

Comprobaciones a realizar en la revisión de cálculos estructurales

Iturribizia, S.L.

3 de noviembre de 2010

Índice

1. Introducción	1
2. Comprobaciones relativas a la memoria de cálculo	3
3. Comprobaciones relativas a los planos	6
4. Pliego de condiciones	7

1. Introducción

La revisión de los cálculos estructurales del proyecto consiste en la comprobación de que:

1. Las obras a las que se refiere el proyecto están suficientemente definidas para su ejecución.
2. Se cumplen las exigencias relativas a seguridad, funcionalidad, durabilidad y protección del medio ambiente establecidas por la legislación vigente.

Esta revisión se refiere únicamente a aspectos estructurales por lo que, cuando se hace referencia a la funcionalidad debe entenderse como el adecuado desempeño de la función como elemento estructural (contención de tierras, sustentación de vehículos, personas o equipos, etc.). Del mismo modo cuando se hace referencia al medio ambiente se entenderá que se comenta la influencia sobre el mismo del diseño estructural adoptado (consumo de materiales, empleo de materiales obtenidos del reciclaje, etc.).

1.1. Documentos a revisar

Los documentos cuyo contenido será objeto de revisión serán los siguientes:

- Memoria.
- Anejo de cálculos estructurales.
- Planos de estructura.
- Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- Presupuesto.

1.2. Niveles de control en la revisión

Se distinguen tres niveles de control en la revisión de los cálculos estructurales. Las diferencias entre los distintos niveles de control son:

- El mayor o menor tamaño de la muestra representativa de elementos estructurales.
- El modo en el que se revisan los cálculos que sirven para dimensionar y comprobar los elementos.

A continuación se describen los tres niveles de control considerados en este documento.

- Nivel básico: Este nivel se empleará cuando el objetivo que se persigue con la revisión es conocer si las estructuras, tal y como están definidas en el proyecto, pueden construirse sin que se prevean desviaciones significativas en el presupuesto. En este caso y siempre que los elementos objeto de revisión sean de uso común (vigas, pilares, zapatas, muros,...), se revisará el dimensionamiento mediante la comparación informal de las dimensiones de los elementos calculados con los de otros elementos de similares características (geometría, materiales y nivel de sollicitación parecidos a los del elemento en cuestión) a partir de la experiencia del técnico autor de la revisión.
- Nivel normal: En este caso se pretende que, además de asegurarse de que las estructuras definidas en el proyecto pueden construirse sin desviaciones en el presupuesto, éstas tienen un grado de definición suficiente para que sea posible su construcción sin necesidad de ulteriores modificaciones y están calculadas de acuerdo con la normativa vigente con suficiente precisión. Este último aspecto se comprueba comprobando los cálculos como se indica en los apartados ?? a ??.
- Nivel intenso: Se diferencia del nivel normal en el tamaño de la muestra de elementos a revisar, que será el doble de aquél.

1.3. Muestra representativa de elementos estructurales

Cuando el tamaño de la estructura y la existencia de elementos repetidos en la misma así lo aconsejen se seleccionará una muestra de elementos estructurales que resulte representativa sobre la que se realizarán las comprobaciones que se indican más adelante. La elección de los elementos de la muestra se hará de acuerdo con criterios de importancia estructural y representatividad. El número de elementos estructurales de cada tipo (zapatas, vigas, pilares,...) que formarán la muestra será, en general, de un 15% si el nivel de control del proyecto que se pretende conseguir es intenso se duplicará el número de elementos de la muestra. Como parte de esta elección se dejará constancia de los siguientes aspectos:

- Elementos que forman parte de la muestra.
- Criterios empleados para su selección.

Cuando en la estructura existan elementos singulares como puedan ser apoyos especiales, ménsulas cortas, vigas pared o pilares apeados se incluirán éstos en la muestra.

En las páginas siguientes se indican las comprobaciones a realizar sobre cada uno de los documentos antes citados.

2. Comprobaciones relativas a la memoria de cálculo

2.1. Informe geotécnico

Se comprobará si el informe especifica:

1. Las recomendaciones pertinentes para la definición de la cimentación.
2. Las propiedades resistentes, deformacionales y de estabilidad del terreno.
3. El nivel freático del agua.
4. Las características geotécnicas del terreno susceptible de producir o movilizar empujes.
5. Las características de agresividad de los terrenos.
6. Las características de agresividad de las aguas freáticas en contacto con las cimentaciones.

2.2. Acciones

2.2.1. Identificación y congruencia de las acciones.

1. Se comprobará si se han identificado los distintos tipos de acciones de acuerdo con los siguientes criterios:
 - Directas e indirectas.
 - Fijas y variables.
 - Permanentes, variables y accidentales.
2. Se verificará asimismo que los valores son acordes con:
 - La normativa de acciones correspondiente al tipo de estructura de que se trate.
 - Los parámetros geotécnicos y recomendaciones recogidos en el informe geotécnico.
 - En su caso, documentos específicos sobre acciones a considerar, aceptados por la Propiedad.

2.2.2. Acciones durante el proceso constructivo

Se comprobará si, cuando ello es necesario, se han considerado las acciones durante el proceso constructivo, analizando:

- Su incidencia en el cálculo de esfuerzos.
- Su influencia en el dimensionamiento.

2.3. Diseño de la estructura

Se comprobará si la disposición de la estructura garantiza:

- La estabilidad del conjunto de la estructura.
- La estabilidad de cada una de sus partes.
- La estabilidad en las fases del proceso constructivo.
- El tipo de cimentación corresponde con el especificado en las conclusiones del informe geotécnico.

2.4. Modelos estructurales

Se comprobará que los modelos matemáticos empleados para el análisis de la estructura:

- Son correctos y congruentes con los criterios de dimensionamiento en lo que respecta a la estructura terminada.
- Son correctos y congruentes con el dimensionamiento en lo que respecta a las fases del proceso constructivo.

2.5. Análisis de la estructura. Obtención de esfuerzos

2.5.1. Combinaciones de acciones

Se comprobará si las combinaciones consideradas para la obtención de esfuerzos son las prescritas por la normativa aplicable. También se comprobará que, si no se han considerado todas las combinaciones prescritas por las normas, se justifica tal forma de proceder.

2.5.2. Coeficientes de ponderación

Se verificará que:

- Los coeficientes parciales de seguridad de acciones se ajustan a los establecidos por la normativa aplicable.
- Los coeficientes de combinación se ajustan a los establecidos por dichas normas.
- En su caso, se cumplen las condiciones para reducir los coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales.

2.5.3. Programas o métodos de cálculo empleados

Se comprobará si los programas o métodos de cálculo empleados:

- Están correctamente descritos (procedimiento de cálculo empleado, simplificaciones adoptadas, etc.).
- El procedimiento de cálculo empleado está sancionado como aceptable o bien se justifica su adecuación al problema para el que se aplica.

2.5.4. Verificación de la entrada de datos en los programas de cálculo de esfuerzos

Para el análisis de estructuras pueden emplearse multitud de programas, tanto específicos para este fin como otros de propósito general con los que, por medio de técnicas de programación más o menos complejas, pueden realizarse análisis de estructuras. Teniendo en cuenta esto deberá comprobarse que de la descripción de la entrada de datos que se hace en la memoria de cálculo puede deducirse que:

- El modelo de cálculo empleado es adecuado a la propuesta estructural adoptada.
- La geometría de dicho modelo se corresponde con la de la estructura proyectada.
- Las combinaciones analizadas son las especificadas en la memoria de cálculo.

2.5.5. Verificación de la salida de resultados de los programas de cálculo

Se comprobará si los resultados son congruentes con los modelos empleados y las acciones adoptadas. Esta verificación, cuando el nivel de control es normal o intenso, se hará mediante una evaluación por vía independiente de los esfuerzos que actúan sobre los elementos estructurales de la muestra seleccionada.

2.5.6. Consideración del proceso constructivo

Se comprobará que, si el tipo de obra y el procedimiento empleado para su construcción así lo requieren, se hayan evaluado los esfuerzos durante el proceso constructivo, en especial durante el cimbrado, para establecer sus limitaciones y los condicionantes sobre la estructura.

De acuerdo con el nivel de la revisión, se dejará constancia de si:

- Se valoran adecuadamente las cargas transmitidas durante el cimbrado.
- Son correctas las conclusiones.
- Es necesario realizar estudios complementarios para concluir que el diseño previsto es correcto.

2.6. Comprobación de Estados Límite

2.6.1. Congruencia entre resultados del cálculo y esfuerzos de comprobación

Cuando el nivel de la revisión sea normal o intenso, se comprobará que los esfuerzos considerados en la comprobación de los estados límite corresponden a los obtenidos del análisis para cada una de las combinaciones correspondientes al estado límite de que se trate. Esto se hará sobre la muestra de elementos seleccionada para la comprobación de resultados.

2.6.2. Características de los materiales y coeficientes de minoración

Se comprobará si están correctamente especificadas las características de los materiales y sus coeficientes parciales de seguridad. En particular se comprobará si el hormigón de las cimentaciones es adecuado de acuerdo con lo que se haya especificado en las conclusiones del informe geotécnico.

2.6.3. Dimensionamiento y comprobación

Se examinará si la comprobación de los distintos elementos y secciones frente a los estados límite últimos y de servicio respeta las imposiciones de las normas. En el caso de que la revisión sea de nivel normal o intenso esta comprobación se hará sobre cada uno de los elementos de la muestra seleccionada. Se comprobará también que las presiones transmitidas al terreno son inferiores o iguales a las especificadas como admisibles en el informe geotécnico y que los asientos diferenciales son igualmente admisibles.

2.6.4. Durabilidad

Se comprobará si se cumplen las especificaciones relacionadas con la durabilidad en lo referente a:

- Clase de exposición.
- Especificación del hormigón y justificación del tipo de cemento.

- Recubrimientos. En particular se comprobará si el recubrimiento de las armaduras en ci-
mientos es adecuado teniendo en cuenta lo especificado en las conclusiones del informe
geotécnico.

2.6.5. Resistencia al fuego

Se comprobará si se cumplen las especificaciones relacionadas con la resistencia al fuego en
cuanto a:

- Tiempos de resistencia a fuego.
- Recubrimientos mecánicos.
- Espesores.
- En su caso, estudios complementarios necesarios.

2.6.6. Resistencia al sismo

Se comprobará si se cumplen las especificaciones relacionadas con el comportamiento sísmico
en cuanto a:

- Adecuación de la solución estructural desde el punto de vista sismorresistente.
- Valores de los parámetros que caracterizan la acción sísmica correspondientes a la zona
sísmica en la que se ubicará la obra.
- Clase de construcción.
- Ductilidad.
- Arriostramiento de elementos.

3. Comprobaciones relativas a los planos

3.1. Congruencia con la memoria de cálculo

Se comprobará que las dimensiones y materiales indicados en los planos se corresponden con
las indicadas en los cálculos para todos los elementos de la muestra.

3.2. Congruencia con otros planos de definición de la obra

Se comprobará si las cotas de replanteo, las escuadrías y dimensiones de los diferentes elemen-
tos estructurales, los huecos afectando a los elementos en su comportamiento estructural y otros
condicionantes que puedan afectar a la estructura definidos en los planos no estructurales han
sido tomados en consideración en los planos estructurales y para definir el modelo estructural.

3.3. Nivel de definición

Para cada uno de los elementos de la muestra se comprobará que:

- Si las cotas de replanteo y las escuadrías y dimensiones de los diferentes elementos estruc-
turales son acordes con las previsiones del modelo estructural adoptado.
- Si están previstos los huecos de paso de las instalaciones y si ellos son acordes con las
hipótesis adoptadas para el cálculo de esfuerzos y el dimensionamiento.

- Si se definen las disposiciones de la armaduras en la sección transversal de las piezas y los esquemas de armado mediante despieces detallados que permitan. elaborar la ferralla y facilitar la colocación de las armaduras en las piezas haciéndolo viable.
- Si están definidos los solapos y anclajes de armaduras y sus radios de doblado o si existen criterios claros para su definición.
- Si están definidas las transiciones de armaduras en los nudos y evaluada su viabilidad constructiva.
- Si están definidos los detalles de apoyo de las piezas prefabricadas ó compuestas en función de las coacciones supuestas en el modelo estructural y de sus condiciones exigibles de estabilidad.
- Si están definidos las condiciones de tipo geométrico y otros detalles que deben cumplir los contornos de las piezas de carácter aligerante en función de su influencia en la definición de la sección resistente de las piezas compuestas.
- Si se respetan los recubrimientos de acuerdo con las condiciones de exposición ambiental y la resistencia al fuego.
- Si todos los elementos estructurales están definidos, no existiendo lagunas en la definición de los mismos o carencias graves de información sobre elementos.
- Si están definidas las características de los materiales, los coeficientes parciales de seguridad adoptados y sus niveles de control asociados.
- Si se describen las características geotécnicas utilizadas para el proyecto.
- Si está definido, en caso que sea necesario, el proceso constructivo propuesto.

4. Pliego de condiciones

4.1. Congruencia con la memoria de cálculo

- Si se han respetado las especificaciones de los materiales y de la ejecución y sus niveles de control de recepción asociados que figuran en la memoria de cálculo.
- Si se han especificado aspectos tales como las condiciones de los rellenos en trasdós de muros que condicionan los empujes de tierras respetando las hipótesis establecidas en la memoria de cálculo.
- Si se han especificado los aspectos esenciales del proceso constructivo que condicionan los modelos estructurales y las acciones adoptadas en el cálculo de esfuerzos y en las comprobaciones de los estados límite últimos y de servicio.

4.2. Congruencia con los planos estructurales

Se comprobará si se han respetado las especificaciones de los materiales y de la ejecución y sus niveles de control de recepción asociados que figuran en la memoria de cálculo.

4.3. Tolerancias

Se comprobará si se han especificado las tolerancias dimensionales o se hace referencia expresa para adoptar las que figuran en las normas.

Referencias

- [1] Ministerio de Fomento, *EHE; Instrucción de hormigón estructural*. (España: Comisión Permanente del Hormigón. Ministerio de Fomento. 2008).
- [2] Ministerio de Fomento, *EAE; Instrucción de acero estructural*. (España: Secretaría General Técnica. Comisión Interministerial Permanente de Estructuras de Acero. Ministerio de Fomento. 2008).
- [3] Ministerio de Vivienda, *CTE-SE-A; Código técnico de la edificación. Seguridad estructural. Acero*. (España: Ministerio de Vivienda. 2006).