilidad perdida por demolición de una parte del mismo.

Simultaneidad de tipos de apeo

Los distintos tipos de apeo pueden simultanearse o sucederse en función de diversos factores: la fase de los trabajos que se acomete, la capacidad resistente de los elementos del edificio o el nivel de habitabilidad que haya que mantener. De esta forma pueden combinarse diversos sistemas en un momento determinado de la obra, sucediéndose su transformación en conjunto o por partes.

Idoneidad de los sistemas de apeo

Las características en todo orden de cada sistema le confieren un diverso grado de idoneidad en función de las necesidades requeridas para cada obra y momento, así como de las disponibilidades de material y mano de obra en la zona. La previsión de permanencia del apeo se relaciona con

su capacidad resistente a largo plazo o con su necesidad de revisión periódica. La premura en la ejecución de un apeo de urgencia precisa de un sistema ligero, sencillo y de rápida entrada en carga. Cuanto más sofisticado resulte un sistema de apeo requerirá de una mano de obra más especializada para su instalación. Los costes están relacionados con la fórmula de financiación - compra, alquiler - y ésta, a

su vez, con la previsión de tiempo de permanencia del sistema de apeo en obra.

IGNACIO GARCIA CASAS es Dr. Arquitecto y es Jefe de la Unidad de Ruinas del Servicio del Control de la Edificación del Ayuntamiento de Madrid.

BIBLIOGRAFIA:

- ESPASANDÍN LÓPEZ, Jesús y GARCÍA CASAS, J. Ignacio
Apeos y refuerzos alternativos
Ed. Munilla-Lería. Madrid 2002