

IMPORTANTE

Los datos, conclusiones y/o recomendaciones que se incluyen en la presente ficha son únicamente orientativas, responden a modelos teóricos y tienen carácter meramente divulgativo. Es necesario que, en cualquier caso, se proceda a su comprobación acudiendo a las normativas que resulten de aplicación a cada caso concreto, sin que, por tanto, deban adoptarse decisiones de cualquier tipo exclusivamente a partir de su contenido.

Derrumbamientos de Estructuras

Objeto y descripción del fenómeno

El contenido de esta ficha pretende centrar el problema del derrumbamiento total o parcial del sistema estructural de un edificio y de la relación que existe entre los materiales empleados, geometrías y procesos constructivos. Todo ello, sin olvidar la participación del material del que menos conocemos y que interactúa directamente con el sistema estructural: el terreno.

El estudio se plantea atendiendo, tanto a las consecuencias que un derrumbamiento pueda ocasionar tanto en partes del sistema estructural propio del edificio como en los edificios colindantes o el entorno urbanizado adyacente al edificio.

En función de estas variables, se presentan los casos más habituales de derrumbamientos en el sistema estructural.

a) Excavaciones.

- Colapso parcial en excavaciones y vaciados junto a edificios medianeros.

b) Cimentación y elementos estructurales de contención de terrenos de hormigón armado.

- Colapso parcial de muros de contención de tierras.
- Colapso parcial de cimentaciones. Asientos, hundimientos y deslizamientos.

c) Estructura portante de hormigón armado.

- Colapso parcial: pilares y muros.
- Colapso parcial: vigas. Vanos y voladizos.
- Colapso total de la estructura portante.

d) Estructura horizontal de hormigón armado.

- Colapso de forjados unidireccionales, reticulares y losas.

Causas

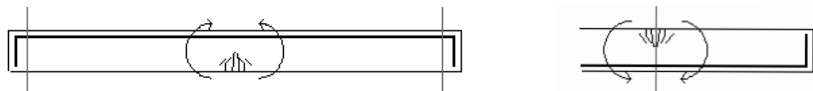
Los colapsos totales o parciales de las estructuras de edificación tienen diversas causas.

a) Causas durante la ejecución de las estructuras.

- Errores en la excavación y vaciado de terrenos. Hundimiento del terreno.
 - Ejecución de excavaciones o vaciados en extensión superior a la que permiten las características mecánicas del terreno o ejecución de taludes de geometría inadecuada.
 - Ejecución de excavaciones o vaciados de solares sin suficientes sistemas de contención de tierras de tipo provisional (bataches, arriostramientos excesivamente separados...) o definitivo (muros de contención, pantallas...)
 - No considerar los efectos del bulbo de presiones en cimentaciones de medianería de edificios colindantes. La falta de confinamiento que provoca la excavación unido a los efectos del bulbo, puede provocar el colapso del terreno.



- Descalce de la cimentación de edificios medianeros.
 - Rotura de cimentaciones vecinas. La pérdida de sección del cimiento provoca un incremento de la tensión normal que transmite al terreno, afectando al bulbo y pudiendo causar daños en el propio cimiento y en los terrenos excavados.
 - Existencia de corrientes subterráneas que modifican las propiedades físicas y mecánicas del terreno, afectando a su estabilidad y a la de los edificios y servicios adyacentes.
- Errores durante el proceso de colocación y retirada de encofrados, apuntalamientos y medios auxiliares.
 - Encofrados de estructuras horizontales con insuficiencia de apuntalamiento. El peso propio de la estructura junto con los medios auxiliares pueden provocar, tanto el colapso por pandeo de los puntales como el del encofrado horizontal por incremento de flexión al incrementarse la luz entre ellos.
 - Retirada de encofrados antes de que la estructura adquiriera la resistencia considerada en proyecto.
 - Colocación de puntales en posiciones incorrectas que puedan introducir esfuerzos en elementos estructurales que no se hayan tenido presentes en el cálculo.
 - La no colocación de arriostramientos provisionales para garantizar la estabilidad del elemento estructural hasta la ejecución de los definitivos.
 - Errores de ejecución.
 - Empleo de materiales con menor resistencia de la considerada en el proyecto.
 - Alteración de las propiedades mecánicas de los materiales (calentar acero, incrementar la cantidad de agua en el hormigón...)
 - Incorrecta colocación de armaduras, de tal forma que queden áreas de hormigón traccionadas sin armado o zonas con excesiva concentración de acero que impida su correcto recubrimiento.
 - Colocación de una cantidad de acero inferior a la marcada en el proyecto.



- Construcción de elementos estructurales con secciones inferiores a las detalladas en proyecto con el consiguiente incremento de tensiones, movimientos y efectos de inestabilidad.
- Insuficiente recubrimiento de las armaduras, siendo especialmente dañino en zonas altamente agresivas.
- Reducción de la sección resistente por ejecución de taladros no previstos en el proyecto (generalmente para paso de instalaciones) o por aparición de huecos por falta de vibrado del hormigón.
- Incorrecta ejecución de uniones. El cambio en la ejecución de una unión respecto a la considerada en el modelo estructural empleado para el cálculo, supone un



cambio en los esfuerzos, tensiones y movimientos que pueden provocar el colapso parcial o total de una estructura. En el caso elementos sometidos a compresión, un cambio en la unión puede provocar un incremento en el coeficiente (incremento de esbeltez mecánica) y consiguientemente una reducción del coeficiente de pandeo c , incrementando su inestabilidad.

- Errores en la interpretación de los planos de estructura.
- Errores en la estimación de las cargas de construcción.
 - La aparición de cargas dinámicas durante el proceso de izado de una estructura de hormigón armado prefabricada, puede provocar el agrietamiento de la sección quedando inhabilitada para su uso estructural.
 - Colocación de cargas puntuales, estáticas o dinámicas, en las proximidades de terrenos excavados (movimiento de camiones, acumulación de tierras procedentes de la excavación).
 - Las cargas transmitidas por los apuntalamientos de estructuras horizontales entre plantas pueden ser superiores a las estimadas en el cálculo de la estructura para toda su vida útil.
 - Acopio de cargas no previstas o colocación de las mismas en zonas no adecuadas.
 - Incremento de presión en elementos estructurales de contención por subida del nivel freático.
- Fenómenos climatológicos no previstos.

b) Causas durante la vida útil del sistema estructural.

b.1) Causas debidas a la Estabilidad.

- Deslizamiento, vuelco y hundimiento del sistema estructural de forma total o parcial.
 - Alteración de la resistencia del terreno (lavado de áridos, disolución...) debido a la presencia de agua procedente de fugas en instalaciones de abastecimiento o saneamiento o de aguas subterráneas que varíen su trayectoria. En el caso de cimentación profunda resuelta con pilote que trabaja por fuste, un incremento de agua puede reducir el coeficiente de rozamiento terreno pilote provocando una merma de su capacidad resistente que desemboque en su colapso.
 - Cimentar sobre antiguos pozos, galerías, aljibes, oquedades, cavernas...
 - Cimentar sobre arcillas expansivas.
 - La disminución del nivel freático durante una excavación puede alterar el terreno colindante afectando a los edificios del entorno.
 - Incorrecta ejecución de rellenos, falta de compactación.
 - Si el hundimiento del terreno provoca asientos diferenciales, las distribuciones de tensiones y movimientos se ven alteradas hasta el extremo de provocar el colapso total o parcial de la estructura. (Figura 1)

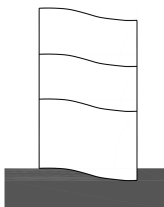


Figura 1



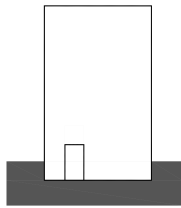


Figura 2

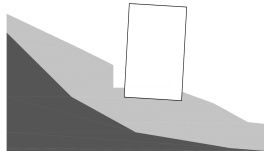


Figura 3

- Si el hundimiento del terreno provoca un asiento total uniforme, moviéndose el edificio como un sólido rígido, se producen problemas de tipo funcional. (Figura 2)
- Deslizamiento y giro del edificio como sólido rígido. (Figura 3)

b.2) Causas debidas a la resistencia.

- Incremento de cargas no previstas. Aparición de cargas no previstas.
 - Por ejemplo la colocación de piscinas portátiles (cada 10 cms de columna de agua son 1 KN/m²).
- Errores en el diseño y cálculo de la estructura.
- Deterioro y pérdida de resistencia de los materiales estructurales. Mantenimiento.
 - El envejecimiento y la pérdida de resistencia mecánica de los materiales estructurales también puede provocar colapsos totales o parciales de edificios. Este caso se da en edificios que no han sufrido ninguna reparación ni mantenimiento a lo largo de su vida útil, y donde la humedad, oxidación, carbonatación, etc; ha ido minando la resistencia de los materiales estructurales y posiblemente también su sección resistente eficaz.
- Aparición de acciones Accidentales superiores a las previstas por la normativa aplicable: Sismo, Fuego, viento, explosión...

Elementos constructivos afectados

a) Excavaciones y vaciados.

- Terrenos afectados por la edificación.

b) Sistema estructural.

- Cimentación.
 - Superficiales: zapata corrida, aislada, losa de cimentación o combinadas.
 - Profundas: pilotes que trabaja por rozamiento, punta o de forma combinada.
- Elementos estructurales de contención de tierras.
 - Muros de contención y pantallas.
- Estructura portante.
 - Muros de carga, pilares y vigas como elementos estructurales aislados o formando parte de un entramado bidireccional o tridimensional.
- Estructura horizontal.
 - Forjados unidireccionales (vigüeta) o bidireccionales (nervados o losas).



Propuestas de prevención

Teniendo presente que las medidas de prevención pretenden evitar que sucedan las causas antes descritas, se enumeran una serie de propuestas de prevención:

- Diseño y proyecto.
 - Incluir “las limitaciones de uso del edificio en su conjunto y de cada una de sus dependencias e instalaciones ” que marca el punto 1.4 del anejo I de la Parte I del CTE con el fin de marcar con claridad las sobrecargas de uso contempladas en el edificio proyectado.
 - Diseño de estructuras hiperestáticas, donde el fallo de una unión o parte de un elemento constructivo no provoque el colapso de la estructura.
 - Los planos de estructura deben contemplar todos los huecos necesarios para el paso de instalaciones u otros elementos, con el fin de que su puedan tener presentes en el cálculo del sistema estructural.
 - Consideración de las cargas previstas durante el proceso de ejecución.
 - División del sistema estructural por juntas de dilatación separadas un máximo de 40 m.
 - Evitar diseñar pilares apeados.
- Estudio geotécnico.
 - Comprobación, tras la ejecución de la excavación, de las previsiones establecidas en el estudio geotécnico por parte del autor de dicho estudio.
 - Incluir en el estudio geotécnico la existencia de corrientes subterráneas y su influencia en la ejecución de las excavaciones y posterior construcción.
- Control de la ejecución.
 - Ejecución de excavaciones manteniendo el talud natural en terrenos sin cohesión y ejecutando los elementos estructurales de contención con encofrado a dos caras o ejecución del elementos estructural en su totalidad antes de excavar. En este caso será necesario considerar los adecuados arriostramientos provisionales.
 - Ejecución de excavaciones por bataches en terrenos cohesivos con separación no superior a 3 m.
 - No cimentar sobre terrenos inclinados, sobre lajas de roca que apoyen en terreno blando, en arcillas expansivas ni rellenos.
 - Cimentar sobre firmes homogéneos evitando, por lo tanto, cimentaciones continuas sobre terrenos de distintas propiedades.
- Inspección y mantenimiento del sistema estructural según la normativa de aplicación.



Referencias bibliográficas y normativa aplicación

- I. CTE Seguridad Estructural: DB-SE Bases de Cálculo y . Ministerio de Vivienda.
- II. CTE Seguridad Estructural: DB-SE-A. Acciones en la Edificación. Ministerio de Vivienda.
- III. CTE Seguridad Estructural: DB-C. Cimientos. Ministerio de Vivienda.
- IV. EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural. Ministerio de Fomento.
- V. FHE-02. Instrucción forjados unidireccionales. Ministerio de Fomento.
- VI. Cálculo, construcción, patología y rehabilitación de forjados de edificación. José Calavera Ruiz. Intemac. Madrid. 5ª Edición.
- VII. Patología de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado. José Calavera Ruiz. Intemac. Madrid.

Estudio y realización de la ficha

Estudio y realización de la ficha: Antonio González Sánchez, Dr. Arquitecto C.O.A. Comunidad Valenciana. Antonio Maciá Mateu, Arquitecto Coordinador C.A.T. C.O.A. Comunidad Valenciana.

Coordinación y redacción Asemas: Eleuterio Sánchez Vaca y Javier Arcones Benito. Departamento de Servicios Técnicos.

Coordinación CSCAE: Antonio Cerezuela Motos. Coordinador Área Técnica.

