

Informe de la Comisión Gubernativa sobre los efectos producidos por el Terremoto de Enero de 1939 ⁽¹⁾

INGENIEROS: HERMÓGENES DEL CANTO
PEDRO GODOY P.
EDUARDO AGUIRRE S.
JORGE MUÑOZ CRISTI
JULIO IBÁÑEZ V.

(Conclusión)

f) La Ordenanza General de Construcciones

Para hacer un estudio de la Ordenanza a la luz de los efectos del terremoto del 24 de enero último nos atendremos primero a la clasificación de los edificios que se hace en ella.

Clase A.—Edificios construídos totalmente de hormigón armado.—Aunque no hubo una gran experiencia sobre estos edificios pudo constatarse que su estabilidad general resistió perfectamente cuando había estructura celular (caso del Hotel Ritz de Concepción por ejemplo). Este tipo de construcción tiene gran rigidez y resistencia a los empujes horizontales que se desarrollan por efecto de esa rigidez. Sin embargo, es necesario tener precauciones en las estructuras de grandes vanos. En efecto, los vanos de los edificios modernos pueden llegar a ocupar tal proporción de los muros que estos ya no sean sino simples pilares flexibles, en cuyo caso la masa de las losas de piso, sustentada por los pilares realiza un péndulo invertido cuyo período con frecuencia coincide con el período peligroso de los temblores. Esto trae resonancias y la destrucción del edificio (Taller de Hilandería de la fábrica de Paños de Tomé). Es por consiguiente necesario que los edificios de hormigón armado sean sometidos a un cálculo de asismicidad completo, esto es, tomando en cuenta no sólo la aceleración de los temblores sino que también su período y su amplitud. Como se indicará más adelante,

Clase B. —Edificios construídos con un esqueleto rígido de acero.—De este tipo de edificios se puede decir lo mismo que del anterior, agregándose que también deben tomarse especiales precauciones al estudiar la capacidad de los rellenos y recubrimientos para seguir el movimiento vibratorio del esqueleto principal.

(1) La primera parte de este Informe se publicó en el número de Octubre-Noviembre,

Clase C.—Edificios construídos con muros y tabiques de albañilería de ladrillo reforzada que consultan pilares y cadenas de hormigón armado y cuyos suelos son de hormigón armado.—Estos edificios están en condiciones parecidas a los de hormigón armado, pero el peligro de convertirse en un péndulo invertido por efecto de los excesivos vanos es más remoto, debido a la menor resistencia específica de la albañilería de ladrillo que exige mayores dimensiones entre vanos. Además el Art. 175 de la Ordenanza previene esta eventualidad. Puede entonces en esta clase de edificios reducirse el cálculo de asismicidad a la simple aceleración sísmica, como establece la Ordenanza.

Clase D.—Edificios construídos con muros y tabiques de albañilería de ladrillos reforzada, provistos de pilares y cadenas de hormigón armado, debiendo ser el suelo del segundo piso de hormigón armado y pudiendo ser de madera el suelo de los pisos restantes y el cielo del último piso.—De estos edificios se puede decir lo mismo que de los de las clases anteriores, o sea, que bastan las especificaciones de la Ordenanza.

Clase E.—Edificios construídos con muros y tabiques de albañilería de ladrillos reforzada, provistos de pilares y cadenas de hormigón armado, pudiendo ser los suelos y el cielo del último piso de madera.—De esta clase de edificios se puede decir lo mismo que de los de la clase C. y D.

Clase F.—Edificios construídos de muros y tabiques de albañilería de ladrillo no reforzada, provistos de cadenas y pilares de hormigón armado y con tabiques de 2.º piso, suelos y cielos de 2.º piso de madera.—Se puede hacer a los edificios de esta clase las mismas observaciones que a los de las clases C. y E.

Clase G.—Edificios construídos de muros de contornos de albañilería de ladrillo no reforzada y de tabiques interiores de esqueleto de madera.—La falta de homogeneidad y de trabazón de estos edificios los hace poco resistentes a la acción sísmica; además, su costo no difiere substancialmente del que tendrían si cumplieran con las exigencias de las clases anteriores. Parece entonces preferible suprimir esta clase de edificios.

Clase H.—Edificios de madera.—En estos edificios los rellenos pesados de hormigón, ladrillo o adobe deberán excluirse porque han constituido un peligro (Hotel de la Estación en Chillán, etc.). Se podría entonces, en el inciso 2.º de la clase H. del Art. 3.º cambiar «El esqueleto puede rellenarse también con hormigón liviano, ladrillos, adobes, etc. Este relleno deberá asegurarse por medio de un doble alambrado de fierro galvanizado de 2 mms. a distancia no mayor de 15 cms. sujeto con grapas u otro elemento equivalente» por «Los rellenos del esqueleto, en caso de emplearse, deberán ser de substancias en lo posible incombustibles y en todo caso livianas (no más densas que la madera). En ningún caso podrá emplearse con este fin el hormigón corriente o el ladrillo. En los campos podrá emplearse con ventaja el relleno de ramas revocado con barro. Se tendrán especiales precauciones en la fijación de los rellenos al esqueleto».

Clase I.—Edificios de adobe.—La Ordenanza prescribe para estos edificios espesores de muros, espaciamentos entre muros transversales, espacio entre vanos y

apoyo de la techumbre que innovan poco respecto de la edificación que se hacía antes de su vigencia. La innovación más importante se refiere a que sólo pueden hacerse estas casas en un piso, lo que tendría su aplicación más bien en Santiago que en otras ciudades del país. Para mejorar estas construcciones, ya que no sería posible proscribirlas enteramente por las dificultades para encontrar, en su reemplazo, materiales baratos, especialmente en los campos, la Comisión estima que deberían cambiarse las prescripciones actuales por las siguientes:

Clase I.—Edificios de adobe.—El adobe será de forma regular de caras planas de $0.50 \times 0.24 \times 0.11$, hecho de barro batido de naturaleza consistente que contenga paja larga en la argamasa y una armadura interior de ramas secas análogas al chulqui. Debe ser aprensado y empleado perfectamente seco, y tener la resistencia suficiente para que dejado caer de plano desde 3 metros de alto no se parta al caer sobre tierra firme. Para la unión de adobe con adobe se empleará un barro empajado de análoga consistencia a la del adobe mismo, teniendo las juntas un espesor de 0.015 a 0.02 ms.

El proceso de preparación del barro, tanto para la confección del adobe como para la argamasa de unión, debe tener un período de batido y maduración no inferior a ocho días.

Para el caso de ser destinadas a viviendas.—Estas construcciones no podrán tener más de un piso, ni mayor altura (incluido el sobrecimiento) de 3,50 metros medidos desde el suelo hasta la cúspide del muro, ni elemento alguno que sobresalga de la techumbre, fuera de cañerías de ventilación u otros elementos análogos, ni soportar altos de ninguna especie. El sobrecimiento tendrá sobre el suelo una altura no menor de 0.30 ms. y será, como los cimientos, de concreto o de albañilería de piedra que no sea redonda.

No podrán construirse edificios de este tipo que tengan en planta forma distinta de la rectangular o cuadrada.

Los muros serán por lo menos de 0.50 ms. de espesor.

La mayor distancia entre ejes de muros paralelos no podrá exceder de 4.50 ms. en el sentido del lado menor de la pieza ni de 8,50 ms. en el sentido del lado mayor.

La altura de los vanos en obra gruesa no podrá exceder de 2.30 ms. medidos desde el sobrecimiento hacia arriba.

Los dinteles se construirán con vigas de madera que abarquen todo el espesor del muro; estas vigas tendrán 0.15 ms. de altura mínima y deberán penetrar de 0.40 m. en cada jamba.

Los paños de paredes entre los vanos deben tener a lo menos 1.25 ms. de longitud, y ningún vano se establecerá a menos de un metro del cruce de muros o contrafuertes.

La luz de los dinteles o ancho de los vanos no podrá exceder de 1,30 m. medido en obra gruesa. No se permite la construcción de adobones en ninguna parte del edificio. En todos los muros a la altura del dintel se dispondrán amarras a lo largo del mismo, formadas por tres o más tirantes de fierro acerado redondo de $\frac{1}{2}$ " de diámetro. Estas amarras serán de una pieza o soldadas, irán embebidas en el muro y se apernarán a dos maderos verticales, a lo menos de 0.10×0.15 ms. en el extremo del muro por fuera de él, o sea, que lo abracen. La longitud de estas piezas de madera será igual a la altura del muro sobre el dintel. Dos de estas amarras de acero irán

colocadas a la altura de los dinteles y la tercera bajo la penúltima hilada de adobes en la parte superior del muro.

No es permitido el empleo de tabiques divisorios rígidos.

El techo será liviano, de fierro galvanizado, pizarreño u otro material de peso análogo.

No se admitirá en ningún caso el techo de teja descansando sobre barro, pero se permitirá la colocación de tejas vanas amarradas a listones clavados a la enmaderación.

La enmaderación de techumbre estará constituida por cerchas o armaduras trianguladas de madera ensamblada. Los refuerzos de los ensambles se ejecutarán con herrajes o abrazaderas que no debiliten la sección de las maderas. Los pares no podrán ser menores de 0.075×0.15 ms. con su mayor dimensión en el plano vertical. El tirante será a lo menos de la escuadría de los pares y será de una pieza. Si la cercha se apoyara no sólo en los muros extremos sino en un muro intermedio, podrá el tirante estar formado por dos piezas, pero el empalme quedará apoyado sobre el muro intermedio.

Las cerchas se apoyarán en los muros por medio de llaves de madera de 0.085×0.15 m. a lo menos, con su mayor dimensión en sentido horizontal. Estas llaves se apoyarán a su vez sobre durmientes de 0.075×0.10 m. espaciadas de 0.50 m. que se colocarán en la parte superior del muro en sentido transversal a él.

La llave o carrera superior irá amordazada a las *piezas durmientes*; y el tirante igualmente amordazado a la llave.

En los muros transversales del edificio, donde no se apoyan las cerchas, se colocarán también llaves iguales a las descritas. El conjunto de las llaves del edificio formará así rectángulos que serán los mismos rectángulos formados por los ejes de los muros. Estos rectángulos serán arriostros mediante tirantes diagonales en cruz más o menos a 45° , de fierro acerado redondo de $5/8''$ de diámetro. Los nudos de los rectángulos entre tirantes y llaves se harán en forma apropiada a los esfuerzos que transmitan.

En general, los ensambles y uniones de maderas se ejecutarán en concordancia con los esfuerzos que deban transmitir según las solicitaciones a que estén sometidas y en todo caso deberá evitarse que los esfuerzos originen empujes en los muros.

Los edificios de adobe, en lo posible, se completarán con corredores de disposición regular cuya altura y techumbre, estarán sujetos a la condición de ser la cubierta del corredor la continuación del plano de la cubierta del cuerpo principal. En estos casos el par de la techumbre principal continuará como par de la cubierta del corredor, y los tirantes de éste atravesarán los muros principales en un plano inferior al de los tirantes del cuerpo principal.

Bodegas: En el caso de bodegas, las condiciones establecidas para la edificación de viviendas se modificarán en la siguiente forma:

Los muros podrán tener una altura hasta de 5.00 m. incluído el sobrecimiento, medida desde el suelo hasta la cúspide del muro, se aumentará el espesor a no menos de 0.75 m. En este caso cuando la mayor distancia entre ejes de muros paralelos exceda de 5 ms. deberán constituirse elementos soportantes intermedios (pilares de madera) que participarán de las cargas de la techumbre a lo menos en igual proporción que los muros exteriores. Estos últimos llevarán además contrafuertes de adobe de 0.75×0.75 distanciados a no menos de 5 ms. entre ejes.

Las dimensiones de las bodegas así construídas no podrán exceder de 20 ms. en el ancho ni de 60 ms. en el largo.

En este último sentido deberán establecerse además, muros transversales cada 20 ms. o en su defecto contrafuertes interiores de 1.00×0.75 ms.

En lo posible se dispondrán corredores en las mismas condiciones descritas para los edificios de vivienda.

La altura de los vanos en obra gruesa no podrá exceder de 2.50 ms. medidos desde el sobrecimiento hacia arriba.

Los dinteles se construirán con vigas de madera en forma análoga a la de los edificios de vivienda, pero de escuadría adecuada.

La luz de los dinteles o ancho de los vanos no podrá exceder de 2.25 ms. No podrán establecerse vanos en los tramos de muros que forman la esquina del edificio.

El diámetro de los tirantes de refuerzo de los muros será aumentado a $5/8''$ y el de los tirantes diagonales de arriostramiento a $3/4''$. Las cerchas o armaduras de techumbre deberán estructurarse en forma de hacer coincidir los nudos de la misma con los apoyos intermedios. Se evitarán empotramientos a los muros exteriores para lo cual el tirante de la cercha irá simplemente apoyado (sin mordaza ni clavos) a la llave o carrera del muro. Por el contrario, sobre los apoyos intermedios deberá procurarse el máximo de empotramiento arriostrando con jabalcones los pilares a las cerchas tanto en el sentido longitudinal como en el transversal, para lo cual se colocarán carreras entre pilar y pilar en el sentido normal a las cerchas.

Deberá considerarse un empotramiento adecuado para el apoyo de los elementos soportantes intermedios.

Para casos de excepción, en que se requiera una modificación de las presentes normas se tomarán precauciones adicionales que deberán justificarse ante la D. de Obras Municipales correspondiente.

OTRAS DISPOSICIONES DE LA ORDENANZA

Nos referimos ahora a las demás disposiciones.

Se dice en el art. 11 inciso 3.º que «Tampoco será necesario la obtención de permisos para las construcciones que se realicen en el interior de predios rústicos, con excepción de aquellas en que deban albergarse o permanecer gran número de personas». Estima esta Comisión que la experiencia del terremoto de Chillán ha demostrado plenamente la inconveniencia de exceptuar los predios rústicos de la aplicación de la Ordenanza. En efecto, la mortalidad en los campos apenas si fué inferior a la que se produjo en las ciudades, en tanto que las condiciones de abandono en que quedaron sus pobladores en los primeros momentos fué mucho más grave que la de los habitantes de las ciudades. Es un hecho comprobado que murió una mayor proporción de heridos de los campos por falta de atención. Se recomienda en consecuencia la supresión de este inciso. Esto requiere previamente la modificación de la Ley suprimiendo el inciso 3.º del art. 8.º que dice:

«Tampoco será necesario la obtención de permisos para las construcciones que se realicen en el interior de predios rústicos con excepción de aquellos en que deban albergarse o permanecer gran número de personas». Hecho esto podría suprimirse en la Ordenanza el inciso 3.º del Art. 11.

En el Art. 89 se dice que «no se permitirá la construcción de pilares aislados de albañilería de ladrillo, cuyo menor espesor sea inferior a una sexta parte de la altura en el piso superior». De acuerdo con lo indicado más atrás en este informe al hablar de los edificios de las clases C., D., F., y G., el menor espesor de los pilares podría aumentarse a 1/5 de su altura.

En el Art. 94 inciso 2.º se dice que puede suprimirse el refuerzo de fierro de las albañilerías en la clase C. Esta supresión parece peligrosa en vista de la facilidad con que se separan los rellenos de ladrillos de estos edificios, como lo indicamos anteriormente. Debería en consecuencia suprimirse este inciso.

En el Art. 105 dice la Ordenanza «Los muros, entretechos, cortafuegos, chimeneas u otros elementos constructivos o decorativos que sobresalgan de la cubierta, además de estar convenientemente arriostrados a las armazones de techumbre deberán ser protegidos contra la absorción de las aguas lluvias, etc.» La observación de lo ocurrido en la zona del temblor ha demostrado que estos elementos, aun los contruidos con posterioridad a la vigencia de la Ordenanza, fueron casi invariablemente derribados por el temblor y produjeron innumerables pérdidas de vidas y daños materiales. Es por eso que se estimó que el referido artículo debería exigir que estos elementos sólo puedan hacerse de hormigón armado y calculados a la acción de los temblores en forma que sean capaces de transmitir los esfuerzos sísmicos que en ellos se desarrollan hasta la estructura fundamental del edificio, adoptando para el coeficiente sísmico su valor máximo 0,2 g.

En el Art. 151, inciso 1.º dice: «En los cálculos de estabilidad de los edificios se dará especial importancia a la acción de los temblores, cuya probable intensidad se apreciará en relación con las condiciones sísmicas y geológicas locales. Esta acción 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».

Es evidente que la mayor parte de los edificios, especialmente los de habitación, forman en su conjunto un elemento rígido. También las partes resultan de una apreciable rigidez. Ahora bien, para todas las construcciones que cumplen con esta condición la acción del temblor puede asimilarse a una simple aceleración y el criterio de la Ordenanza sería correcto.

En los edificios de mayores dimensiones o de tipos especiales (Teatros, Galpones, Iglesias, Bancos, Estadios, Fábrica, etc.), pueden sin embargo presentarse estructuras que ya sea en conjunto o en sus partes no tengan la rigidez suficiente para que el temblor sea similar a una aceleración, en cuyo caso el inciso 1.º del Art. 151 de la Ordenanza no sería aplicable. El efecto del temblor dependería entonces de su período o de la amplitud de su onda según el grado de elasticidad de la construcción. En vista de esto, proponemos que el criterio de cálculo de la Ordenanza se conserve para edificios de las clases C., D., E., y H. modificando los coeficientes sísmicos conforme a las observaciones que se hacen más adelante. Para los edificios de las clases A. y B. y construcciones de tipos especiales sería necesario establecer primero el período propio de vibración del conjunto y de las partes de la obra. En caso que este período sea inferior a $\frac{1}{2}$ segundo, o sea, que se trate de una construcción rígida, los cálculos de estabilidad se harían también de acuerdo con el criterio de la Ordenanza. Si el período es igual o superior a $\frac{1}{2}$ segundo las solicitaciones sísmicas de la obra se establecerían

en función del período y amplitud de las ondas por los procedimientos usualmente empleados con este fin (Teoría de las vibraciones). Se tomaría como onda representativa del temblor una onda horizontal en cualquier dirección con las siguientes características: aceleración 0.1 g. a 0.2 g.; amplitud 4 a 6 cms., período 1 a 2 segundos. Los menores valores de la aceleración se adoptarían para edificios de habitación fundados en roca aumentándolos un 20%, 40% y 60% según que estén fundados: a) en tosca, arenisca, o conglomerados; b) en ripio o arena suelta y c) en rellenos, respectivamente. Para construcciones en que pueda haber gran número de personas reunidas, como almacenes, teatros, colegios, iglesias, cárceles, estaciones, o lugares de reunión etc., se elevarán estos valores en un 25%. El menor valor de la amplitud se tomaría para construcciones asentadas en roca, aumentándolo en 15%, 30% y 50% según el terreno de fundación sea; a) tosca arenisca o conglomerado; b) ripio o arena suelta y c) rellenos, respectivamente. No se admitiría ninguna construcción cuyo período propio de vibración, ya sea en el conjunto de la obra o en sus elementos, esté comprendido entre uno y dos segundos. A falta de un método exacto de cálculo podría admitirse el procedimiento aproximado que se indica en el Anexo II de este informe.

En el inciso 3.º de ese artículo se establece que el valor de la componente vertical es $\frac{1}{2}$ del de la componente horizontal. Aunque esta cifra parece prudente en la mayor parte de la zona que afecta un temblor, resulta insuficiente para el epicentro mismo, donde suelen observarse aceleraciones verticales aun mayores que la gravedad. Además, hay reglamentaciones como la italiana que dan valores apreciablemente mayores que los de nuestra Ordenanza, a la componente vertical. La Comisión estima prudente fijar esta componente en 30% del peso.

En el inciso 4.º del mismo artículo se establece como coeficiente sísmico los valores 1/10 a 1/20 según la constitución geológica y las características sísmicas de la zona. Hemos indicado anteriormente que dada la gran sismicidad de este país y la experiencia recogida en el temblor último, estas cifras deben elevarse en la forma indicada al hablar de las características de la onda representativa del temblor. En el artículo 152 de la Ordenanza se relaciona el coeficiente sísmico con la naturaleza de las capas geológicas. La redacción de este artículo no deja bien en claro si las cifras que aquí aparecen deben multiplicar el coeficiente sísmico o no. Por otra parte, como ya se ha establecido más atrás de este Informe, la observación de los hechos en el último terremoto no concuerda con dichas cifras por cuanto la destrucción fué bastante uniforme aun donde había diversidad de terrenos. De acuerdo con esto parece preferible reducir la influencia atribuible al terreno en la forma indicada al fijar la onda característica del temblor. Esto está hecho en el Art. 151 reformado, de suerte que el artículo 152 estaría demás. Como el nuevo artículo 151 implica exigencias especiales en el cálculo de algunas construcciones hemos pensado que debería establecerse aquí un nuevo artículo que podría reemplazar al 152 y que se referiría a este punto. Diría este artículo. «Los planos para la estructura de los edificios de las clases A y B, teatros, Iglesias, Bancos, Estadios, Fábricas y demás construcciones análogas de grandes luces que deben calcularse según la teoría de las vibraciones como lo exige el art. 151, deberán tener la firma de un ingeniero calculista inscrito en un registro ad hoc que llevará la Dirección de Obras Públicas. Para inscribirse en este registro será preciso acreditar que se han hecho satisfactoriamente cálculos de esta especie ante una Comisión formada por el Director de Obras Públicas, el Director del Departamento de Obras Públicas».

mento de Arquitectura, dos profesores de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile designados por el Decano de la Facultad de Matemáticas y un profesor de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica designado por el Rector.

Al final del inciso 4.º del anterior artículo dice: «Las Direcciones de Obras Municipales podrán exigir que se estudie el efecto de la resonancia en casos especiales». Esta disposición que no era aplicada en la práctica debido a su vaguedad, resulta ahora innecesaria, porque tendía en parte a corregir el error en que incurría el inciso 1.º al asimilar los temblores a simples aceleraciones, error que queda corregido con la modificación que hemos propuesto anteriormente.

En el art. 153 del mismo Capítulo se dice: «En los edificios proyectados en pilares aislados se verificará especialmente la resistencia del concreto o albañilería a los esfuerzos de corte horizontales».

Como este artículo da a entender que en otros casos el esfuerzo de corte no necesita ser verificado con mucha prolijidad resulta peligrosa su redacción actual. Parcería más acertado, si se quiere hacer hincapié en estas importantes solicitaciones, que fuera extensivo a todos los esfuerzos de corte, en cuyo caso la redacción podría ser la siguiente: al establecer las solicitaciones provenientes de la acción sísmica se calcularán tanto los momentos flectores como los esfuerzos de corte y tensiones diagonales de las diversas piezas de la construcción.

En el Art. 157 dice la Ordenanza: «No se permitirá la construcción de saledizo alguno: balcón, bow-window, lucarna, antetecho, saliente de cortafuego, etc., que no esté eficazmente ligado a los muros de soporte y que, en conjunto con dichos muros, no satisfaga las condiciones de estabilidad contra las acciones sísmicas».

«Con respecto a los edificios existentes la autoridad local tiene facultad para hacer revisar todas las obras a que se refiere el inciso anterior y para ordenar que se hagan todos los trabajos necesarios para asegurar su perfecta estabilidad». En cuanto a esto puede decirse que es evidente que la Ordenanza está en lo justo al dar importancia a la estabilidad sísmica de las partes salientes de los edificios hasta el extremo de facultar a la autoridad local para ordenar las reparaciones necesarias en los edificios existentes; pero también es evidente que la facultad es en la Ordenanza discrecional, lo que le resta casi todo su valor porque en la práctica no se hace uso de ella. Estimamos a este respecto que sería mejor hacer esta reglamentación obligatoria y extenderla a la estructura general de los edificios. Basta imaginar los desastrosos efectos que tendría un terremoto de grado X y aun IX en Santiago para convenir en la necesidad de esta medida. Para poner en práctica esta medida podría la Dirección de Obras Públicas contratar Comisiones formadas por ingenieros y arquitectos para que revisen las construcciones existentes en las ciudades más importantes. Estima, sin embargo, la Comisión que, como el financiamiento y puesta en práctica de estas ideas presenta algunas dificultades sería preferible que fuera la propia Dirección General de Obras Públicas la que indique el procedimiento.

En el art. 165 de la Ordenanza se especifica la continuidad de los cimientos para muros de adobe y albañilería de ladrillos. La Comisión estima que hay conveniencia en que todos los cimientos cumplan con esta condición. También parece necesario impedir las bruscas alteraciones en la profundidad de los cimientos ya que esto produce desiguales asentamientos del terreno de fundación y es especialmente nocivo durante el fenómeno sísmico. Finalmente debería consultarse la disposición de una ca-

dena en la parte superior de los cimientos para prevenir dislocaciones del terreno de fundación, a menos que éste sea de roca. Debería entonces reemplazarse el referido artículo 165 por lo siguiente: «Los cimientos de los edificios deberán, en general, ser continuos, no tener variaciones bruscas de profundidad dentro de un mismo cuerpo de edificio a menos que varíe la calidad del terreno y llevar una cadena longitudinal de hormigón armado cuya armadura no podrá tener menos de 3 cms.² de sección por piso de altura del edificio. En edificios fundados directamente en roca podrá omitirse la cadena. Cuando el cimiento sea del tipo de pilares se dispondrán amarras horizontales de hormigón armado que aseguren la trabazón del conjunto de los cimientos. En el Art. 166 se fijan normas para cimientos aislados recomendando su unión con los cimientos del resto del edificio. Estima la Comisión que en vez de una recomendación debe establecerse la obligación de esta unión. Podría redactarse este artículo como sigue: «los cimientos de pilares o apoyos aislados deberán quedar unidos entre sí y a los cimientos de los muros principales por cimientos continuos provistos de cadena o por amarras de hormigón armado. En el Art. 172 se prescribe el empleo de techumbres livianas en edificios de adobe. Como ya se ha establecido al hablar de edificios de adobe en el art. 3.º podría suprimirse este artículo.

En el Art. 438 se dice: «En toda construcción nueva o existente queda prohibida toda condición peligrosa o perjudicial para la salud o vida de sus ocupantes sea por causa de ventilación, iluminación natural, desagües, humedad del suelo, muros o techumbres o instalaciones de cualquier naturaleza, como asimismo toda condición peligrosa para las propiedades vecinas por alguna de las causas señaladas». La Comisión estima que habría conveniencia en referirse también en este artículo al peligro que en caso de temblor pueden significar para una casa las propiedades vecinas en mal estado. Se ha comprobado en efecto, que muchas veces la caída de un muro o una chimenea o una muralla cortafuego pertenecientes a una casa mal construída produce gravísimos accidentes en propiedades vecinas bien construídas y antisísmicas. Se estima por eso que los propietarios que se sientan amenazados por edificios vecinos peligrosos podrían solicitar de las Direcciones de Obras Municipales correspondientes la revisión de esos edificios en la parte que los pueda afectar y su refuerzo en caso que sea necesario. La Dirección de Obras Municipales, previo estudio del caso, dictaría la resolución correspondiente en un plazo máximo de 90 días. Esta resolución sería dada a conocer a ambas partes, esto es, tanto al reclamante como al dueño de la propiedad considerada peligrosa o a su representante. Si la resolución de la Dirección de Obras Municipales ordena la ejecución de trabajos, estos deberán ser ejecutados dentro del plazo de un año para trabajos hasta por 5,000 pesos y de dos años para trabajos de mayor valor. Estos trabajos se ejecutarían bajo la vigilancia de la Dirección de Obras Municipales. Ambas partes podrían reclamar de la Resolución de la Dirección de Obras Municipales en la forma estipulada en la presente Ordenanza. Los propietarios de edificios que, por haber sido construídos en contravención con la Ordenanza o por no haber ejecutado oportunamente los refuerzos u otras medidas antisísmicas ordenadas por las Direcciones de Obras Municipales, ocasionarán perjuicios o desgracias personales a terceros a causa de temblores o terremotos, serán responsables ante esas terceras personas por estos daños, sin perjuicio de las sanciones establecidas por la Ordenanza.

OBSERVACIONES RELATIVAS A LA APROBACIÓN DE LOS PROYECTOS

Además de las modificaciones que se han propuesto para la Ordenanza, la Comisión estima necesario introducir una reforma en la Ley General sobre Construcciones y Urbanismo, tendiente a impedir que los proyectos de obras importantes sean aprobados por personas no tituladas. Para esto podría cambiarse la redacción del Art. 5.º de la Ley que dice: «Las Municipalidades cuyas Direcciones de Obras Municipales fueren desempeñados por personas sin título profesional, podrán disponer que dichas reparticiones sean asesoradas, en la aplicación de la presente Ley, por consultores técnicos. La designación de estos consultores deberá recaer en arquitectos o ingenieros titulados», por la siguiente: «Las Municipalidades cuyas Direcciones de Obras Municipales fueran desempeñadas por personas sin título profesional deberán disponer que dichas reparticiones sean asesoradas, en la aplicación de la presente Ley por consultores técnicos. La designación de estos consultores deberá recaer en arquitectos o ingenieros titulados. El Presidente de la República fijará los casos en que, para otorgar los permisos de edificación se necesite la aprobación del Consultor Técnico». Se hace así obligatoria la designación de consultores titulados y se exige el visto bueno de estos consultores para ciertas construcciones.

Se podría entonces establecer en la Ordenanza, a continuación del Art. 26 por ejemplo, un nuevo artículo que diga que los proyectos de edificios de las clases A y B, además los destinados a teatros, iglesias, Bancos, Estadios, Fábricas, etc., o los de cualquier clase de construcción cuyo presupuesto exceda de 500,000 pesos, deberán ser aprobados por los consultores técnicos a que se refiere el Art. 5.º de la ley. La misma disposición se aplicaría al refuerzo o a la reparación de los edificios indicados en este inciso.

SANCIONES

Como la actual Ordenanza no establece específicamente sanciones para los propietarios que se niegan a ejecutar trabajos ordenados por las Direcciones de Obras Municipales, podría agregarse al artículo 440 el siguiente inciso: j). «Los propietarios que se nieguen a ejecutar, dentro del plazo estipulado, trabajos de reforzamiento u otras medidas tendientes a la seguridad, exigidas por la Dirección de Obras Municipales, serán sancionados con multa de 500 a 2,000 pcsos y con la clausura de la propiedad hasta que hayan sido ejecutadas satisfactoriamente las obras o tomado las medidas ordenadas».

OBSERVACIONES RELATIVAS A LA EDIFICACIÓN EN CONJUNTO

Las observaciones anteriores se referían a la 1.ª parte de la Ordenanza, o sea, a los edificios considerados por separado. Con relación a la edificación en conjunto, existe el peligro de que construcciones diferentes, ligadas entre sí por muros medianeros u otros elementos, vibren en desacuerdo durante el temblor. Este peligro se presenta en edificios poco rígidos, ya que los más rígidos siguen muy aproximadamente el movimiento del terreno de fundación, que es generalmente el mismo aun para pun-

tos alejados. Sería entonces recomendable separar de sus vecinos a las construcciones poco rígidas, para lo cual podría, a continuación del Art. 451, agregar el siguiente artículo: «Cada edificio se construirá, en general, como un cuerpo o conjunto de cuerpos aislados, de forma rectangular, con sus muros propios independientes y los edificios en que, de acuerdo con el Art. 151 de esta Ordenanza, la acción de los temblores debe asimilarse a una vibración horizontal, no podrán construirse formando un solo cuerpo con los edificios vecinos sino que deberán estar separados a lo menos por un espacio libre de 0,20 m. Sin embargo, se harán excepción a esta regla cuando se trate de edificios calculados expresamente para vibrar en conjunto con sus vecinos».

g) *Habitación Barata*

Una simple inspección ocular a la zona devastada por el terremoto de Chillán demuestra que los edificios que mejor resistieron son: los de hormigón armado, los de albañilería de ladrillo con cadenas y pilares de hormigón armado, los de madera y los de muros formados por pies derechos de madera con rellenos livianos. Esto queda también en claro en la estadística que se acompaña, en el capítulo b) de este informe. En efecto, ella indica que las casas de hormigón armado no se derrumbaron y que el 80% quedó en perfecto estado, las casas de albañilería de ladrillo con cadenas y pilares de hormigón armado se derrumbaron en un 11% y el 84% quedó o en perfecto estado o poco deteriorado, las casas de madera tampoco se derrumbaron y el 92% quedó en perfecto estado o poco deteriorados y las casas de muros formados por pies derechos de madera con rellenos livianos se derrumbaron en un 6% y un 86% quedó poco deteriorado.

Los edificios de adobe o los de albañilería de ladrillo sin cadenas ni pilares han sido los que, en general, se han caído. Un 59% se ha derrumbado y sólo un 35% no ha quedado enteramente inutilizado entre las primeras de estas habitaciones y un 44% se ha derrumbado y sólo un 43% no ha quedado enteramente inutilizado entre las últimas. Estos dos tipos de habitaciones debieran, en consecuencia, proscribirse. Sin embargo surge la pregunta de si siempre habrá materiales adecuados para reemplazar al adobe. Por este motivo la Comisión no ha querido recomendar la supresión de este tipo de casa de la lista de la Ordenanza y se ha limitado a indicar modificaciones que aumenten su resistencia sísmica. Debe advertirse que no hay que pensar que tales modificaciones conduzcan a hacer estas casas seguras contra terremotos, porque el adobe tiene condiciones específicas, tales como su fragilidad, peso, falta de homogeneidad, desmejoramiento con el tiempo, etc., que le impiden comportarse satisfactoriamente.

Pero, si por ahora no parece posible suprimir enteramente el adobe, estimamos en cambio útil hacer una propaganda constante para llevar al ánimo de la gente la idea de que debe, en lo posible, evitarse su empleo. Y el procedimiento más eficaz sería 1.º divulgar otros procedimientos de construcción que lo reemplacen y 2.º dar facilidades a los interesados que deseen construir con otros materiales antisísmicos.

Con relación al 1.º punto parece evidente que las casas de madera como también las de pies derechos de madera con rellenos livianos que aparecen en la letra H reformada de la Ordenanza pueden ser recomendadas como sistemas antisísmicos y económicos con la salvedad, en cuanto a las casas de madera de que están tan expues-

tas al peligro de incendios que no debería permitirse su construcción continua en las ciudades. Cada casa debería estar separada a lo menos por 10 metros de espacio libre de sus vecinas y 15 si se trata de un edificio de dos o tres pisos. Se ha visto también que las clases comprendidas entre las letras C y F de la Ordenanza son recomendables como construcciones antisísmicas. Desgraciadamente el costo de estas habitaciones ya no es tan bajo. Sin embargo, abordado el problema en forma colectiva como lo hace la Caja de la Habitación Barata, pueden reducirse los costos substancialmente. La Comisión de acuerdo con los datos que se sirvió suministrarle el señor Director de esa Institución, ha podido establecer que casas de los tipos C a F de la Ordenanza pueden obtenerse a precios no mayores de 350 pesos por m², lo que ya está al alcance de obreros de salarios altos. Fuera de la Ordenanza existen también sistemas de construcción que ya sea por los métodos de ejecución empleados o por los materiales, resultan económicos. Las casas formadas por planchas de virutas cementadas, el sistema de moldes de hormigón armado y otros pueden llegar a ser sistemas recomendables si su fabricación se controla debidamente. Finalmente las posibilidades de la construcción en serie de casas de madera son todavía muy grandes.

Con relación al 2.º punto, o sea, a las facilidades que se le daría a los interesados que deseen construir con materiales asísmicos, ellas podrían consistir en el suministro por el Estado de los planos y datos técnicos necesarios a todas aquellas personas que deseen edificar para sí casas de no más de 20,000 pesos (excluyendo el terreno). Estos planos podrían ser confeccionados por las Direcciones de Obras Municipales o por Oficinas Regionales destinadas a ese fin que dependan de la Dirección de Obras Públicas.

h) Conclusiones

De los anteriores antecedentes esta Comisión ha podido llegar a las siguientes conclusiones:

- 1) La ingeniería moderna posee los medios suficientes para reducir casi enteramente los efectos de un temblor de grado X y tal vez XI de la escala de Sieberg.
- 2) Para llegar a este resultado no puede confiarse sólo en la calidad de los materiales empleados, en la buena confección de las obras ni en la calidad de los terrenos: es preciso, ante todo, que las construcciones tengan una concepción antisísmica.
- 3) Para llegar a generalizar la construcción antisísmica es preciso mejorar y hacer cumplir efectivamente la Ordenanza General de construcciones; y preparar nuestros técnicos en estos problemas.

Con relación a la Ordenanza, hemos incluido en este informe un proyecto de modificación que contempla entre otros, los siguientes tres puntos de importancia: a) Extender su aplicación hasta los campos; b) Mejorar la construcción de adobe y c) Introducir en los cálculos de obras de hormigón armado, acero o madera, la teoría de las vibraciones además del concepto de la aceleración que aparece en la actual Ordenanza. Con relación a la preparación de los técnicos en los problemas de la antisismicidad estimamos necesario: a) Designar a un ingeniero civil y a un arquitecto de la Universidad de Chile para que estudien en EE UU y en el Japón, a lo menos durante año y medio, todo lo relacionado con la construcción antisísmica y con la observación de los temblores. Estos profesionales propondrían al Gobierno la adqui-

sición de aparatos que la técnica moderna aconseje y contratarían, por cuenta fiscal, un especialista extranjero para hacer las instalaciones y mantenerlas en funciones durante el tiempo necesario para preparar personal nacional; b) Crear la cátedra de Sismología Aplicada en las Escuelas de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Chile; c) Crear en la Dirección General de Obras Públicas una Sección de Sismología Aplicada que se haga cargo de los estudios de la antisismicidad de las construcciones y que sirva de organismo técnico central para resolver todos los problemas referentes a esta materia en el país; d) Solicitar del Supremo Gobierno una subvención de 100 mil pesos al año para el Observatorio Sismológico de la Universidad de Chile para mejorar y mantener un servicio adecuado a la importancia que tiene para nosotros esta rama de la Ciencia.

4) El territorio nacional está sometido por entero a terremotos de gran intensidad, de modo que no es prudente delimitar, como en Italia por ejemplo, zonas de mayor o menor intensidad sísmica, aunque la frecuencia de los terremotos no es la misma en todos los puntos de la República, según indica la experiencia no muy dilatada que tenemos.

5) La geología local, contrariamente a las ideas corrientes, no ha demostrado en el último cataclismo tener gran influencia en el poder destructor del terremoto, por lo cual se recomienda continuar las investigaciones sobre esta materia.

6) La concepción antisísmica de las construcciones no siempre significa un mayor costo apreciable de ellas: tal es el caso verbigracia en las construcciones de hormigón armado, de madera, galpones de acero, etc. En las demás el encarecimiento no sobrepasa la cuantía de 10 a 15% del valor de la obra gruesa y es, a menudo, apreciablemente menor.

7) La existencia de edificios construídos con anterioridad a la vigencia de la actual Ordenanza General de Construcciones y en consecuencia, que no realizan las condiciones mínimas de antisismicidad en ella contempladas, significa un peligro evidente para la vida y los bienes de la población, especialmente en las grandes ciudades. Con el objeto de evitar esto se estima conveniente que el Estado, por medio de sus organismos técnicos, haga practicar una revisión en que se señalen los peligros a fin de que se puedan subsanar o corregir oportunamente.

8) El control de la edificación ha sido llevado hasta ahora por las Municipalidades. Como, por diversas razones ese control ha sido insuficiente en la aplicación de la Ordenanza General de Construcciones, y es probable que las mayores dificultades técnicas de la nueva reglamentación haga aún más marcada esa insuficiencia, la Comisión estima que habría conveniencia en que el Estado se hiciera cargo del control de la edificación particular, entregándolo a un organismo nuevo o bien, a una Oficina importante como la Dirección General de Obras Públicas.

9) Sería conveniente mantener en funciones una Comisión permanente en que participaran personas de diversas reparticiones públicas para colaborar en el estudio de los problemas creados por los terremotos. La complejidad y universalidad del problema aconseja dar intervención en estas materias a todas las entidades que se relacionen con la construcción y estudios en conexión con ella.