



Modificaciones a la Ordenanza General de Construcciones

Informe de la Sub-Comisión Técnica de la Dirección General de Obras Públicas sobre la reforma de la Ordenanza propuesta por el Instituto de Ingenieros de Chile (1).

En cumplimiento de los acuerdos adoptados por la Comisión en su sesión N.º 3, de 14 de Agosto ppdo., la Sub-Comisión Técnica ha estudiado las modificaciones a la Ordenanza propuesta por el Instituto de Ingenieros de Chile, oyendo las observaciones del señor Alberto Covarrubias, en conformidad al acuerdo de la Comisión.

La Sub-Comisión ha llegado a las siguientes conclusiones:

CAPÍTULO I.—El informe del Instituto de Ingenieros modifica la clasificación de los edificios. Estas modificaciones consisten en:

1.º Exigir que los suelos y el cielo de todo edificio de más de 3 pisos sean de hormigón armado, y

2.º En excluir la albañilería armada en todas las clases de edificación menos en la clase C en que se hace obligatoria.

La Sub-Comisión estima que la exigencia de losa de hormigón armado en el cielo del último piso encarece innecesariamente la construcción, pues los esfuerzos provenientes de la techumbre son generalmente moderados.

En cuanto al empleo de la albañilería armada no parece justificado hacerlo obligatorio en una de las clases de edificación y excluirlo en las otras, puesto que en todas ellas las solicitaciones sísmicas son semejantes. Parece preferible dejar libertad para el empleo de este tipo de albañilería en cualquiera clase de edificación. La disposición recomendada por el Instituto, de exigir pilares de hormigón armado que limiten todo paño lleno de albañilería armada, es ventajosa y debe incluirse en la Ordenanza.

De acuerdo con las ideas anteriores, se exigiría que los cielos de los edificios de más de 3 pisos fueran de hormigón armado pudiendo ser de madera el cielo del último piso.

Esto conduce a que las clases C y D queden con iguales especificaciones y deban refundirse.

Por otra parte, debe ser considerada una clase de edificación que ha resultado de la aplicación de las disposiciones de la letra b) del artículo 94 de la Ordenanza

(1) Las reformas de la Ordenanza propuestas por el Instituto se publicaron en el núm. 7-8 de estos «Anales», pág. 250.

y que consiste en un esqueleto de hormigón armado con relleno de albañilería de ladrillo, no soportante.

En consecuencia la Sub-Comisión propone nuevas definiciones de las clases de edificación.

Los edificios se clasificarán atendiendo a su estructura fundamental, en las clases que se indican a continuación:

Clase A.—Edificios construídos totalmente de hormigón armado, de no más de 12 pisos ni más de 40 metros de altura.

Clase B.—Edificios construídos con esqueleto rígido de acero, de no más de 12 pisos ni más de 40 metros de altura con suelos y cielo del último piso de hormigón armado.

Clase C.—Edificios construídos con esqueleto rígido de hormigón armado, de no más de 9 pisos ni más de 30 metros de altura, con suelos de hormigón armado, pudiendo ser el cielo del último piso de madera.

Clase D.—Edificios construídos con muros soportantes de albañilería de ladrillo, provista de pilares y cadenas de hormigón armado. No podrán tener más de 6 pisos ni más de 20 metros de altura. Los suelos serán de hormigón armado, pudiendo ser de madera el cielo del último piso.

Clase E.—Edificios construídos con muros soportantes de albañilería de ladrillo provista de pilares y cadenas de hormigón armado, con el suelo del 2.º piso de hormigón armado, pudiendo ser de madera los suelos restantes y el cielo del último piso. Estos edificios no podrán tener más de 3 pisos ni más de 12 metros de altura.

Clase F.—Edificios de 2 pisos construídos con muros soportantes de albañilería de ladrillos con pilares y cadenas de hormigón armado y suelos de madera. Altura máxima 7 metros.

Clase G.—Edificios de un piso, construídos con muros soportantes de albañilería de ladrillos, con pilares y cadenas de hormigón armado. Altura máxima 3 metros.

Clase H.—Edificios de madera. No podrán tener más de 3 pisos ni más de 12 metros de altura.

Clase I.—Edificios de adobe.

CAPÍTULO II.—Bajo esta denominación aparecen materias que corresponden a los capítulos II-III-VI y XXVII de la primera parte de la Ordenanza.

ART. 17.—El informe del Instituto de Ingenieros agrega al artículo 17 de la Ordenanza, una lista de las Normas que se considerarían para hacer los cálculos de estabilidad exigidos en dicho artículo, dándole denominaciones específicas a cada una de ellas.

La Sub-Comisión considera aceptable la indicación propuesta, siempre que se indique solamente la materia sobre la cual tratarán esas Normas, dejando a la «Oficina de Normas y Control de la Construcción» la libertad de proponer las denominaciones que tengan en definitiva.

En consecuencia, se agregaría al artículo 17 de la Ordenanza, lo siguiente:

«Los cálculos comprobatorios se efectuarán de acuerdo con las Normas y Especificaciones vigentes y las que se dicten, sobre cálculo de hormigón armado, de estruc-

turas de acero, de madera, de albañilería y las recomendaciones sobre el cálculo de estructuras sísmicas».

Además, de acuerdo con la nueva clasificación de edificios propuesta por la Sub-Comisión, sería necesario exigir los cálculos de estabilidad no sólo en las clases A, B y C a que se refiere el artículo 17 de la Ordenanza sino que también en las clases D y E por tener losas de hormigón armado.

ART. 65.—Este artículo fija los espesores mínimos de los muros soportantes de hormigón armado. Su actual redacción es la siguiente:

«a) En fachadas exteriores, interiores y divisorias. Tendrán los siguientes espesores mínimos: en la zona norte 15 cm. en el último piso; en la zona central 20 cm. en los dos últimos pisos; y en la zona sur 25 cm. en los 3 últimos pisos. A partir de los pisos y espesores indicados, los espesores aumentarán en 5 cm. por piso hasta alcanzar el valor 30 cm. Los espesores de los pisos que siguen se determinarán por el cálculo».

«b) Los muros y tabiques interiores tendrán un espesor mínimo de 15 cm. o bien $1/25$ de la altura del piso, debiendo adoptarse el mayor de estos dos valores. Este espesor se aplicará en el piso superior y se aumentará en 5 cm. en cada piso siguiente hasta alcanzar 25 cm. El espesor en los pisos siguientes se determinará por el cálculo».

La redacción propuesta por el Instituto de Ingenieros es la que sigue:

«a) En fachadas exteriores tendrán un espesor mínimo de 20 cm. en los 2 últimos pisos. Los espesores que siguen se determinarán por el cálculo».

«b) En muros y tabiques interiores, tendrán un espesor mínimo de 15 cm., o bien $1/25$ de la altura del piso, debiendo adoptarse el mayor de estos valores. El espesor de los muros en los pisos siguientes se determinará por el cálculo».

Las modificaciones propuestas consisten en no hacer depender los espesores mínimos de los muros exteriores, de la zona del país en que se construyan, y en no exigir el aumento de 5 cm. por cada piso, quedando el espesor sometido al cálculo a partir de los pisos inferiores a los especificados.

La Sub-Comisión estimó necesario mantener la fijación de los espesores mínimos de los muros exteriores según sea la zona del país en que se construyan, pero aceptó no exigir el aumento de 5 cm. por cada piso. En cuanto a los tabiques y muros interiores, el Instituto de Ingenieros mantiene el espesor exigido actualmente, de 15 cm. La Sub-Comisión ha estudiado la posibilidad de disminuir este valor y ha acordado reducirlo a 12 cm., manteniéndose sin embargo la exigencia de que el espesor del muro no sea inferior a $1/25$ de su altura. En todo caso la Sub-Comisión estima indispensable que sean determinados por el cálculo las tensiones del hormigón y del acero de los muros, tanto exteriores como interiores, y cualquiera que sea su espesor.

La redacción propuesta por la Sub-Comisión para el artículo 65 es la siguiente:

«ART. 65.—Muros soportantes de hormigón armado.

a) *Muros exteriores y divisorios.*—Estos muros tendrán los siguientes espesores mínimos: en la zona norte 15 cm.; en la zona central, 20 cm.; y en la zona sur, 25 cm. Deberá verificarse por el cálculo que las tensiones de los materiales no excedan de los máximos admisibles.

b) *Muros interiores.*—Los muros y tabiques interiores tendrán un espesor mínimo de 12 cm. o bien $1/25$ de su altura, debiendo adoptarse el mayor de estos valores.

Deberá verificarse que las tensiones de los materiales no excedan de las máximas admisibles.

ART. 66.—Este artículo fija la dosificación del hormigón de los muros y sus armaduras. La modificación propuesta por el Instituto de Ingenieros consiste en suprimir la especificación de la dosificación del hormigón.

De acuerdo con las modificaciones anteriores, según las cuales deben verificarse las fatigas del hormigón, es lógico no fijar la dosificación, materia que quedará especificada, en general en las Normas que dicte la «Oficina de Normas y Control de la Edificación». Por otra parte, al tratarse de hormigón armado rige la dosificación mínima establecida en el artículo 13 de las «Normas para el cálculo y la construcción de Obras de Hormigón armado» y las tensiones admisibles que se fijan en el Capítulo X de las mismas Normas. Por estas razones, la Sub-Comisión acordó no especificar la dosificación del hormigón. Se acordó además agregar un inciso que especifique las distancias máximas y diámetros mínimos de las armaduras. Para la cuantía de la armadura horizontal se suprime el límite de $1/3$ de la sección de la armadura vertical. La redacción del artículo 66 quedaría como sigue:

«ART. 66.—La armadura de los muros de hormigón armado consistirá en una doble malla de fierro redondo. La sección total de la armadura vertical no podrá ser inferior al 0,5% de la sección necesaria del hormigón, o sea la exigida por el cálculo y en ningún caso inferior al 0,2% de la sección total del hormigón. La armadura horizontal no será inferior al 0,2% de la sección total del hormigón. Ambas mallas se unirán con amarras de un diámetro no inferior a 6 m/m. y cuyo número no será inferior a 6 por metro cuadrado. El diámetro mínimo de las armaduras será de 6 m/m. y su distancia máxima será de 30 centímetros».

ART. 68.—Este artículo fija la dosificación, espesores y armaduras de los muros no soportantes de hormigón armado. La modificación propuesta por el Instituto de Ingenieros consiste en reducir la sección mínima de la armadura vertical, del 0,5 al 0,2% y mantener la sección para la armadura horizontal $1/3$ de la vertical.

La Sub-Comisión acordó aceptar esta reducción para la armadura vertical pero no para la horizontal, especificándose para cada una de ambas armaduras el 0,2% de la sección del hormigón. Se acordó además suprimir la frase que dice que el espesor mínimo de los tabiques suspendidos se podrá reducir a 5 centímetros, y también fijar la distancia máxima y diámetro mínimo de las armaduras, en igual forma que para los muros soportantes. En cuanto a espesores de muros no soportantes exteriores se acordó modificar la redacción del artículo para evitar malas interpretaciones. El artículo 68 modificado quedaría como sigue:

«ART. 68.—Muros no soportantes de hormigón armado:

a) *Muros interiores*.—El espesor mínimo de los muros no soportantes interiores será de 8 cm. La cantidad de cemento no será inferior a 226 kg. por metro cúbico de hormigón elaborado. La armadura podrá estar constituida por una malla simple de fierro redondo. La sección mínima de las armaduras será de 0,2% de la sección del hormigón, tanto para las barras verticales como para las horizontales. La distancia máxima de las barras será de 30 cm. y su diámetro mínimo, de 6 m/m.

b) *Muros exteriores.*—Los muros no soportantes exteriores tendrán espesores mínimos iguales a los fijados para los muros soportantes exteriores, y su armadura será la misma que la fijada anteriormente para muros no soportantes interiores.

ART. 69.—Este artículo, que corresponde al artículo 70 de la Ordenanza, especifica los pilares en los cruzamientos de muros de albañilería de ladrillo y los intermedios en paños de más de 6 metros. La modificación propuesta por el Instituto de Ingsnisros, introd\$ce nuevas exigencias que son las siguientes: 1.º Se especificaría que los pilares deben hormigonarse después de hecha la albañilería, y 2.º, se exigiría armaduras de ligazón entre los pilares y los paños vecinos de la albañilería.

La Sub-Comisión estima que es conveniente especificar la exigencia de que los pilares y cadenas en muros soportantes sean hormigonados después de hecha la albañilería. En los muros no soportantes deberán los pilares y vigas ser hormigonados antes de confeccionarse el muro.

Respecto de las armaduras de ligazón entre el pilar y los paños vecinos de albañilería, la Sub-Comisión considera que estas armaduras no trabajarían en forma satisfactoria por estar unidas a los pilares en uno solo de sus extremos. En consecuencia, no hay razón suficiente para exigir esta clase de refuerzo.

ARTS. 71-74-83 y 86.—Las modificaciones a estos artículos se refieren a las dimensiones de muros y a las dimensiones y armaduras de pilares y cadenas.

El informe de esta Sub-Comisión, elevado con fecha 4 de Agosto ppdo. a la consideración de esa Comisión, sugería que las modificaciones a la Ordenanza, que fueran propuestas, debían ser justificadas por el cálculo. La Comisión aceptó este temperamento en su sesión de fecha 14 de Agosto último y comisionó al señor Alberto Covarrubias para que, en su carácter de representante del Instituto de Ingenieros proporcionara a la Sub-Comisión los antecedentes aludidos.

El señor Covarrubias asistió a las sesiones de la Sub-Comisión Técnica en que se trató el informe del Instituto de Ingenieros, en las que expuso varias consideraciones en apoyo de las modificaciones propuestas; pero sin abordar el cálculo justificativo de tales modificaciones.

El terremoto de Enero de 1939 demostró el buen comportamiento de los edificios construídos de acuerdo con los preceptos de la Ordenanza, razón por la cual parece preferible conservar sus disposiciones en lo que a dimensiones de muros, pilares y cadenas se refiere, mientras no se disponga de cálculos que den mayor luz sobre la materia. En este sentido la Sub-Comisión puede adelantar que ha hecho algunos cálculos preliminares que indican poca probabilidad de que puedan ser reducidas las actuales dimensiones.

ART. 79.—El informe del Instituto de Ingenieros modifica el artículo 79 de la Ordenanza fijando en 30 cm. la penetración de los dinteles de hormigón armado en los muros de albañilería reforzada, en lugar de vez y media su altura, y exige la verificación de la fatiga en la albañilería. La Sub-Comisión considera conveniente esta modificación y cree que debe dársele mayor extensión haciéndola válida para albañilería no reforzada. La redacción del artículo en referencia sería:

«ART. 79.—Los dinteles de puertas y ventanas en los muros de albañilería se harán de hormigón armado, debiendo penetrar estas vigas en la albañilería a partir del interior de la mocheta, en una longitud no menor de 30 cm. y que en todo caso ocasione en la albañilería una fatiga aceptable».

ARTS. 151-152 y 153.—Estos 3 artículos se refieren al cálculo de asimicidad. Las modificaciones tienden a disminuir la seguridad de los edificios, por las siguientes razones:

1.º Porque dejan de considerar la acción dinámica de los temblores, o sea que prescinden de las características ondulatorias del movimiento.

2.º Porque reducen los coeficientes sísmicos y aumentan las fatigas admisibles de los materiales.

3.º Porque establecen el valor del coeficiente sísmico en función de la presión máxima admisible del terreno de fundación y no de sus características sísmicas.

4.º Porque no se consideraría la componente vertical de los temblores cuya existencia es innegable.

Las modificaciones establecen, por otra parte, que quedarían eximidos del cálculo a la acción de los temblores los edificios que reunieran ciertas condiciones de regularidad, simetría y rigidez, que se definen. Pero estas definiciones son imprecisas algunas y carecen de justificación por el cálculo, las otras, lo que les resta valor práctico.

Además, en el informe del Instituto de Ingenieros se establece relación entre el valor del coeficiente sísmico y el método de cálculo que sea aplicable (estático o dinámico según el caso), lo que no parece justificarse.

Finalmente, también se haría depender el valor del coeficiente sísmico de la clase de fundación, limitando ese valor a 0,13 como máximo en caso de fundación sobre placa rígida. La Sub-Comisión estima que no hay base de experiencia que permita formular esta relación.

Las modificaciones que la Sub-Comisión propone al artículo 151 consideran reducciones en el valor del coeficiente sísmico y de otras características de la onda sísmica. Por otra parte, se definen las condiciones que han de cumplir los edificios rígidos para que no se necesite determinar el período vibratorio propio.

La redacción del artículo 151 propuesta por la Sub-Comisión es la siguiente:

«ART. 151.—En los cálculos de estabilidad de los edificios se dará especial importancia a la acción de los temblores. Esta acción, para los edificios de las clases *D--E--F--G--H* e *I* se considerará equivalente a la de fuerzas aplicadas en el centro de gravedad de los elementos de la construcción y cuya magnitud será proporcional al peso de dichos elementos más la sobrecarga. La componente horizontal de esta acción obrará en cualquiera dirección y tendrá una magnitud igual al peso del elemento en que actúa más la sobrecarga, multiplicado por el coeficiente sísmico. La componente vertical tendrá una magnitud igual al 15% del peso de los elementos más la sobrecarga. El coeficiente sísmico horizontal tendrá un valor comprendido entre el 5 y el 20%, según la naturaleza del terreno y el grado de seguridad de la obra, de acuerdo con la gradación establecida para la aceleración de la onda representativa del temblor. Para los edificios de las clases *A*, *B*, y *C* y además para los destinados a bancos, fábricas, teatros, estadios y demás construcciones análogas de grandes luces, lo mismo que para la reparación o refuerzo de estos edificios, se establecerá primeramente el

período propio de vibración del conjunto y de las partes esbeltas de las obras. En caso de que este período resulte inferior a 0,4 segundos, los cálculos de asismicidad de la obra se harán en la forma prescrita para los edificios de las clases *D* a *I*. Si el período resulta igual o superior a 0,4 segundos, la acción del temblor se asimilará a la de una vibración horizontal en cualquiera dirección, de movimiento armónico simple, con las siguientes características: aceleración 0,05 g. a 0,20 g. (g. es la aceleración de gravedad); amplitud 3 a 5 centímetros, período 1 a 1,5 segundos.

La gradación de la aceleración y de la amplitud en función de la naturaleza del suelo de fundación es la siguiente:

Para roca, aceleración 0,05 g. y amplitud 3 cm.; para tosca, arenisca o conglomerado, aceleración 0,10 g. y amplitud 3,5 cm.; para ripio suelto o arena suelta, aceleración 0,20 g. y amplitud 5 cm.

No se admitirá ninguna construcción cuyo período propio de vibración, ya sea del conjunto de la obra o de sus elementos, esté comprendido entre uno y uno y medio segundo.

El cálculo de las solicitaciones producidas en las diversas partes de las construcciones por efecto del movimiento armónico simple del terreno de fundación según la onda representativa del temblor, se podrá establecer, a falta de procedimientos exactos, por el método aproximado que se indica en el anexo II del informe de la Comisión designada por Decretos números 322 de 15 de Febrero, y 651 de 11 de Abril de 1939 del Ministerio de Fomento que estudió el terremoto de Chillán, el que se considerará como parte integrante de esta Ordenanza. Además de la acción de la onda representativa del temblor se considerará en estas construcciones la de una aceleración vertical equivalente a 0,15 g.

En los edificios de clases *A*, *B* y *C* de no más de 6 pisos se supondrá que el período propio de vibración es inferior a 0,4 segundos cuando se dispongan muros de rigidez, los que deberán ser llenos (sin vanos) y capaces de resistir por sí solos todos los esfuerzos horizontales provenientes de los temblores, siempre que cumplan con las siguientes condiciones:

a) Los muros de rigidez deben entregar satisfactoriamente los esfuerzos horizontales sísmicos al terreno de fundación, para lo cual la carga vertical actuando en ellos deberá ser suficiente para centrar convenientemente la resultante en la base.

b) La planta del edificio debe ser tal que los esfuerzos horizontales, actuando en el centro de gravedad de la estructura no produzcan torsión de ninguna especie en ella, sino empuje sobre los muros de rigidez.

c) Los muros de rigidez serán continuos desde la fundación hasta el último piso y en conjunto tendrán una longitud media no inferior a $1/6$ de su altura total. Tampoco podrán tener en cada piso una longitud inferior a $1/3$ de la altura de dicho piso.

El artículo N.º 152 fué suprimido por el N.º 18 del Decreto del Ministerio del Interior N.º 2233 de 28 de Abril del presente año por referirse a fijación del coeficiente sísmico, materia especificada en el artículo N.º 151. No se necesita innovar al respecto.

ART. 153 DE LA ORDENANZA.—El Instituto de Ingenieros de Chile propone admitir para los elementos de hormigón armado un aumento del 50% en las tensiones admisibles para las solicitaciones más desfavorables de las cargas sísmicas y no sísmicas. El aumento que el artículo 155 admite para este caso, es de un 20%, valor fi-

jado por el Decreto N.º 2233 aludido, que elevó el primitivo porcentaje del 10% que establecía el Decreto N.º 3388 del Ministerio del Interior, de 26 de Julio de 1940. La Sub-Comisión no cre conveniente modificar el actual porcentaje del 20%.

ART. 166.—El Instituto de Ingenieros propone agregar a este artículo, que trata de los cimientos de pilares aislados, el inciso siguiente:

«Las fundaciones de maquinarias pesadas, que produzcan fuertes vibraciones, deberán ser aisladas del edificio».

La Sub-Comisión acepta este agregado.

ART. 438.—La modificación a este artículo no es procedente por no haber sido acogidas las modificaciones a otros artículos, de las cuales depende.

Es cuanto podemos informar respecto de las modificaciones propuestas a la Ordenanza por el Instituto de Ingenieros de Chile.
