

**NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA
LA REVISIÓN DE LA SEGURIDAD
ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES
(NTC-RSEE)**

**NORMAS PARA LA REHABILITACIÓN
SÍSMICA DE EDIFICIOS DE CONCRETO
DANADOS POR EL SISMO DEL 19 DE
SEPTIEMBRE DE 2017**

**INSTITUTO PARA LA SEGURIDAD DE LAS
CONSTRUCCIONES EN EL DISTRITO FEDERAL**

27 de mayo de 2018



REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

10 NTC EXISTENTES (8 ACTUALIZADAS)

TIPOS DE MATERIALES

- NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería.
- NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Madera.
- NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.
- NTC para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero.

ACCIONES DE DISEÑO

- NTC sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.
- NTC para Diseño por Viento.
- NTC para Diseño por Sismo.
- NTC para Diseño y Construcción de Cimentaciones.

- NTC para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas.
- NTC para el Proyecto Arquitectónico.

2 NORMAS NUEVAS

REVISIÓN Y REHABILITACIÓN

- Norma Técnica Complementaria para la Revisión de la Seguridad Estructural de las Edificaciones (NTC-RSEE).
- Normas para la Rehabilitación Sísmica de Edificios de Concreto dañados por el Sismo del 19 de Septiembre de 2017.



**NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA
PARA LA REVISIÓN DE LA SEGURIDAD
ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES
(NTC-RSEE)**

NTC-REVISIÓN DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

GACETA OFICIAL DE LA CDMX, 15 DE DICIEMBRE DE 2017.

| Capítulo | Tema |
|----------|--|
| 1 | Consideraciones generales. |
| 2 | Propósito y consideraciones generales de la Revisión y el Dictamen. |
| 3 | Clasificación, evaluación y actualización de los CSE. |
| 4 | Conocimientos y experiencia de los Especialistas Auxiliares. |
| 5 | Proceso de contratación del CSE y pago de derechos al ISC. |
| 6 | Tipos de proyectos sujetos a Revisión y participación de Especialistas Auxiliares. |
| 7 | Requisitos del alcance de los servicios de quienes intervienen en la Revisión. |
| 8 | Proceso de Revisión. |
| 9 | Resolución de controversias. |
| 10 | Documentos que deben entregarse como resultado de la Revisión. |
| 11 | Alcances y requisitos que deben cumplirse en la elaboración de un Dictamen. |

1. CONSIDERACIONES GENERALES

ALCANCE

- Las NTC-RSEE contienen los **requisitos mínimos para la revisión y la elaboración de dictámenes de la seguridad estructural de las edificaciones y la expedición de la responsiva** requerida en el Artículo 36 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF).

MARCO NORMATIVO

- Es **obligatoria y complementaria a la observancia de las otras Normas del RCDF.**
- El **Instituto** para la Seguridad de las Construcciones (ISC) es **el órgano que coordina y organiza el proceso de Revisión** y que acredita el nivel de los Corresponsables y controla la actuación de los mismos.
- El ISC contará con un **Consejo Técnico**, integrado por reconocidos especialistas en diseño estructural, **que lo auxiliará en la selección del nivel de los Corresponsables y en la identificación de Especialistas Auxiliares.**

DEFINICIONES

- **Dictamen**, a los Dictámenes técnicos de estabilidad y de seguridad estructural señalados en los Arts. 34 y 38 del RCDF.
- **Revisión de 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 en estas Normas.

2. PROPÓSITO DE LA REVISIÓN Y DEL DICTAMEN

| | |
|-----------------|--|
| REVISIÓN | <ul style="list-style-type: none">• Contar con una constancia de revisión independiente y objetiva de los aspectos que determinan la seguridad y el adecuado desempeño del edificio.• Identificar si los aspectos de diseño satisfacen los requisitos del RCDF y de sus NTC aplicables.• Será coordinada por un CSE quien otorgará su responsiva.• Aplica a proyecto de:<ul style="list-style-type: none">• Estructura nueva por ser construida.• Estructura existente que será significativamente modificada.• El Proyectista es responsable del diseño estructural y del cumplimiento del RCDF y de sus NTC.• El CSE no podrá ser el Proyectista del mismo edificio. |
| DICTAMEN | <ul style="list-style-type: none">• Contar con un documento técnico independiente y objetivo de la seguridad estructural de un edificio existente.• Será elaborado por un CSE o un DRO y deberá cumplir con los alcances y requisitos establecidos en estas Normas. |

2. ALCANCE DE LA REVISIÓN

| La Revisión del proyecto estructural de un edificio debe incluir: | |
|---|--|
| El sistema estructural | La cimentación (incluyendo la excavación y las medidas de contención, estabilización del terreno y protección a colindancias) |

- A juicio del CSE, en los casos señalados en las NTC-RSEE, se requerirá la intervención de Especialistas Auxiliares:
 - Ingeniería Estructural
 - Ingeniería Geotécnica
 - Peligro sísmico, movimientos del terreno y espectros y acelerogramas de diseño.

NOTA 1: El perfil de los Especialistas Auxiliares se especifica en el Capítulo 4, que se presenta más adelante.

NOTA 2. Los alcances de los servicios profesionales que prestan estos Especialistas se especifican en el Capítulo 7, que se presenta más adelante.

3. CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS CSE

NIVEL 1

- Son aquellos Corresponsables con al menos 5 años de experiencia acreditada en diseño estructural y que aprueben el examen para Nivel 1.
- Cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 37 del RCDF.

NIVEL 2

- Son los Corresponsables con al menos 15 años de experiencia acreditada en diseño estructural y que aprueben los exámenes para Nivel 2.
- Aprobar los exámenes de conocimientos que prepare y aplique el Consejo Técnico y constate la Comisión de Admisión de Directores Responsables de Obra y Corresponsables.

Los Corresponsables podrán:

- Realizar Dictámenes (incluye Dictámenes técnicos de estabilidad y de seguridad estructural y Constancias de seguridad estructural -Arts. 34, 38 y 71 del RCDF-).
- Realizar y coordinar las Revisiones de proyectos especificados para su Nivel (Capítulo 6 NTC-RSEE).

La actualización:

- Será válida si incluye constancia de aprobación de cursos de capacitación y actualización sancionados por el ISC.
- Los cursos deben ser ofrecidos por entidades externas a la Administración.

4. ESPECIALISTAS AUXILIARES QUE INTERVIENEN EN LA REVISIÓN

Los Especialistas Auxiliares trabajarán bajo la coordinación del CSE y deberán tener experiencia en el alcance de la Revisión y el tipo de estructura.

ESPECIALISTAS AUXILIARES EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL

Deberán además tener experiencia, según lo requiera el proyecto, en:

- a) Diseño estructural y detallado por sismo;
- b) Evaluación y rehabilitación sísmica de estructuras existentes;
- c) Diseño de estructuras a base de materiales, sistemas o tecnologías por ser empleadas en el proyecto;
- d) Análisis no lineal paso a paso;
- e) Diseño por desempeño;
- f) Aplicación de recomendaciones provenientes de investigación en ingeniería estructural.

4. ESPECIALISTAS AUXILIARES QUE INTERVIENEN EN LA REVISIÓN

ESPECIALISTAS AUXILIARES EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA

Deberán además tener experiencia, según lo requiera el proyecto, en:

- a) Diseño de sistemas de cimentación y obras subterráneas del tipo propuesto para el proyecto;
- b) Interpretación de estudios geotécnicos y geológicos;
- c) Deslizamiento de masas térreas y otros peligros de sitio;
- d) Soluciones para la contención y estabilización de excavaciones;
- e) Mejoramiento de suelos;
- f) Presión de tierra estática y dinámica;
- g) Desagüe y bombeo de agua;
- h) Efectos geotécnicos en estructuras vecinas;
- i) Aplicación de recomendaciones provenientes de investigación en ingeniería geotécnica.

4. ESPECIALISTAS AUXILIARES QUE INTERVIENEN EN LA REVISIÓN

ESPECIALISTAS AUXILIARES EN PELIGRO SÍSMICO, MOVIMIENTO DEL TERRENO Y ESPECTROS Y ACELEROGRAMAS DE DISEÑO

Deberán además tener experiencia, según lo requiera el proyecto, en:

- a) Requisitos del Reglamento relacionados con peligro sísmico, movimientos del terreno y espectros sísmicos de sitio;
- b) Características de fallas geológicas regionales y locales;
- c) Efectos de sitio y espectros sísmicos de sitio;
- d) Ecuaciones de predicción de movimientos del terreno;
- e) Selección y escalamiento de movimientos, y su aplicación en una estructura;
- f) Aplicación de recomendaciones provenientes de investigación sobre peligro sísmico y selección y escalamiento de movimientos.

5. GESTIÓN DE LA REVISIÓN – CONTRATACIÓN DEL CSE

EL PROPIETARIO DEBE:

- Seleccionar al CSE con el Nivel requerido.
- Contratar al CSE y a los Especialistas Auxiliares de conformidad con la Tabla 6.1.
- Registrar los nombres del CSE y de los Especialistas Auxiliares en el ISC y entrega una copia firmada de los contratos.
- Pagar los derechos al ISC por el trámite de registro.

EL CSE:

- El Nivel de CSE se define en la Tabla 6.1. según el proyecto a revisar

ESPECIALISTAS AUXILIARES:

- La Tabla 6.1 define al Especialista Auxiliar que debe participar en la Revisión.
- El CSE elige a los Especialistas Auxiliares que deben participar en la Revisión según la Tabla 6.1.
- El CSE tiene el derecho de determinar la intervención de algún Especialista Auxiliar en la Revisión aún cuando la Tabla 6.1 no lo requiera.

EL CONTRATO ESPECIFICA:

- El alcance de la Revisión.
- Los honorarios del CSE o Especialista Auxiliar tomando como referencia los aranceles publicados por los colegios y sociedades.
- Tiempos de entrega de los Informes de la Revisión.

5. RESPONSABILIDADES DE LA REVISIÓN

Proyectista

- Diseño estructural.
- Documentos de construcción (memorias, planos, etc.).
- Demostrar que el diseño cumple con el RCDF y sus NTC.

CSE y Especialista Auxiliar

- Registrar en el ISC la Revisión del proyecto estructural.

Los informes de revisión del CSE y de los Especialistas Auxiliares no deben considerarse como documentos de construcción ni ser usados de modo que implique que el CSE y los Especialistas Auxiliares son responsables del diseño estructural.

6. TIPOS DE PROYECTOS QUE REQUIEREN REVISIÓN

- El Especialista Auxiliar podrá ser el mismo CSE.
- Los casos señalados son los establecidos en el artículo 139 del RCDF.
- Las zonas indicadas son las definidas en las NTC-Cimentaciones.

TABLA 6.1.

| Proyectos que: | Nivel de CSE, mínimo | Especialistas Auxiliares involucrados en la Revisión | | |
|--|----------------------|--|-----------------------|--|
| | | Ingeniería Estructural | Ingeniería Geotécnica | Peligro sísmico y movimientos de terreno |
| Son de edificaciones ubicadas en las zonas I y II con altura de entre 30 y 70 m o con área total construida de entre 6,000 y 15,000 m ² , ya sea del grupo A (Caso 1) o del subgrupo B1 (Caso 4 o 7). | 1 | Sí | No | No |
| Son de edificaciones del subgrupo B2 (Casos 8, 9 o 10), ubicadas en las zonas I, II y III que no satisfagan los requisitos de alguno de los casos 1 o 4 de la sección 5.3 de las NTC para Diseño por Sismo. | 1 | Sí | No | No |

6. TIPOS DE PROYECTOS QUE REQUIEREN REVISIÓN

| Proyectos que: | Nivel de CSE, mínimo | Especialistas Auxiliares involucrados en la Revisión | | |
|---|----------------------|--|------------------------------|--|
| | | Ingeniería Estructural | Ingeniería Geotécnica | Peligro sísmico y movimientos de terreno |
| Son de edificaciones del subgrupo B2 (Caso 9), ubicadas en la zona III y que cumplen con los requisitos 1 y 4 de la sección 5.3 de las NTC para Diseño por Sismo; los proyectos a revisar serán seleccionados de manera aleatoria según lo disponga el Instituto. | 1 | Sí | No | No |
| Son de edificaciones ubicadas en las zonas I y II, con más de 70 m de altura o de 15,000 m ² de área total construida, ya sea del grupo A (Caso 2) o del subgrupo B1 (Caso 5 o 7). | 2 | Sí | Sí | Si el Instituto lo requiere* |
| Son de edificaciones ubicadas en la zona geotécnica III, con más de 15 m de altura o de 3,000 m ² de área total construida, ya sea del grupo A (Caso 3) o del subgrupo B1 (Caso 6 o 7). | 2 | Sí | Sí | Si el Instituto lo requiere* |
| Tienen condiciones de cimentación y/o excavaciones especialmente complejas. | 2 | Sí | Sí | Si el Instituto lo requiere* |
| Se diseñan usando espectros de sitio. | 2 | Sí | Si el Instituto lo requiere* | Sí |

6. TIPOS DE PROYECTOS QUE REQUIEREN REVISIÓN

| Proyectos que: | Nivel de CSE, mínimo | Especialistas Auxiliares involucrados en la Revisión | | |
|--|----------------------|--|------------------------------|--|
| | | Ingeniería Estructural | Ingeniería Geotécnica | Peligro sísmico y movimientos de terreno |
| Implican la rehabilitación de monumentos históricos, artísticos y arqueológicos declarados por la Federación o la construcción de edificaciones que puedan afectar a dichos monumentos. | 2 | Sí | Si el Instituto lo requiere* | Si el Instituto lo requiere* |
| Emplean materiales, sistemas, metodologías o tecnologías estructurales no convencionales o no considerados directamente en el Reglamento y sus Normas (disipadores de energía, por ejemplo). | 2 | Sí | Si el Instituto lo requiere* | Si el Instituto lo requiere * |
| Incorporan mejoramiento de suelos. | 2 | No | Si el Instituto lo requiere* | No |

*“Si el Instituto lo requiere” se refiere a que el requisito para la revisión depende de varios factores que evaluará el ISC, como:

- Tamaño, importancia y nivel de riesgo de la estructura;
- Características del sitio del sistema de cimentación y de la excavación;
- Nivel de diferencia con respecto a los requisitos del Reglamento; y
- Configuraciones irregulares o inusuales.

6. CASOS ESTABLECIDOS EN EL ARTÍCULO 139 DEL RCDF

- I. **Grupo A:** Edificaciones cuya falla estructural podría causar un número elevado de pérdidas de vidas humanas, o constituir un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, y edificaciones cuyo funcionamiento es esencial ante una emergencia urbana, las que se subdividen en:

Subgrupo A1: Construcciones para las que se requiere mantener mayores niveles de seguridad.

- a) Edificios que es necesario mantener en operación aún después de un sismo de magnitud importante, como: hospitales, aeropuertos, etc.
- b) Construcciones o depósitos cuya falla puede implicar un severo peligro para la población por contener cantidades importantes de sustancias tóxicas, inflamables o explosivas.

Subgrupo A2: Estructuras cuya falla podría causar:

- a) Un impacto social importante, como estadios, que puedan albergar más de 1000 personas
- b) Una afectación a la población particularmente vulnerable, como escuelas.
- c) La pérdida de material de gran valor histórico o cultural, como monumentos.

Para fines de aplicación de las NTC-RSEE, las construcciones del Grupo A se subdividen en:

Caso 1: Edificaciones con altura de entre 30 y 70 m o con área total construida de entre 6,000 y 15,000 m², ubicadas en las zonas I y II a que se aluden en el artículo 170 del RCDF;

Caso 2: Construcciones con más de 70 m de altura o con más de 15,000 m² de área total construida, ubicadas en las zonas I y II; y

Caso 3: Edificaciones de más de 15 m de altura o más de 3,000 m² de área total construida, en la zona III; en ambos casos las áreas se refieren a cada cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo e incluyen las áreas de anexos. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje.

6. CASOS ESTABLECIDOS EN EL ARTÍCULO 139 DEL RCDF

II. **Grupo B:** Edificaciones comunes destinadas a viviendas, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el Grupo A, las que se subdividen en:

Subgrupo B1:

Caso 4: Edificaciones con altura de entre 30 y 70 m o con área total construida de entre 6,000 y 15,000 m², ubicadas en las zonas I y II a que se aluden en el artículo 170 del RCDF;

Caso 5: Construcciones con más de 70 m de altura o con más de 15,000 m² de área total construida, ubicadas en las zonas I y II;

Caso 6: Edificaciones de más de 15 m de altura o más de 3,000 m² de área total construida, en la zona III; en ambos casos las áreas se refieren a cada cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo e incluyen las áreas de anexos. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje;

Caso 7: Construcciones anexas a los hospitales, aeropuertos o terminales de transporte, como estacionamientos, restaurantes, así como edificios destinados a educación media superior y superior.

6. CASOS ESTABLECIDOS EN EL ARTÍCULO 139 DEL RCDF

Subgrupo B2:

Caso 8: Edificaciones con una altura de entre 15 y 30 m o con un área total construida entre 3,000 y 6,000 m², ubicadas en las zonas I y II a que se aluden en el artículo 170 del RCDF;

Caso 9: Construcciones con una altura de entre 10 m y 15 m o con un área total construida entre 1,500 y 3,000 m², en la zona III; en ambos casos las áreas se refieren a cada cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo e incluyen las áreas de anexos. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje; y

Caso 10: Las demás de este grupo.

7. ALCANCE GENERAL DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DEL CSE Y DE LOS ESPECIALISTAS AUXILIARES

Deberá incluir:

- a) **Participar en reuniones con el Proyectista, los Especialistas Auxiliares**, en su caso y, si fuera requerido, con **representantes del Instituto**, para discutir y resolver temas técnicos;
- b) **Revisar los criterios de diseño**, métodos, hipótesis y compatibilidad de criterios con los objetivos del proyecto;
- c) **Revisar que el proyecto estructural cumpla con** los requisitos de seguridad estructural establecidas en el Capítulo II del **Título Sexto del RCDF**;
- d) **Revisar**, normalmente de manera aleatoria, **los resultados del análisis, cálculos de diseño y planos estructurales**. Cuando convenga, desarrollar un análisis estructural independiente o cálculos para revisar el diseño y verificar el cumplimiento del RCDF;
- e) **Mantener un Registro Electrónico de la Revisión del proyecto** en el que se incluyan:
 - i. Material revisado;
 - ii. Comentarios del Corresponsable y de los Especialistas Auxiliares, si es el caso;
 - iii. Respuesta del Proyectista;
 - iv. Solución de comentarios;
- f) **Preparar un informe escrito que resuma los hallazgos de la Revisión**. El informe debe incluir las conclusiones del Corresponsable y de los Especialistas Auxiliares, si es el caso, sobre si los aspectos del proyecto cumplen con los criterios señalados en el alcance de la Revisión.

7. ALCANCE DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DEL CSE

La Revisión coordinada por el CSE incluirá las siguientes actividades, que son enunciativas mas no limitativas:

| | |
|---|--|
| Primer informe de revisión escrito al Instituto | a) Revisión de la estructuración y tipo de cimentación del edificio, la cual deberá ser congruente con las condiciones de cargas en general y con las características del subsuelo; b) Revisión del proceso constructivo de la cimentación, de la estructura y del proyecto de protección a colindancias, tomando en cuenta el levantamiento topográfico de las construcciones colindantes (desplomos y nivelaciones), así como el dictamen de daños en su caso. |
| Segundo informe de revisión escrito al Instituto | c) Revisión del estudio de mecánica de suelos, su aplicación en el proyecto estructural y en la obra. d) Revisión de los estados límite de servicio y de falla de la estructura ante combinaciones de acciones permanentes, variables y accidentales. Igualmente, verificación de los elementos estructurales para garantizar la seguridad de la edificación, de conformidad con el Reglamento y sus Normas, tanto para los elementos constitutivos de la subestructura como de la superestructura. |
| Tercer y último informe de revisión escrito al Instituto | e) Revisión de los planos estructurales, a fin de verificar que el contenido en ellos sea consistente con la memoria de cálculo y que sea suficiente para garantizar la adecuada ejecución de la obra. |

Las conclusiones de la revisión de los incisos señalados serán presentadas en los informes de revisión escritos al Instituto correspondientes, en el tiempo pactado en el contrato de prestación de servicios profesionales del Corresponsable.

7. ALCANCE DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DEL ESPECIALISTA AUXILIAR EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL

Deberá detallar los aspectos del diseño o de los elementos estructurales que se revisarán e incluir la revisión de:

- a) Objetivos de desempeño estructural;
- b) Bases para el diseño estructural;
- c) Metodología de diseño y criterios de aceptación;
- d) Modelación y simulación matemática, incluyendo hipótesis;
- e) Desplazamientos y deformaciones;
- f) **Diseño y detallado de elementos y sistemas de la superestructura y subestructura**, los cuales deben cumplir con los estados límite de servicio y de falla de la estructura ante las combinaciones de acciones permanentes, variables y accidentales establecidas en el Reglamento y sus Normas;
- g) **Documentos estructurales para construcción**, como planos, especificaciones, memoria y requisitos de control de calidad e inspección, con énfasis en la revisión del proceso constructivo de la estructura. Se revisarán los planos estructurales, a fin de verificar que su contenido sea suficiente y necesario para garantizar la adecuada ejecución de la obra.

7. ALCANCE DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DEL ESPECIALISTA AUXILIAR EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA

Debe incluir la revisión de los métodos e hipótesis de ingeniería geotécnica y de los aspectos geotécnicos del diseño de la cimentación, según las características del proyecto, de:

- a) Estudio de mecánica de suelos y del proyecto geotécnico, incluyendo versiones preliminares y final;
- b) Bases del diseño geotécnico;
- c) Planos y dibujos del sistema de cimentación seleccionado, incluyendo obras de retención y estabilización de excavaciones;
- d) Cálculos hechos para sustentar las recomendaciones geotécnicas y del sistema de cimentación;
- e) Sistema de cimentación propuesto y su idoneidad para la estructura y las condiciones del terreno del proyecto;
- f) Los estados límites de falla mediante la comparación de la capacidad de carga reducida del suelo de cimentación con las presiones estáticas y sísmicas que genera la estructura en la masa de suelo, debidas a solicitaciones permanentes y variables (cargas gravitacionales) y accidentales (cargas inducidas por sismo), así como por otras combinaciones relevantes.
- g) Asentamiento de la cimentación calculado bajo cargas gravitacionales e inducidas por sismo;
- h) El proceso constructivo de la cimentación y del proyecto de protección a colindancias, tomando en cuenta el levantamiento topográfico de las construcciones colindantes (desplomos y nivelaciones), así como el dictamen de daños en su caso;
- i) Presión de tierra de diseño, incluyendo valores estáticos y sísmicos, para muros de contención;
- j) Relación carga-desplazamiento del sistema suelo-cimentación, si se requiere;
- k) Evaluación del riesgo de deslizamientos, inestabilidades u otros peligros de sitio;
- l) Medidas de mejoramiento de suelo y anclajes propuestas o recomendadas para mitigar peligros por inestabilidad;
- m) Efectos potenciales de las actividades durante la construcción y la interacción de largo plazo con estructuras vecinas.

7. ALCANCE DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DEL ESPECIALISTA AUXILIAR EN PELIGRO SÍSMICO Y MOVIMIENTOS DEL TERRENO

Debe incluir la revisión de los espectros sísmicos de sitio, incluidos sus métodos e hipótesis, de las series de tiempo de los movimientos del suelo usados en el diseño, incluidos su selección, escalamiento de su espectro de respuesta, duración y demás requisitos señalados por el Reglamento y las NTC para Diseño por Sismo e incluir, si aplica, la revisión de:

- a) Efectos de la interacción suelo-estructura;
- b) Comparación de espectros sísmicos de sitio con los requisitos del Reglamento;
- c) Fuentes sismogénicas consideradas y sus relaciones magnitud-frecuencia;
- d) Información del sitio, perfil de velocidades de onda de corte supuesto y otras propiedades;
- e) Aplicación de las ecuaciones predictivas de movimientos del terreno;
- f) Ajuste por directividad, orientación, efectos locales y otros efectos producidos por fuentes sísmicas;
- g) Análisis de la respuesta del sitio, incluyendo el efecto de cimentaciones profundas en la respuesta;
- h) El método para escalar o ajustar el movimiento y el intervalo de periodos correspondiente al escalamiento;
- i) La idoneidad de las características de los registros (como magnitud, distancia, mecanismo, velocidad de corte u otros parámetros del sitio, factor de escala) y de la ocurrencia y periodo de pulsos;
- j) Curvas orbitales de los componentes horizontales de los registros;
- k) Localización y orientación de la aplicación de los registros en la base de la estructura.

8. PROCESO DE REVISIÓN

El Corresponsable y los Especialistas Auxiliares deberán:

- **Iniciar su participación tan pronto como sea práctico**, lo que les permitirá evaluar las decisiones fundamentales de diseño;
- Al inicio de su participación, debe **reunirse con el Proyectista, así como un representante del ISC**, cuando éste lo disponga, **para acordar el alcance de la Revisión**, los métodos y mecanismos de comunicación, los hitos y **tiempos de la Revisión y el nivel de diseño** que espera el Proyectista tener para cada hito;

El Proyectista deberá:

- **Entregar los documentos de diseño al Corresponsable y a los Especialistas Auxiliares, organizados de manera que se facilite la revisión.** Entre la información por ser entregada está, de manera enunciativa y no limitativa, y dependiendo del avance del diseño del proyecto, la siguiente:
 1. Plano arquitectónico de conjunto;
 2. Estudio de mecánica de suelos conforme a lo dispuesto en el numeral 12 “Memorias de diseño” de las NTC para Diseño y Construcción de Cimentaciones, conforme a los artículos 53 y 58 del RCDF;
 3. Memoria de cálculo de la edificación con base en los artículos 53 y 58 del RCDF;
 4. Planos estructurales que deberán cumplir con los requisitos que se solicitan en el artículo 53 inciso e), o 58 inciso g) del RCDF;
 5. Las demás que en su caso determine el Corresponsable o los Especialistas Auxiliares, en su caso;

8. PROCESO DE REVISIÓN

Cuando se empleen sistemas computacionales para el análisis estructural o geotécnico, el Proyectista deberá:

- **Identificar la versión del sistema usado** e indicar las hipótesis y métodos de análisis aplicados al proyecto.
- **Entregar un resumen de los datos de entrada y salida** de los análisis al CSE y a los Especialistas Auxiliares.
- **Indicar los aspectos de los resultados de salida de los análisis que controlan el diseño.**
- Cuando el sistema usado no está disponible comercialmente o no es comúnmente usado, el diseñador deberá **presentar las verificaciones que soporten que el sistema de cómputo es capaz de resolver los análisis requeridos en el proyecto;**

El Corresponsable y los Especialistas Auxiliares deberán:

- Entregar sus comentarios y preguntas por escrito al Proyectista, y al Instituto cuando así se determine, en el tiempo acordado al inicio. El Proyectista es responsable de responder todos los comentarios.
- Mantener un Registro Electrónico de la Revisión, que esté disponible para consulta en todo momento por el Proyectista, el Instituto y el Propietario del proyecto cuando sea solicitado, en donde se resuman:
 - Los comentarios y preguntas que han efectuado;
 - La respuesta del Proyectista a los comentarios y la solución de los mismos.
- Entregar al ISC, durante la Revisión y cuando éste lo solicite, un informe de revisión escrito que documente los avances en el proceso de acuerdo con lo especificado en el capítulo 7.

9. RESOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS DURANTE LA REVISIÓN

- **Todos los que intervengan en el desarrollo del proyecto estructural y en su Revisión deberán trabajar de manera colegiada** como profesionistas independientes e intentar el acuerdo y solución de cada asunto identificado.
- **El CSE y los Especialistas Auxiliares deberán preparar comentarios y solicitar información al Proyectista con sensatez** a fin de contar con los antecedentes y datos suficientes para realizar evaluaciones adicionales.
- **En el supuesto de que el Proyectista y el CSE y los Especialistas Auxiliares no lleguen a un acuerdo, podrán solicitar al Instituto por escrito la conciliación de las diferencias.**
El escrito deberá contener:
 - I. Nombre del Corresponsable;
 - II. Ubicación de la obra;
 - III. Breve descripción de la diferencia;
 - IV. Razones en las que sustentan la inconformidad;
 - V. Documentación comprobatoria que acredite las razones de la inconformidad.

9. PROCEDIMIENTO DE RESOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS

El Instituto:

- a) **Solicitará la información y documentación que justifique las razones de la inconformidad** al Proyectista, al Corresponsable y a los Especialistas Auxiliares;
- b) **Convocará a reunión a los interesados** para analizar las razones de cada una de las partes con el propósito de dirimir las diferencias y establecer acuerdos;

En caso de no llegar a un acuerdo sobre las diferencias, el Instituto:

- a) **Someterá el caso al Consejo Técnico** para que, mediante su opinión técnica y especializada, se logre la conciliación o se determine lo conducente;
- b) **Emitirá una resolución respecto de la conciliación** presentada por el interesado, estableciendo las acciones a llevar a cabo por el Proyectista, el CSE y los Especialistas Auxiliares;
- c) De no presentar inconformidad, el interesado tendrá por aceptado el contenido del informe.

10. RESULTADO DE LA REVISIÓN

El CSE y los Especialistas Auxiliares entregarán al Instituto:

- Durante la Revisión, los tres informes de revisión escritos.
- Al término de la Revisión, un informe de revisión final escrito que documente el alcance acordado de la Revisión, el Registro Electrónico de la Revisión, y las conclusiones del CSE y Especialistas Auxiliares, sobre el cumplimiento de los criterios establecidos en el alcance de la Revisión.
 - El CSE no asumirá la responsabilidad de las conclusiones de los Especialistas Auxiliares.
 - El informe de revisión podrá ser en conjunto y firmado por todos los Especialistas Auxiliares, o bien resultado de compilar las conclusiones por separado de los Especialistas Auxiliares.
 - Los Especialistas Auxiliares solamente podrán presentar sus conclusiones sobre su especialidad.

El Instituto:

- Registrará el proyecto estructural y su Revisión, una vez que se haya cumplido con las condiciones administrativas y se haya efectuado el pago de derechos correspondiente.
- Emitirá una Constancia de Registro de Revisión de Proyecto Estructural, que deberá ser firmada por el Corresponsable.

El Corresponsable:

- Deberá firmar los documentos de solicitud de manifestación o licencia de construcción y la terminación de obra.
- La firma de la Constancia de Registro de la Revisión por parte del Corresponsable no lo exime de cumplir con las otras obligaciones establecidas en el Artículo 39 del Reglamento, referidas a la revisión de planos y memorias, así como la verificación de la ejecución de la obra.

11. ALCANCES Y REQUISITOS DE UN DICTAMEN

El Dictamen técnico de estabilidad y de seguridad estructural deberá cumplir los siguientes alcances y requisitos:

- a) El Dictamen comprenderá la inspección ocular y la recopilación de la información de la edificación en estudio;
- b) La inspección ocular del inmueble consistirá en una revisión del interior y exterior del inmueble con el objeto de evaluar sus condiciones estructurales y el grado de riesgo en el que se encuentra la estructura, debiendo recopilar datos técnicos, fotográficos e información sobre antecedentes del entorno de la propia edificación y sus características generales, con el propósito de respaldar los juicios emitidos a los puntos analizados;
- c) En la recopilación de información y presentación del Dictamen se considerarán los siguientes elementos:
 1. **Datos generales**, donde se especifique la ubicación geográfica, área total y por planta del inmueble o de la instalación (desplante), número de niveles y/o altura, uso o destino, y la edad de la edificación o instalación;
 2. **Datos técnicos (estructurales y arquitectónicos)**, en el que se señalen antecedentes, materiales constitutivos de la estructura, ubicación geotécnica de la edificación o instalación (tipo de suelo), sistema estructural utilizado, tipo de cimentación (en su defecto, inferido), observaciones sobre las características geométricas en planta, elevación, rigidez, masas, entrantes, salientes y demás, a fin de estar en condiciones de conocer su nivel de irregularidad conforme a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, croquis de localización que incluya dimensiones del inmueble;

11. ALCANCES Y REQUISITOS DE UN DICTAMEN

Recopilación de información y presentación del Dictamen (continuación):

3. **Con respecto a los elementos estructurales (columnas, muros, vigas, sistemas de piso, armaduras, contravientos, etc.), el estado en el que se encuentran,** debiéndose incluir de forma estimada, el porcentaje de los elementos estructurales dañados con respecto al total de su tipo;
4. **Con respecto a los límites de servicio, si se presentan flexiones, desplomos y vibraciones excesivas,** indicando el porcentaje del total de su tipo; en el caso de la cimentación, sus hundimientos o emersiones, asentamientos diferenciales, inclinación de la edificación, de las banquetas circundantes, etc.;
5. **Señalar en su caso, si los elementos arquitectónicos o las instalaciones (hidráulica, sanitaria y/o eléctrica) tienen injerencia o participan en la respuesta de la estructura.**
6. **Indicar el estado de conservación y mantenimiento de la edificación y de sus instalaciones que influyen en la seguridad estructural;**
7. **Observaciones** que incluyan todos aquellos aspectos que por sus particularidades no estén considerados en los puntos que anteceden a éste;
8. **Recomendaciones** que serán medidas obligatorias que deberán implantarse con el propósito de tener un mejor comportamiento;
9. **Conclusiones,** en las que se deberá señalar el nivel de seguridad estructural y estabilidad que guarda la edificación, así como la justificación de la necesidad de llevar a cabo las recomendaciones planteadas;
10. Para el **registro fotográfico** se deberán tomar todas las medidas necesarias para salvaguardar y respetar el derecho a la protección de datos personales, en términos de lo establecido en la Ley de Protección de Datos Personales para el Distrito Federal y aquella que resulte aplicable.

TRANSITORIOS

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

SEGUNDO.- Las presentes Normas entrarán en vigor al día siguiente de su 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 la Secretaría de Obras y Servicios.

CUARTO.- Durante los seis meses inmediatos a la publicación de las presentes Normas, las Revisiones de los proyectos señalados en la Tabla 6.1 que requieren Corresponsable en Seguridad Estructural Nivel 2, serán coordinadas por los Corresponsables Nivel 1. Posteriormente, la Revisión se apegará a lo establecido en la Tabla 6.1.



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



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

GACETA OFICIAL DE LA CDMX, 4 DE DICIEMBRE DE 2017.

| Capítulo | Tema |
|----------|--|
| 1 | Consideraciones generales |
| 2 | Evaluación |
| 3 | Rehabilitación |
| 4 | Construcción, supervisión y control de calidad |

1. CONSIDERACIONES GENERALES

ALCANCE

- 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.

DEFINICIONES

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

MARCO NORMATIVO

- Obligatoria y complementaria a la observancia del RCDF y sus NTC.
- Todo proyecto de Rehabilitación estructural deberá ser revisado por un CSE Nivel 1, de conformidad con el proceso establecido en las NTC-RSEE.

2. 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

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

- 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. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

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/cm²).**

2.2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

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/cm²) si el edificio se construyó antes de 1965 y de 420 MPa (4200 kg/cm²) 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 RCDF vigente al momento de la construcción del edificio.

MAMPOSTERÍA

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

ACERO ESTRUCTURAL

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

2.2. 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 que se presenta más adelante.
- 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

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 contratraves;
 - b) Cortante en vigas, columnas, muros estructurales, losas planas, zapatas y contratraves;
 - 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. 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.
- Grietas de hasta 1 mm de grosor en muros de mampostería de carga sin refuerzo interior vertical ni horizontal.
- Grietas de hasta 5 mm de grosor en muros no estructurales de mampostería;

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.
- Grietas superiores a 0.2 mm y hasta de 1 mm de grosor en el concreto .
- Grietas superiores a 1 mm y hasta de 5 mm en la mampostería sin refuerzo interior ni horizontal en muros de cargas .
- Grietas con grosor mayor que 5 mm y hasta 10 mm en los muros no estructurales de mampostería.

c) Grave, cuando el daño afecta significativamente la capacidad estructural.

- **La Rehabilitación implica una intervención amplia, con reemplazo o reforzamiento de algunos elementos.**
- Barras de refuerzo expuestas o pandeadas, concreto con aplastamiento significativo o **con grietas mayores de 1mm de grosor.**
- Muros de carga de mampostería sin refuerzo interior vertical ni horizontal, **con grietas mayores de 5mm de grosor** o con piezas aplastadas o desprendidas;
- Muros no estructurales, **con grietas mayores de 10 mm** o con piezas aplastadas y desprendidas.
- Presencia de grietas que indiquen la formación de conos o pirámides truncados derivados de fallas en cortante por penetración entre columnas y losas planas.

2.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE ELEMENTOS DAÑADOS EN EL COMPORTAMIENTO DE LA EDIFICACIÓN

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.

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 ya señalados, 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. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE ELEMENTOS DAÑADOS EN EL COMPORTAMIENTO DE LA EDIFICACIÓN

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 ya los señalados, 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, a la resistencia de cada entrepiso, alcanza al menos el 75% de la resistencia de diseño requerida por las NTC-Sismo.
- La reparación de elementos estructurales con daño ligero se deberá realizar de acuerdo con la sección 3.4, que se presenta más adelante 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.**

2.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE ELEMENTOS DAÑADOS EN EL COMPORTAMIENTO DE LA EDIFICACIÓN

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 de estas normas.**
- 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 ya definidos.
- Se considera en esta categoría a las edificaciones inclinadas que no cumplen con los límites de las NTC sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

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. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE ELEMENTOS DAÑADOS EN EL COMPORTAMIENTO DE LA EDIFICACIÓN

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 NTC 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.

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 NTC 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

CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

- Si la edificación tiene planta baja débil y la estructura sólo tiene daños ligeros, será necesario realizar un análisis estático o dinámico de acuerdo con NTC-Sismo, usando el **factor de comportamiento sísmico $Q_{\text{consistente}}$ 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 ya explicado. 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 NTC sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Cuando la edificación tiene planta baja débil, solamente presenta daños ligeros 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 ya explicado.
- 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.

3. 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.
- El proyecto deberá llevar a la estructura a una situación en que, al analizarla nuevamente con los criterios fijados en la sección 2.4 ya descrita, 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 NTC-Concreto, excepto para flexión pura, para:
 - a) Flexión, 0.9;
 - b) Fuerza cortante en vigas y columnas, 0.60;
 - c) Cortante por penetración en losas planas y zapatas 0.60;
 - d) 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
 - e) 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, que se presentan más adelante.

3.2. APUNTALAMIENTO, REHABILITACIÓN TEMPORAL Y DEMOLICIÓN

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

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.

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 NTC 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

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.

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. REPARACIÓN DE GRIETAS

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.

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. APLANADO SOBRE MALLA Y REPARACIÓN DE DAÑOS DEBIDOS A CORROSIÓN

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.

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

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. 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 kg/m³ 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. 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 contratraveses 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. CONTRAVIENTOS, SISTEMA DUAL Y CONTRAFUERTE

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.

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.

CONTRAFUERTE

- 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. ELEMENTOS CONFINANTES, AISLAMIENTO DE BASE Y REDUCCIÓN DE PESO

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.

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.

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 Y DE LA CIMENTACIÓN

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 Y PLANOS ESTRUCTURALES

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.

4. CONSTRUCCIÓN, SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

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.

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.