

## SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA Y SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS

**ARQ. FELIPE DE JESÚS GUTIÉRREZ GUTIÉRREZ**, Secretario de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Ciudad de México, e **ING. EDGAR OSWALDO TUNGÚI RODRÍGUEZ**, Secretario de Obras y Servicios de la Ciudad de México, con fundamento en los artículos 87 y 115 fracción XI del Estatuto de Gobierno del Distrito Federal; 5, 15, fracciones II y V, 16 fracciones II y IV, 24 fracción XX y 27 de la Ley Orgánica de la Administración Pública de la Ciudad de México; 4º, fracciones III y VIII y Transitorio Tercero de la Ley para la Reconstrucción, Recuperación y Transformación de la Ciudad de México en una cada vez más Resiliente; 7 fracción I de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal; 11 de la Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal; 26, fracción X del Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal; 1, 2, fracciones I y XI, 3 fracción XIV y Quinto Transitorio del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, y

### CONSIDERANDO

Que las Normas Técnicas Complementarias permiten orientar el desarrollo urbano hacia una Ciudad compacta, dinámica, policéntrica y que aproxime el empleo y los hogares a las redes de transporte público y propicie la equidad territorial, garantizando con ello mejores condiciones de vida para los habitantes de la Ciudad de México.

Que conforme a lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley para la Reconstrucción, Recuperación y Transformación de la Ciudad de México en una cada vez más Resiliente, publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 1º de diciembre de 2017, se señala que el Gobierno actualizará las Normas Técnicas Complementarias para: 1. Diseño de Cimentaciones; 2. Diseño por Sismo; 3. Diseño por Viento; 4. Diseño y Construcción de Estructuras de Acero; 5. Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto; 6. Diseño y Construcción de Estructuras de Madera; 7. Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería; 8. Revisión y Dictamen de la Seguridad Estructural de las Edificación.

Que el Gobierno de la Ciudad de México debe revisar las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones con el objeto de actualizar su contenido y requisitos según los avances en sus distintas materias. Las Normas Técnicas actualizadas servirán como plataforma para la implantación del Programa para la Transformación de la Ciudad de México en una CDMX cada vez más Resiliente establecido en el Artículo 11 de esa Ley.

Que con base en la Ley para la Reconstrucción, Recuperación y Transformación de la Ciudad de México en una cada vez más Resiliente, el Gobierno debe elaborar las Normas Técnicas Complementarias para la Rehabilitación, aplicables a los edificios dañados por el sismo del 19 de Septiembre de 2017, hemos tenido a bien expedir las

## NORMAS PARA LA REHABILITACIÓN SÍSMICA DE EDIFICIOS DE CONCRETO DAÑADOS POR EL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 2017

### CAPÍTULO PRIMERO CONSIDERACIONES GENERALES

#### 1.1 Alcance y contenido

Estas Normas contienen los requisitos mínimos para la evaluación de la seguridad estructural y la rehabilitación estructural de las edificaciones dañadas por el sismo del 19 de septiembre de 2017. En este Capítulo se incluyen las definiciones de los conceptos usados en estas Normas.

En el Capítulo Segundo se describe el proceso de Evaluación, la investigación y documentación de la edificación y de las acciones que la dañaron, la clasificación del daño en los elementos y su impacto en el comportamiento de toda la edificación, a fin de determinar su nivel de seguridad y de cumplimiento de los niveles de seguridad establecidos en el Reglamento. Se incluyen los requisitos para el análisis estructural de la edificación dañada y los criterios de aceptación.

En el Capítulo Tercero se incluyen los requisitos y procedimientos para: el proyecto de Rehabilitación; el apuntalamiento, Rehabilitación temporal y demolición; la conexión entre elementos existentes y materiales o elementos nuevos; la reparación y reforzamiento de elementos; la Rehabilitación de edificios con planta baja débil; la Rehabilitación de edificios dañados por golpeteo; la Rehabilitación de la cimentación, y la elaboración de la memoria de cálculo.

En el Capítulo Cuarto se incluyen los requisitos para la construcción, inspección y control de calidad de los trabajos de Rehabilitación.

## **1.2 Definiciones**

I. Constructor, a la persona física o moral encargada de ejecutar la obra de conformidad con el proyecto ejecutivo autorizado conforme al Reglamento;

II. Corresponsable, al Corresponsable en Seguridad Estructural;

III. Director, al Director Responsable de Obra;

IV. Edificación, a la construcción sobre un predio;

V. Estudio de Mecánica de Suelos, al informe escrito que contiene las características geológicas y geotécnicas del sitio donde se llevará a cabo la obra, campaña de exploración, ensayos, determinación de las características mecánicas del material que compone el subsuelo, investigaciones geofísicas en su caso, y toda la información necesaria a fin de que el ingeniero geotécnico defina la cimentación adecuada para las condiciones del terreno, incluyendo la excavación y las medidas de contención, estabilización del terreno y protección a colindancias;

VI. Evaluación de la seguridad estructural, al proceso de identificación de daños, jerarquización del nivel de vulnerabilidad de elementos estructurales y no estructurales, y de determinación del nivel de seguridad de la edificación completa;

VII. Ferrocemento, al mortero de cemento reforzado por alambres de acero de pequeño diámetro o por una o varias capas de malla de alambre de acero;

VIII. Inmueble, al terreno y construcciones que en él se encuentran;

IX. Instituto, al Instituto para la Seguridad de las Construcciones del Distrito Federal;

X. Normas, a las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal;

XI. Propietario o Poseedor, a la persona física o moral que tiene la propiedad o posesión jurídica de un bien inmueble, donde se pretende realizar alguna construcción, modificar la estructura de la construcción existente o construir una nueva estructura, o en su caso, hacer la revisión de las construcciones existentes;

XII. Proyectista, a la persona física con cédula profesional encargada de realizar el proyecto arquitectónico, de estructura o de instalaciones, de conformidad con el Reglamento y sus Normas;

XIII. Proyecto ejecutivo de obra, al conjunto de planos, memorias descriptivas y de cálculo, estudios topográficos, de mecánica de suelos y de la calidad de los materiales, catálogo de conceptos, normas y especificaciones que contiene la información y define los aspectos para la construcción de una obra o instalación;

XIV. Recimentación, al incremento de la capacidad de carga de la cimentación o de la rigidez del suelo, y la reparación y/o reforzamiento de la cimentación;

XV. Reforzamiento, al incremento de la capacidad para resistir cargas de una estructura o de una parte de una estructura;

XVI. Reglamento, al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal;

XVII. Rehabilitación, al proceso de intervención estructural para recuperar las condiciones originales (reparación) o para mejorar el comportamiento de elementos y sistemas estructurales para que la edificación cumpla con los requisitos de seguridad contra colapso y de limitación de daños establecidos en el Reglamento; incluye a la recimentación, reforzamiento, reparación y rigidización;

XVIII. Reparación, al reemplazo o corrección de materiales, componentes o elementos de una estructura que se encuentran dañados o deteriorados, con el fin de recuperar su capacidad original;

XIX. Revisión de la Seguridad Estructural, a la comprobación de los estados límite de falla y de servicio de la estructura de obras nuevas o en proceso de construcción cuyos alcances se fijan según lo establecido en estas Normas;

XX. Rigidización, a la modificación de los elementos estructurales existentes y/o la adición de nuevos elementos estructurales para reducir los desplazamientos laterales ante acciones sísmicas.

### **1.3 Marco normativo**

La aplicación de estas Normas es obligatoria y es complementaria a la observancia del Reglamento y las Normas del Reglamento, en especial de las relacionadas con las acciones de diseño y con el análisis, así como con el diseño y construcción de estructuras con materiales de distintos tipos y de sus cimentaciones.

Todo proyecto de Rehabilitación estructural deberá ser revisado por un Corresponsable en Seguridad Estructural Nivel 1, de conformidad con el proceso establecido en las Normas Técnicas Complementarias.

Cuando no haya concordancia entre lo estipulado en las presentes Normas y en las otras Normas, regirán los requisitos de estas Normas.

## **CAPÍTULO SEGUNDO EVALUACIÓN**

### **2.1 Proceso de evaluación**

El Proyectista deberá evaluar la seguridad estructural siguiendo el proceso siguiente:

a) Realizar una inspección ocular detallada de la edificación que deberá incluir el retiro de acabados que recubren los elementos estructurales del sistema resistente a cargas laterales y los elementos estructurales dañados también deberá incluir a aquellos elementos que, aunque aparentemente no hayan sido considerados de carga en el diseño original, hayan contribuido a resistir el sismo del 19 de septiembre de 2017;

b) Investigación y documentación de la estructura, incluyendo daños causados por sismos u otras acciones;

c) Clasificación del daño en cada elemento de la edificación (estructural y no estructural), según su severidad y modo de comportamiento;

d) Estudio de los efectos del daño en los elementos estructurales en el desempeño futuro de la edificación;

e) Determinación del nivel de cumplimiento de los requisitos de seguridad contra colapso y de limitación de daños establecidos en el Reglamento.

### **2.2 Investigación y documentación de la estructura y de las acciones que la dañaron**

#### **2.2.1 Información básica**

El Proyectista deberá obtener toda la información sobre el edificio que sea relevante para la elaboración del proyecto, como año de construcción; planos arquitectónicos y estructurales, memorias, especificaciones, informes y dictámenes; daños experimentados en sismos anteriores, trabajos previos de Rehabilitación, materiales empleados en la construcción y otros que considere pertinentes.

Si no fuese posible obtener planos constructivos, se deberá realizar un levantamiento que incluya, por lo menos, las dimensiones de la edificación, en planta y elevación, y de las secciones transversales de los elementos estructurales y no estructurales relevantes para el proyecto. Si se requiere, se deberá desarrollar un levantamiento topográfico, y estudios de mecánica de suelos y de calidad de materiales.

## 2.2.2 Propiedades de los materiales

### 2.2.2.1 *Concreto*

Si se conocen las resistencias especificadas de diseño del concreto, éstas deberán verificarse en la edificación con esclerómetro o procedimiento equivalente no destructivo, haciendo un mínimo de tres pruebas por piso. La lectura del esclerómetro se calibrará a partir de la resistencia a compresión del concreto obtenida de, al menos, dos núcleos extraídos de los elementos estructurales más representativos a juicio del Corresponsable. Si las resistencias especificadas no se conocen, se deberán determinar haciendo un mínimo de tres pruebas de núcleos en cada uno de los entrepisos más dañados en columnas representativas a juicio del Corresponsable. El diámetro de los núcleos deberá ser de 75 mm.

Si no se conoce el módulo de elasticidad especificado de diseño del concreto, se podrá determinar a partir del ensaye de tres núcleos en cada uno de los entrepisos más dañados en columnas representativas a juicio del Corresponsable.

Si no se pueden obtener núcleos de concreto en los elementos de la cimentación, se permitirá tomar la resistencia a compresión del concreto igual a 20 MPa (200 kg/cm<sup>2</sup>).

El proceso de extracción y ensaye de los núcleos deberán satisfacer la norma NMX-C-169 ONNCCE.

### 2.2.2.2 *Acero de refuerzo*

Si no se conoce el esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo, se supondrá un valor de 280 MPa (2800 kg/cm<sup>2</sup>) si el edificio se construyó antes de 1965 y de 420 MPa (4200 kg/cm<sup>2</sup>) si se construyó en ese año o después.

Se procurará tener una estimación de la posición, separación y diámetro de las barras de acero de refuerzo mediante técnicas de evaluación no destructiva, como es el radar de penetración. Se podrán practicar calas para identificar el diámetro de estribos y del refuerzo longitudinal. El concreto retirado deberá ser reemplazado por un material con al menos la misma resistencia que el original. Si no se pueden obtener la posición, separación y diámetro, se permitirá suponer la cuantía mínima de refuerzo longitudinal y transversal establecida en el reglamento vigente al momento de la construcción del edificio.

En caso de que se requiera, los ensayos de las probetas de acero de refuerzo se realizarán de acuerdo con la norma NMX-B-172.

### 2.2.2.3 *Mampostería*

Si no se conocen las propiedades mecánicas de la mampostería, se podrán emplear los valores propuestos en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (NTC-Mampostería).

### 2.2.2.4 *Acero estructural*

Si no se conocen las propiedades mecánicas del acero estructural, se podrán emplear los valores propuestos en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero (NTC-Acero).

## 2.2.3 Identificación del sistema estructural

Se deberá identificar el sistema estructural resistente a acciones gravitacionales y accidentales (sismo). Se identificarán los muros que forman parte de este sistema y aquellos que no son elementos estructurales. En el caso de la liga entre muros de mampostería y losas o vigas, esta identificación puede hacerse extrayendo algunas piezas de la hilada superior del muro y revisando si los muros se colocaron antes o después de colar la losa o la viga.

En esta etapa de evaluación, se hará un levantamiento de daños en el edificio para ser clasificados según la sección 2.3. Se deberá registrar si existen desplomos indicando en qué elementos estructurales se presentaron, así como hundimientos generales y diferenciales, y movimientos del terreno respecto al edificio. Se organizará y conservará un archivo fotográfico del edificio con los daños detectados. Se deberá realizar una nivelación del edificio si el desplomo es mayor que 1%.

### **2.3 Clasificación del daño en los elementos y su impacto en el comportamiento de la edificación**

#### **2.3.1 Modo de comportamiento y tipo de daño**

Atendiendo al modo de comportamiento de los elementos estructurales y no estructurales, se deberá clasificar el tipo y magnitud de daño. El modo de comportamiento se define por el tipo de daño predominante en el elemento. El modo de comportamiento dependerá de la resistencia relativa del elemento a los distintos elementos mecánicos que actúen en él.

Los tipos de daño son:

- a) Flexión o flexocompresión en vigas, columnas, muros estructurales, losas, zapatas y contratrabes;
- b) Cortante en vigas, columnas, muros estructurales, losas planas, zapatas y contratrabes;
- c) Deformaciones en sistemas de pisos;
- d) Impacto en elementos estructurales por golpeteo;
- e) Corrosión y/o pérdida local de sección transversal;
- f) Inestabilidad de elementos no estructurales como recubrimientos, fachadas, tanques de almacenamiento, muros de relleno, etc.;
- g) Los producidos por inclinación y hundimientos diferenciales.

#### **2.3.2 Magnitud de daño**

La magnitud o severidad del daño en elementos estructurales se podrá clasificar en tres niveles:

- a) Ligero, cuando afecta ligeramente la capacidad estructural. Se requieren medidas de reparación para la mayor parte de los elementos y de modos de comportamiento. Grietas de hasta 0.2 mm de grosor en elementos de concreto reforzado se pueden considerar como daños ligeros. Los muros de mampostería de carga sin refuerzo interior vertical ni horizontal se considerarán con daño ligero si las grietas tienen hasta 1 mm de grosor. Se considerará que los muros no estructurales de mampostería tienen daños ligeros si las grietas tienen hasta 5 mm de grosor;
- b) Intermedio, cuando afecta medianamente la capacidad estructural. La Rehabilitación de los elementos dañados requerirá su reparación y reforzamiento y dependerá del tipo de elemento y modo de comportamiento. Se considera como daño intermedio a las grietas en el concreto superiores a 0.2 mm y hasta de 1 mm de grosor y en la mampostería sin refuerzo interior ni horizontal en muros de cargas superiores a 1 mm y hasta de 5 mm. Se considerará que los muros no estructurales de mampostería tienen daño intermedio si el grosor de las grietas es mayor que 5 mm y hasta 10 mm;
- c) Grave, cuando el daño afecta significativamente la capacidad estructural. La Rehabilitación implica una intervención amplia, con reemplazo o reforzamiento de algunos elementos. Ejemplos de daños graves son barras de refuerzo expuestas o pandeadas, concreto con aplastamiento significativo o con grietas mayores de 1mm de grosor, o muros de carga de mampostería sin refuerzo interior vertical ni horizontal, con grietas mayores de 5mm de grosor o con piezas aplastadas o desprendidas; o muros no estructurales, con grietas mayores de 10 mm o con piezas aplastadas y desprendidas. Se considerará daño grave la presencia de grietas que indiquen la formación de conos o pirámides truncados derivados de fallas en cortante por penetración entre columnas y losas planas.

Para la determinación de la magnitud del daño, su impacto en el comportamiento de la edificación y la selección de métodos de rehabilitación se podrán consultar las siguientes referencias:

- *Code Requirements for Assessment, Repair and Rehabilitation of Existing Concrete Structures and Commentary*, ACI-562, Instituto Americano del Concreto, Farmington Hills, MI, EUA. <https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=56216&Language=English>;
- *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*, ASCE/SEI 41-13, Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, Reston, VA, EUA. <http://www.asce.org/templates/publications-book-detail.aspx?id=6728>;
- *Evaluation of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Buildings*, FEMA 306, Agencia Federal de Manejo de Emergencias, Washington, DC, EUA. <https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1506-20490-1995/fema-306.pdf>;
- *Rehabilitación de estructuras de mampostería*, capítulo 11 del libro *Edificaciones de Mampostería para Vivienda*, Fundación ICA AC, Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda y Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, ISBN 968-5520-00-3, 2003, pp. 455-560.

### 2.3.3 Evaluación del impacto de elementos dañados en el comportamiento de la edificación

#### 2.3.3.1 Impacto del daño

Se deberá evaluar el efecto de grietas u otros signos de daño en el desempeño futuro de una edificación, en función de los posibles modos de comportamiento de los elementos dañados, sean estructurales o no estructurales.

#### 2.3.3.2 Edificación sin daño estructural y daño no estructural nulo o ligero (edificio etiquetado o con código “Verde”)

Si la edificación no presenta daño estructural alguno y tiene daños nulos o ligeros en elementos no estructurales, como los señalados en el inciso 2.3.2, la edificación será habitable. Se considera en esta categoría a las edificaciones inclinadas que cumplen con los límites de las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

Las reparaciones menores se podrán realizar con el edificio ocupado. Los elementos no estructurales dañados se podrán reparar, de acuerdo con lo señalado en las NTC-Mampostería, para recuperar su capacidad original.

#### 2.3.3.3 Edificación sin daño estructural o daño ligero y daño no estructural intermedio o grave (edificio etiquetado o con código “Amarillo”)

Si la edificación no presenta daño estructural alguno o tiene daño ligero y presenta daños intermedios o graves en elementos no estructurales, como los señalados en el inciso 2.3.2, la edificación no será habitable, total o parcialmente. Se considerará que la estructura tiene daño ligero cuando la contribución conjunta de los elementos no dañados o con daños ligeros, según el inciso 2.3.2, a la resistencia de cada entrepiso, alcanza al menos el 75% de la resistencia de diseño requerida por las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTC-Sismo).

La reparación de elementos estructurales con daño ligero se deberá realizar de acuerdo con la sección 3.4, como lo requiera el Corresponsable.

Las reparaciones de los elementos no estructurales con daños intermedios o bien, la sustitución de los elementos no estructurales con daño grave, deberán realizarse con los pisos correspondientes desocupados. Los elementos no estructurales dañados se podrán reparar, de acuerdo con lo señalado en las NTC-Mampostería, para recuperar su capacidad original. En su caso, los nuevos elementos no estructurales se deberán construir según los requisitos aplicables a muros diafragma de las NTC-Mampostería. En ningún caso se podrán construir muros diafragma de mampostería simple.

Los edificios con planta baja débil deberán cumplir los requisitos establecidos en los incisos 2.4.1 y 2.4.2, y en la sección 3.6.

#### 2.3.3.4 Edificación con daño estructural intermedio o grave sin importar en nivel de daño no estructural (edificio etiquetado o con código “Rojo”)

Las edificaciones con daños intermedios o graves, deberán rehabilitarse siguiendo los requisitos del Capítulo Tercero. Se considera que una estructura tiene daño intermedio o grave si los elementos estructurales de cualquier entrepiso que contribuyen conjuntamente con el 75% de la resistencia de diseño al cortante de entrepiso requerida por las NTC-Sismo, tienen daños intermedios o graves, como los definidos en el inciso 2.3.2. Se considera en esta categoría a las edificaciones inclinadas que no cumplen con los límites de las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

#### 2.3.3.5 Capacidad remanente

Para evaluar la seguridad estructural de una edificación será necesario determinar la capacidad remanente en cada elemento para cada modo de comportamiento posible o predominante. Dicha capacidad estará definida por el nivel de acciones con el cual el elemento, de la estructura o cimentación, alcanza un primer estado límite de falla o de servicio, dependiendo del tipo de revisión que se lleve a cabo. Si el daño es grave, se podrá suponer que la capacidad remanente del elemento es nula; si el daño es intermedio, se podrá suponer que la rigidez y resistencia remanentes son el 50% y 75% de las calculadas para un elemento sin daño, respectivamente. Si el daño es ligero, se supondrá que la rigidez y resistencia remanentes son el 75% y 100% de las calculadas para un elemento sin daño, respectivamente.

Si los ganchos de los estribos en columnas o vigas están doblados a 90°, son de alambre liso (alambrón) o bien si la estructura es anterior a 1976, se despreciará la contribución de los estribos a cortante y para confinamiento.

#### 2.3.3.6 Cálculo de la capacidad estructural

Para obtener la capacidad estructural se podrán usar los métodos de análisis elástico convencional, así como los requisitos y ecuaciones aplicables de las Normas Técnicas Complementarias que correspondan. Cuando en la inspección en sitio no se observe daño estructural alguno, se puede suponer que la capacidad original del elemento estructural está intacta. En edificaciones con daños estructurales, deberá considerarse la participación de los elementos dañados y de los elementos reparados, afectando su capacidad individual según el tipo y nivel de daño. En edificaciones inclinadas deberá incluirse el efecto del desplomo en el análisis.

#### 2.3.3.7 Consideraciones para evaluar la seguridad estructural

Para evaluar la seguridad estructural de una edificación se deberán considerar, entre otros, su deformabilidad, los defectos e irregularidades en la estructuración y cimentación, el riesgo inherente a su ubicación, la interacción con las estructuras vecinas, la calidad del mantenimiento y el uso al que se destine. En la revisión de la seguridad estructural se deberán utilizar los criterios de análisis y diseño de las Normas correspondientes al material o materiales estructurales de que se trate.

Es deseable que a las estructuras con daños intermedios y graves se les practique un estudio de evaluación dinámica para medir los periodos de vibración con ruido ambiental. Estos valores se utilizarán para ubicar el periodo del edificio en el espectro para diseño sísmico y se compararán con los que se midan después de la Rehabilitación.

## 2.4 Análisis estructural de la edificación dañada y criterio de aceptación

### 2.4.1 Consideraciones para el análisis estructural

Si la edificación tiene planta baja débil (sección 3.6) y la estructura sólo tiene daños ligeros, según el inciso 2.3.2, será necesario realizar un análisis estático o dinámico de acuerdo con NTC-Sismo, usando el factor de comportamiento sísmico  $Q$  consistente con el nivel de detallado de la estructura por rehabilitar. En caso de desconocer el nivel de detallado, se supondrá un valor de  $Q=2$ .

Para todas las estructuras con daños intermedios o graves, se analizará con el método dinámico modal, usando un factor de comportamiento sísmico  $Q = 2$ , afectado por el factor de irregularidad que corresponda a la estructura, y suponiendo comportamiento lineal. La estructura se modelará según el sistema estructural resistente identificado en el inciso 2.2.3. Si los muros están ligados a este sistema, se incluirán en el modelo como elementos resistentes y que contribuyen a la rigidez lateral, considerando la reducción del momento de inercia que se especifica en las Normas correspondientes.

Si no se dispone de evidencia de la clase de concreto, se podrá suponer un módulo de elasticidad

$$E_c = 8,000\sqrt{f'_c}$$

Los factores de carga para el análisis serán los establecidos en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

#### 2.4.2 Criterios de aceptación

Cuando la edificación tiene planta baja débil (sección 3.6), solamente presenta daños ligeros (inciso 2.3.2) y las distorsiones de entrepiso, para el sismo de diseño, no exceden 0.006, bastará con reparar los daños de acuerdo con los métodos del Capítulo 3 y con lo establecido en 2.3.3.3.

Si en el análisis de la estructura, independientemente del nivel de daño y tipo de sistema estructural, cualquiera de las distorsiones de entrepiso, para el sismo de diseño, excede 0.006, se deberá rehabilitar la estructura de acuerdo con el Capítulo Tercero. En el caso de edificaciones con planta baja débil, se aplicará lo establecido en la sección 3.6.

## CAPÍTULO TERCERO REHABILITACIÓN

### 3.1 Requisitos del proyecto de Rehabilitación

Si en el análisis estructural se exceden las distorsiones máximas admisibles o si los elementos estructurales tienen daños intermedios o graves, será necesario hacer un proyecto de Rehabilitación. Este proyecto deberá llevar a la estructura a una situación en que, al analizarla nuevamente con los criterios fijados en la sección 2.4, no se excedan las distorsiones permisibles según las NTC-Sismo, y que las resistencias nominales de los elementos, multiplicadas por un factor de resistencia, sean iguales o mayores que las acciones mecánicas factorizadas.

Para la determinación de la resistencia de los elementos estructurales de la estructura rehabilitada, se deben usar los siguientes factores de resistencia,  $F_R$ , menores que los especificados en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, excepto para flexión pura, para:

- Flexión, 0.9;
- Fuerza cortante en vigas y columnas, 0.60;
- Cortante por penetración en losas planas y zapatas 0.60;
- Flexocompresión, 0.70 si el núcleo está confinado o si la falla es en tensión, 0.60 si el núcleo no está confinado y la falla es en compresión; y
- Torsión, 0.60.

El proyecto de Rehabilitación podrá hacerse utilizando alguna de las técnicas descritas en las secciones 3.3 a 3.5 o una combinación de ellas.

### 3.2 Apuntalamiento, Rehabilitación temporal y demolición

#### 3.2.1 Control del acceso

Si se detectan daños en la estructura que puedan poner en peligro su estabilidad, deberá controlarse el acceso a la misma y proceder a su Rehabilitación temporal en tanto se termina la evaluación. En aquellos casos en que los daños hagan inminente el derrumbe total o parcial, con riesgo para las construcciones o vías de comunicación vecinas, será necesario evaluar la demolición urgente de la estructura o de la parte de ésta que representa un riesgo. Mientras se evalúa la demolición, se deberán tomar todas las medidas necesarias para evitar la afectación de construcciones y vías de comunicación vecinas.



### 3.2.2 Rehabilitación temporal

Cuando el nivel de daños observados en una edificación así lo requiera, será necesario rehabilitar temporalmente, o apuntalar, de modo que se proporcione la rigidez y resistencia provisionales necesarias para la seguridad de los trabajadores que laboren en el inmueble, así como de los vecinos y peatones en las zonas adyacentes. La Rehabilitación temporal será igualmente necesaria cuando se efectúen modificaciones a una estructura que impliquen la disminución transitoria de la rigidez o capacidad resistente de algún elemento estructural.

### 3.2.3 Seguridad durante la construcción de la Rehabilitación

Antes de iniciar las obras de Rehabilitación, deberá revisarse que el edificio satisface la sección 2.8 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo. Para cumplir con este requisito será necesario recurrir, en los casos que se requiera, a la rigidización temporal de algunas partes de la estructura.

## 3.3 Conexión entre elementos existentes y materiales o elementos nuevos

Las conexiones entre elementos existentes y los materiales o elementos nuevos se deben diseñar y ejecutar de manera de alcanzar un comportamiento monolítico y de asegurar la transmisión de fuerzas entre ellos. Se admitirá usar anclas, fijadores o pernos adhesivos o de percusión (estos últimos son instalados mediante cargas explosivas de potencia controlada).

## 3.4 Reparación de elementos

### 3.4.1 Alcance

Cuando se requiera recuperar la capacidad original de un elemento será necesaria su reparación o restauración. Aquellos elementos dañados que adicionalmente serán reforzados deberán ser reparados antes.

Conviene hacer notar que el éxito de una reparación, por ejemplo de la eficacia de la inyección de grietas depende, entre otros factores, de la magnitud del daño y de la calidad de la ejecución.

### 3.4.2 Reemplazo de piezas, mortero, barras y concreto dañados

En elementos con daño severo y muy grave, puede ser necesario sustituir a los materiales dañados por materiales nuevos, previo apuntalamiento del elemento por reparar. Se deberá promover una buena adherencia entre los materiales existentes y los nuevos, así como prever pequeños cambios volumétricos debidos a la contracción por fraguado. Se usarán materiales del mismo tipo y con una resistencia al menos igual que la del material original.

### 3.4.3 Reparación de grietas

#### 3.4.3.1 Inyección de resinas y lechadas

Se podrá recurrir a la inyección de resinas o fluidos a base de polímeros o cementos hidráulicos. No se admitirán inyecciones por el método de vacío.

Los fluidos a base de cementos hidráulicos (lechadas) deberán dosificarse de modo de asegurar que fluyan a través de grietas y vacíos, pero sin aumentar la segregación, sangrado y contracción plástica.

La viscosidad y tipo de las resinas epóxicas se determinarán en función del grosor de las grietas por obturar y de la absorción del concreto o de las piezas de mampostería. Las resinas se aplican para rellenar grietas entre 0.2 y 5 mm de grosor. La reparación de grietas superiores a 5 mm de grosor deberá hacerse con lechadas a base de cementos hidráulicos o de cementantes epóxicos.

Cuando en un muro de mampostería, las grietas tengan un grosor significativo (del orden de 5 mm), se podrán rellenar mediante pedazos de piezas, denominadas rajuelas. Las rajuelas deben acuñarse debidamente y deben pegarse con mortero tipo I (NTC-Mampostería).

En todos los casos, se debe retirar el acabado del muro cuando menos en los 300 mm adyacentes a la grieta.

#### 3.4.3.2 *Inserción de piezas metálicas*

Se aceptará insertar placas, grapas, pernos u otros elementos metálicos que crucen las grietas. Los elementos metálicos deberán anclarse en la mampostería o en el concreto de modo que puedan desarrollar la fuerza de diseño. Los reforzamientos deben cubrirse con mortero impermeable para protegerlos del intemperismo. Si esta técnica se aplica para reparar daño debido a sismo, se deberán tomar precauciones para evitar el pandeo de las grapas durante los ciclos de desplazamiento.

Se podrá insertar barras metálicas en perforaciones previamente realizadas en la mampostería. Las barras metálicas se adherirán a la mampostería mediante una lechada o resina epóxica que se inyecte en los barrenos. La perforación deberá realizarse con equipo que no dañe la mampostería. Las barras podrán ser presforzadas.

#### 3.4.3.3 *Aplanado sobre malla*

Tras haber obturado las grietas con lechadas, resinas y/o pedazos de piezas de mampostería y mortero, las grietas se podrán reparar por medio de bandas hechas de malla de alambre soldado, conectadas a la mampostería y recubiertas con un aplanado de mortero de, al menos, 20 mm de espesor. Las bandas de malla se deberán anclar a la mampostería de modo que puedan alcanzar la fuerza de diseño. Para el anclaje se deberá cumplir con lo indicado en las NTC-Mampostería.

#### 3.4.4 Reparación de daños debidos a corrosión

Se deberá retirar el concreto o la mampostería agrietada y exponer totalmente las barras de refuerzo corroídas y sanas que estén dentro de la zona afectada. Para asegurar la adherencia entre los materiales nuevos, las barras de refuerzo y el concreto o mampostería viejos, se deberán limpiar las barras y las superficies del material existente. Si las barras corroídas han perdido más de un 25 por ciento de su sección transversal, se deben reemplazar o bien colocar barras suplementarias ancladas adecuadamente. Se evitará la soldadura de acero de refuerzo anterior a 1976. El concreto o mampostería nueva que se coloque deberá tener una menor permeabilidad que la de los materiales existentes. Se deberá considerar la conveniencia de proteger de la corrosión al acero de refuerzo expuesto mediante medidas activas o pasivas.

### 3.5 **Reforzamiento**

#### 3.5.1 Generalidades

Cuando se requiera modificar las capacidades resistente o de deformación de un elemento estructural, será necesario recurrir a su reforzamiento. El reforzamiento de un elemento suele producir cambios en su rigidez que deberán tomarse en cuenta en el análisis estructural.

En cualquiera de los métodos presentados adelante debe tomarse en cuenta que su utilización modifica el sistema estructural existente y que es necesario analizar la nueva estructura para estudiar el trabajo conjunto de los elementos estructurales añadidos con los ya existentes. Debe considerarse que la distribución de cargas entre los elementos estructurales y los nuevos no es igual a la de una estructura totalmente nueva que tenga los mismos elementos. Algunas cargas, sobre todo gravitacionales, ya están actuando sobre los elementos existentes y no pueden transmitirse a los nuevos. Por ejemplo, si se adicionan muros de cortante, es difícil que contribuyan a resistir las cargas gravitacionales. Se debe revisar que la modificación de los elementos sujetos a reforzamiento no produzca que los elementos no intervenidos alcancen, prematuramente, estados límite de servicio o de falla, que puedan conducir a comportamientos desfavorables y no estables. El análisis estructural podrá efectuarse suponiendo el comportamiento monolítico del elemento original y su reforzamiento, si el diseño y ejecución de las conexiones entre los materiales así lo aseguran.

El reforzamiento debe diseñarse para reducir las excentricidades en planta del edificio y los efectos de torsión, y para que, en la medida de lo posible, no se acerque el periodo de vibración de la estructura ya rehabilitada a la zona del espectro de diseño que corresponde a mayores coeficientes sísmicos.

Se debe revisar que el sistema de cimentación sea capaz de resistir los elementos mecánicos transmitidos por la estructura rehabilitada, según la sección 3.8. En general, se procurará que la incorporación de nuevos elementos estructurales afecte lo menos posible a la cimentación del edificio, lo que puede lograrse a través de colocar el mayor número posible de elementos para que las fuerzas que transmiten se distribuyan en varios puntos de la cimentación.

### 3.5.2 Encamisado de elementos de concreto y de mampostería

Los elementos de concreto y de mampostería se podrán rehabilitar colocando mallas metálicas o plásticas recubiertas con mortero o bien, encamisando a los elementos con ferrocemento, con morteros o concretos con fibras metálicas o plásticas, o con materiales sintéticos (como fibras de carbono o vidrio) adheridos con resinas. Según el caso, los encamisados pueden incrementar la rigidez, la resistencia o ambas, aunque generalmente es pequeño el incremento en rigidez.

En columnas y vigas se pueden emplear encamisados de concreto reforzado con barras longitudinales y estribos, de acero con ángulos y soleras, o de láminas de fibras de carbono o de vidrio, direccionales o bidireccionales, embebidas en resina epóxica. En losas, es más conveniente el empleo de láminas de fibra de carbono. Las fibras de carbono tienen mayor resistencia y rigidez a la tensión que las fibras de vidrio.

En los encamisados de columnas y vigas con concreto armado será necesario escarificar la superficie de concreto, con una amplitud de 6 mm, para lograr un comportamiento monolítico. En el caso de muros, será necesario colocar anclas que resistan los esfuerzos cortantes rasantes entre los concretos nuevo y viejo.

Cuando el reforzamiento de un elemento estructural se realice mediante encamisado con elementos hechos con fibras de materiales sintéticos, deberá prepararse la superficie del elemento para que sea lisa y se deben retirar los recubrimientos que afecten la adherencia de los materiales sintéticos y las resinas. Las aristas de los elementos deben redondearse para evitar la rotura de las fibras. Se debe garantizar la compatibilidad entre las resinas y fibras usadas. Se deberán recubrir con un material protector aquellos elementos que estén expuestos directamente a la radiación solar y que en su encamisado se hayan usado resinas degradables con los rayos ultravioleta.

Si se emplean morteros o concretos con fibras metálicas o plásticas, se deberán dosificar las fibras de modo que su contribución a resistir fuerza cortante sea equivalente a la contribución de barras de acero de refuerzo convencional. Si se emplean fibras de acero, el contenido de fibras deberá ser de  $40 \text{ kg/m}^3$  y la relación de aspecto de la fibra (longitud/diámetro) mayor que 50, a menos que se justifique ante el Corresponsable un contenido y relaciones de aspecto distintos.

En el diseño, detallado y construcción de encamisados con mortero o ferrocemento en muros de mampostería se aplicará lo indicado en las NTC-Mampostería. Si se usan encamisados de ferrocemento, la cuantía del refuerzo multiplicada por el esfuerzo especificado de fluencia de los alambres será equivalente al requerido en encamisados a base de mallas de alambres soldados recubiertas con mortero. En el diseño del encamisado de ferrocemento se supondrá que el mortero está agrietado.

### 3.5.3 Inclusión o retiro de muros de cortante en el sistema estructural

Será necesario adicionar o retirar muros cuando se requiera corregir irregularidades o defectos en la estructuración, así como reforzar y/o rigidizar la edificación en su conjunto. En el diseño deberá cuidarse que la rigidez de los nuevos elementos sea compatible con la de la estructura original si se desea un trabajo conjunto. Requiere especial atención, el diseño de las conexiones entre los nuevos elementos y la estructura original. Asimismo, deberá revisarse la transmisión de las cargas a la cimentación, lo que frecuentemente puede llevar también a la necesidad de modificarla. Es frecuente que los elementos estructurales de la cimentación también tengan que reforzarse mediante el encamisado de contratrabes y/o la adición de pilotes o pilas. Los muros deben conectarse a la estructura original (columnas, vigas, losas).

La inclusión de muros se debe considerar como una opción para reducir las distorsiones de entrepiso, para el sismo de diseño, a valores menores o iguales a 0.006 en edificios con distribución no uniforme de la rigidez y resistencia en elevación, como en el caso de edificios con planta baja débil.

Si se colocan muros de mampostería entre columnas se deberá cumplir con lo señalado en el capítulo de muros diafragma de las NTC-Mampostería. Estos muros deberán diseñarse de modo que queden conectados en la periferia al marco circundante.

Si se diseña la estructura considerando que los muros entre columnas no contribuyen a la resistencia y rigidez laterales, se deberán construir con materiales ligeros tales que su rigidez y resistencia en el plano sean poco significativas. En todos los casos, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar su volteo. En estos casos se debe cumplir con los requisitos del capítulo de muros no estructurales de las NTC-Mampostería.

#### 3.5.4 Adición de contravientos en los marcos

Será necesario adicionar diagonales de contraventeo en los marcos de la estructura cuando se requiera corregir irregularidades o defectos en la estructuración, así como reforzar y/o rigidizar la edificación en su conjunto. Se deberán considerar contravientos de acero debido a que su unión con los marcos es más sencilla que los contravientos de concreto. Los contravientos pueden ser normales o de los llamados restringidos contra pandeo, en los que los elementos de acero se colocan dentro de ductos rellenos de un material que no se adhiere al acero y que evita el pandeo de los elementos cuando trabajan a compresión. También pueden colocarse dispositivos disipadores de energía en los elementos de contraventeo. En cualquier caso deben revisarse las fuerzas que los contravientos transmiten a las columnas o a los nudos de la estructura original y que la conexión con el marco sea resistente y rígida.

#### 3.5.5 Sistema dual

Para rehabilitar estructuras de concreto, se podrá incluir un sistema primario capaz de resistir la mayoría de las acciones sísmicas. Este es el caso de marcos a base de vigas y columnas con refuerzo transversal escaso, entre otras características, y de losas planas. El sistema primario, con rigidez mucho mayor que la de la estructura de concreto existente, consistirá de muros de concreto reforzado, marcos muy rígidos de concreto o de acero, o de contravientos de acero. En un sistema dual, se deberá verificar que la distorsión de entrepiso del edificio rehabilitado, para el sismo de diseño, no exceda de 0.006 para que la estructura existente de concreto sea capaz de resistir las fuerzas gravitacionales. Opcionalmente, se podrá reforzar la estructura existente de concreto para que pueda alcanzar las distorsiones que corresponden al sistema primario. En este caso, se deberá verificar que la resistencia a cortante de las uniones viga-columna o que la resistencia a cortante por penetración de la unión entre columnas y losas sea suficiente cuando el sistema se deforma lateralmente ante las fuerzas sísmicas.

#### 3.5.6 Contrafuertes

Cuando los espacios lo permiten, se podrán adicionar contrafuertes de concreto o metálicos alrededor de los edificios, que funcionen como elementos de contención de las fuerzas sísmicas.

#### 3.5.7 Adición de elementos confinantes de concreto reforzado

Se pueden construir en aquellos muros que no tengan castillos o dalas, o bien cuando los castillos o dalas no cumplan con los requisitos señalados en las NTC-Mampostería. En el diseño, detallado y construcción de los nuevos castillos y dalas se deberá seguir lo indicado en las NTC-Mampostería.

#### 3.5.8 Aislamiento de base

Este sistema se instalará para aislar la estructura del terreno para que los movimientos de éste no se transmitan a la estructura. Se deberá considerar colocarlo entre la cimentación y la base de la superestructura, o bien entre la planta baja y el primer piso de los edificios. Son más eficientes en terrenos duros que en terrenos blandos. El Corresponsable deberá aprobar el uso de estos sistemas; para ello, deberá comprobar que su desarrollo y su uso hayan sido exitosos en otras rehabilitaciones.

#### 3.5.9 Reducción de peso

Se debe evaluar la conveniencia de reducir el peso de toda la estructura con el objeto de disminuir las acciones sísmicas. Se deberá considerar, entre otras y de manera individual o combinada, la sustitución de tinacos de almacenamiento de agua en las azoteas por cisternas en los sótanos y un sistema hidroneumático, la sustitución de elevadores con cuarto de máquinas en la azotea por elevadores de pistón y el cambio de fachadas tradicionales por otras más ligeras. Dentro de esta categoría se puede considerar la eliminación de uno o más pisos del edificio.

### 3.6 Rehabilitación de edificios identificados como de planta baja débil

Son edificios con planta baja débil aquellos en los que su primer entrepiso arriba del nivel de calle tiene una estructuración diferente de la de los entrepisos superiores y tal que su resistencia y/o rigidez ante las cargas laterales sean claramente inferiores a la del resto de los entrepisos. Esto es común cuando los pisos superiores tienen uso habitacional y cuentan con abundantes muros de carga y/o divisorios en las dos direcciones principales, mientras que la planta baja está dedicada a estacionamiento o a comercios. Normalmente, la planta baja está estructurada con columnas que forman marcos o soportan losas planas de claros considerables y con ausencia o escasez de muros, al menos en la dirección paralela a la calle. Esta situación ha sido causas de numerosos colapsos, particularmente en el sismo de 19 de septiembre de 2017 y debe corregirse, aun en los edificios que no hayan sufrido daños estructurales graves.

La Rehabilitación debe incluir un cambio drástico de la estructuración del primer entre piso. Se debe considerar la introducción de muros de concreto o de diagonales de contraventeo en acero –sin o con dispositivos para control de la respuesta sísmica-, diseñados para que se cumplan los requisitos de la sección 5.6 de las NTC-Sismo.

A continuación se transcriben las secciones 5.4 y 5.6 de dichas Normas en las que se definen, respectivamente, las situaciones que conducen a una situación de planta baja débil y los requisitos que deben cumplirse para la Rehabilitación:

*“5.4 Si en un edificio el cociente de la capacidad resistente entre la fuerza cortante de diseño para el primer entrepiso es menor que 60 por ciento del mismo cociente para el segundo entrepiso y para más de la mitad de los entrepisos restantes, se considerará que el edificio cae en el caso denominado “de planta baja débil” y se aplicarán las penalizaciones que se fijan en la sección 5.5 para este caso.*

*5.6 Cuando el edificio es calificado como de planta baja débil se deberá diseñar su primer entrepiso para que sea capaz de resistir la fuerza cortante basal correspondiente a un factor de reducción  $Q'$  igual a 1, mientras que los otros entrepisos se diseñarán para resistir las fuerzas internas que resultan del análisis con el factor de reducción  $Q'$  que corresponda al sistema estructural sin afectarlo por los factores de irregularidad. Se revisará además que la distorsión máxima del primer entrepiso, para el sismo de diseño, no exceda 0.006.”*

### 3.7 Rehabilitación de edificios dañados por golpeteo con edificios colindantes

Durante el sismo del 19 de septiembre de 2017 ocurrieron daños estructurales intermedios y graves debidos al golpeteo entre edificios. Para evitar este fenómeno, se deberá revisar que la separación entre edificios cumpla con la separación mínima establecida en las NTC-Sismo. En caso de que ésta no se cumpla, una opción de rehabilitación será recortar los elementos estructurales y no estructurales colindantes para aumentar la separación; otra, será conectar los edificios para que trabajen en conjunto, o bien insertar un elemento que amortigüe el impacto. En los últimos dos casos, el diseño de la Rehabilitación deberá evaluar explícitamente el efecto de la interacción entre edificios, en especial de la posibilidad de que los edificios colindantes y los contiguos a estos, en conjunto, empujen al edificio por rehabilitar. Este es el caso de los edificios de esquina.

### 3.8 Rehabilitación de la cimentación

Se debe revisar que la cimentación del edificio rehabilitado satisfaga los requisitos de seguridad establecidos en las Normas correspondientes. Específicamente, se verificará que el suelo y los elementos estructurales de la cimentación posean las capacidades suficientes y puedan resistir las nuevas acciones.

Si se excede la capacidad del suelo será necesario intervenir la cimentación, ampliándola o incorporándole nuevos elementos. Si los elementos estructurales de la cimentación no pueden resistir las nuevas acciones, deben reforzarse por alguno de los métodos de la sección 3.5.

Si hay que corregir desplomos, se hará empleando la técnica de subexcavación, lastre u otra equivalente a juicio del Corresponsable. En todos los casos en que sea necesario intervenir la cimentación, se requerirá un estudio de mecánica de suelos y la participación en el proyecto de un especialista en ingeniería geotécnica.

### 3.9 Memoria de cálculo

La memoria de cálculo deberá cumplir con lo establecido en el Reglamento. Adicionalmente, deberá incluir los resultados de la Evaluación (Capítulo 2) y de la Rehabilitación (secciones 3.1 a 3.6). La memoria debe incluir la justificación de los métodos de reparación y reforzamiento empleados en la Rehabilitación. Esta memoria se complementará con el archivo fotográfico a que se alude en el inciso 2.2.3. La memoria de cálculo y los planos de construcción definitivos deberán ser entregados a la Delegación correspondiente y al Instituto para su registro. Igualmente se deberá entregar para su registro al Instituto la documentación establecida en las NTC-Revisión.

### 3.10 Planos estructurales

Adicionalmente a lo establecido en el Reglamento y en las Normas Técnicas Complementarias aplicables al material o materiales de que se trate, los planos de construcción deberán señalar, al menos:

- a) El tipo, dimensiones y tolerancias, y resistencias de los materiales a utilizar en la rehabilitación de la estructura;
- b) Si aplica, proporcionamiento, resistencia a compresión y revenimiento de morteros, concretos de relleno y concreto. El proporcionamiento deberá expresarse en volumen. Si se usan aditivos, como superfluidificantes, se deberá señalar el tipo y su proporcionamiento;
- c) Los detalles del proceso de la reparación y/o del reforzamiento mediante figuras y/o notas, que incluyan colocación, anclaje, traslape, dobleces;
- d) Detalles de intersecciones entre elementos estructurales y anclajes de elementos de fachada;
- e) Tolerancias de construcción.

Los planos estructurales deberán reflejar las especificaciones, procedimientos, métodos, estrategias y materiales acordados por el Corresponsable, el Director, el Proyectista y el Constructor como se señala en la sección 4.1.

## CAPÍTULO CUARTO CONSTRUCCIÓN, SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

### 4.1 Requisitos de construcción

Los trabajos de Rehabilitación deberán satisfacer las disposiciones en materia de construcción de las Normas correspondientes al material o materiales estructurales de que se trate. El Corresponsable, el Director, el Proyectista y el Constructor deberán acordar las especificaciones, procedimientos, métodos, estrategias y materiales para lograr que el proyecto ejecutivo de la Rehabilitación se construya adecuadamente. Entre ellos se encuentra la participación de empresas especializadas en técnicas de reparación y reforzamiento.

### 4.2 Requisitos de supervisión y control de calidad

Los trabajos de Rehabilitación deberán satisfacer los requerimientos de inspección y control de calidad establecidos en las Normas correspondientes al material o materiales estructurales de que se trate. El Director deberá coordinar los trabajos de la supervisión y de control de calidad para asegurar que el proyecto ejecutivo se construya con las especificaciones, procedimientos, métodos, estrategias y materiales establecidos.

## TRANSITORIOS

**PRIMERO.-** Publíquese en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

**SEGUNDO.-** Las presentes Normas entraran en vigor al día siguiente de publicación en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

**TERCERO.-** Publíquese el contenido de las presentes Normas, para mayor difusión en la página oficial de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, así como en la de Obras y Servicios.

**CUARTO.-** Los Corresponsables en Seguridad Estructural con registro vigente ante la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, serán considerados como los Corresponsables en Seguridad Estructural Nivel 1 mencionados en estas Normas.

**QUINTO.-** Durante el proceso de rehabilitación sísmica de los edificios de concreto dañados por el sismo del 19 de septiembre de 2017, se dará la prioridad siguiente:

1. Edificios con planta baja débil;
2. Edificios ubicados en esquina; y
3. Edificios con sistema de piso a base de losa plana de 4 a 10 niveles.

**SEXTO.-** Para iniciar trabajos de rehabilitación, se deberá dar aviso al Instituto, presentando, con los alcances establecidos en estas Normas: formato de aviso, acreditación del interés, dictamen de seguridad estructural, memoria de cálculo, planos de rehabilitación, carnet del Corresponsable en Seguridad Estructural y bitácora de obra (para que sea sellada por Instituto), así mismo, se deberá entregar copia a la Delegación. Este procedimiento podrá modificarse en cuanto se emitan lineamientos específicos.

Ciudad de México, a cuatro de diciembre de dos mil diecisiete.

**Secretario de Desarrollo Urbano y Vivienda**

(Firma)

**Secretario de Obras y Servicios**

(Firma)

**ARQ. FELIPE DE JESÚS GUTIÉRREZ GUTIÉRREZ,**

**ING. EDGAR OSWALDO TUNGÜÍ RODRÍGUEZ**

---