

Parte II

GULA TECNICA DE REHABILITACION

Parte II. GUIA TECNICA DE REHABILITACION

CAPITULO 1.

ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivo

El propósito de la guía es servir como lineamiento a seguir para lograr una rápida y racional rehabilitación de edificios y ciudades afectadas por un evento sísmico. Para ello se presentan técnicas y procedimientos de rehabilitación estructural, con la finalidad de llevar a cabo una rápida reinstalación de la funcionalidad de los edificios que hayan presentado daño por sismo.

Comentarios

En general, en la figura 1 se muestra el procedimiento a seguir para evaluar el nivel de daño en un edificio que haya presentado daño por un sismo de gran intensidad y el proceso para lograr su rehabilitación. Asimismo, se debe contemplar la posibilidad de que el daño se incremente por efecto de réplicas del evento principal. Para ello, se deberá elaborar un procedimiento de rehabilitación temporal o inmediata para evitar el incremento del daño y la pérdida de vidas por eventuales réplicas del evento principal. Los resultados de la inspección de campo y la evaluación del nivel de daño se deberán considerar para adoptar medidas de seguridad y proporcionar recomendaciones cuando sea necesario el acceso a los edificios. Las recomendaciones se deben elaborar con base en los resultados de la investigación realizada con la Guía para Evaluación Inmediata del Nivel de Riesgo y Peligro. Tanto la evaluación como las medidas a seguir, se deben realizar con prontitud en un periodo de uno a dos días después de la ocurrencia del evento. Paralelamente a estas actividades, se deberán realizar los trabajos de rehabilitación inmediata para evitar daños provocados por réplicas del fenómeno o por el estado inestable de la estructura. Los procedimientos de reparación inmediata (o temporal) que se presentan en el capítulo 2, se elaboraron para mejorar la respuesta ante este tipo de situación. El siguiente paso considera la realización del trabajo de rehabilitación definitiva o permanente. Para ello se requiere elaborar una evaluación de la necesidad de reparación y/o refuerzo del edificio, en base a los resultados de la Norma de Evaluación y Clasificación del Nivel de Daño. El tiempo asumido en la presente guía para la elaboración del trabajo de evaluación se recomienda sea de aproximadamente entre una semana y un mes después de la ocurrencia del sismo; esto debido a que las condiciones de daño consideradas en las edificaciones modelo para la elaboración de la guía, así como el porcentaje de daño provocado por un sismo, presentarán variaciones en el tiempo por diversos motivos. En cuanto a las técnicas de rehabilitación permanente o definitiva presentadas en el capítulo 3 de la presente guía, se proponen las recomendaciones y trabajos pertinentes con base en los resultados del trabajo de evaluación de clasificación y nivel de daño. Se debe considerar que las técnicas y tecnologías de rehabilitación a emplear sufrirán cambios con el tiempo; y también contemplar que, con el uso simple de la norma para evaluación de la clasificación y nivel de daño, habrá ocasiones

donde sea imposible definir las necesidades de refuerzo estructural. La Guía de Técnicas de Rehabilitación aquí presentada, contempla un procedimiento en el cual se requiere la realización de una investigación detallada, que defina las características de comportamiento estructural ante sismos remanentes en el sistema estructural después de la ocurrencia del daño y, con base en los resultados de dicha investigación, definir las necesidades de refuerzo.

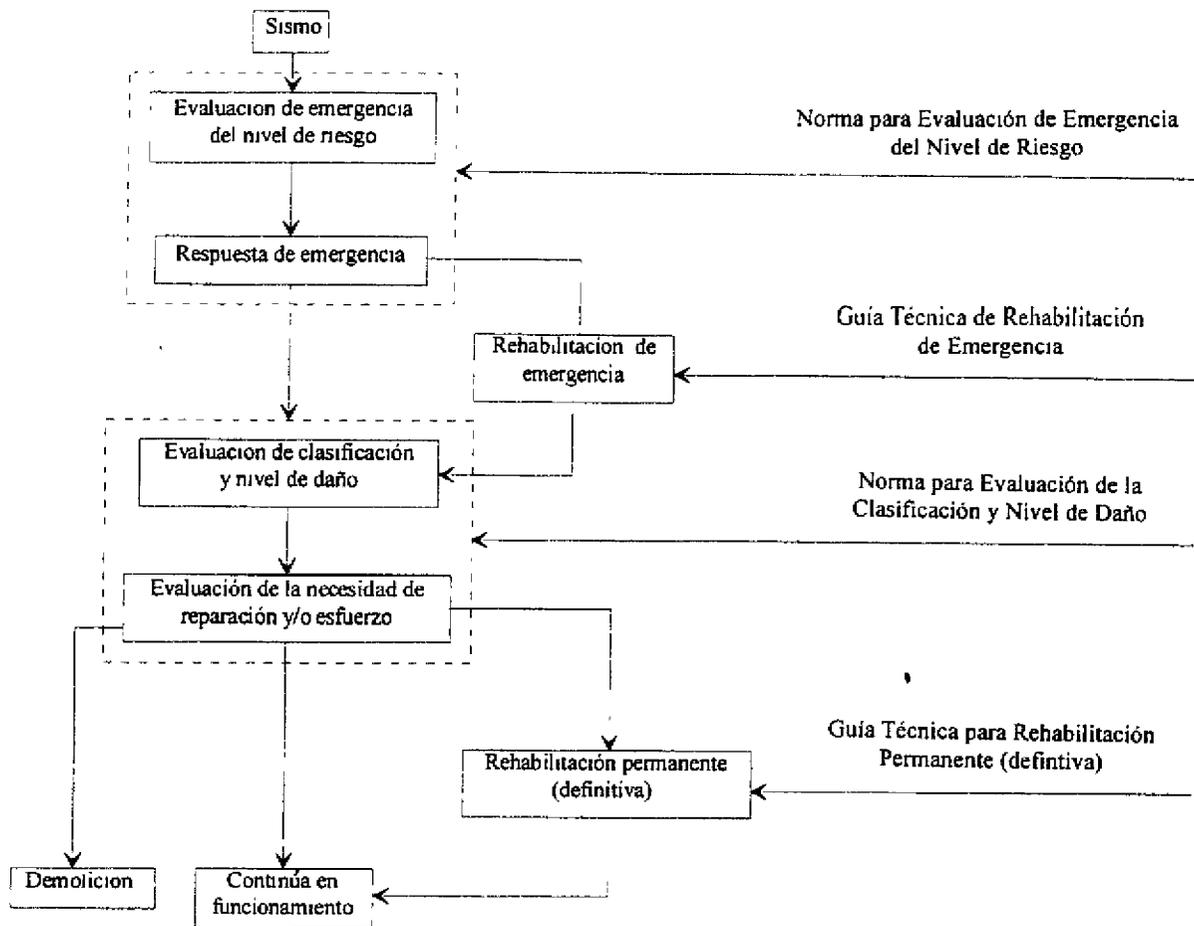


Figura 1. Relación entre la Norma para Evaluación de la Clasificación y Nivel de Daño y la Guía Técnica de Rehabilitación

1.2 Definición de la terminología y simbología

La terminología más importante empleada en la presente Guía Técnica de Rehabilitación se define como se indica:

Reparación: Consiste en restablecer las condiciones estructurales, totales y/o parciales, de un sistema estructural, que fueron degradadas por la incidencia de un sismo.

Refuerzo: Consiste en proporcionar a un sistema estructural, condiciones o características estructurales, totales y/o parciales, superiores a aquéllas que tenía hasta antes que fueran degradadas por la incidencia de un sismo.

Rehabilitación: Consiste en restablecer la funcionalidad de un sistema estructural por medio de su reparación y/o refuerzo.

Definitiva o permanente: Indica la vida útil remanente de un sistema estructural después de haber sido afectado por la incidencia de un sismo.

Emergencia: Después del daño provocado por un sismo, se refiere al establecimiento de las medidas inmediatas para la permanencia del inmueble, considerándose como una condición provisional o tentativa.

Comentarios

Lo que se menciona como condiciones y/o características estructurales comprende la resistencia, rigidez y ductilidad, tratándolas desde un punto de vista general. Es decir, rehabilitación consiste en el restablecimiento de las condiciones iniciales u originales del sistema estructural; en lo que respecta a la Guía Técnica para Rehabilitación, también contempla el refuerzo del sistema estructural, por lo que las características estructurales serán superiores a las que tenía el sistema hasta antes de la incidencia del sismo. También, los trabajos de rehabilitación comprenderán no únicamente las características estructurales de los elementos individualmente, sino comprenderán las características de todo el sistema estructural en su conjunto, así como su durabilidad, resistencia a efectos de intemperismo, resistencia al fuego, etc.

CAPITULO 2.

METODOS DE REHABILITACION INMEDIATA DE EMERGENCIA

2.1 Objetivo

Después de la incidencia de un sismo generador de daño en estructuras, la rehabilitación de emergencia consiste en la realización de los trabajos apropiados de inspección e investigación, diseño y refuerzo de las mismas, hasta la elaboración de un proyecto de rehabilitación permanente. Este refuerzo tiene la finalidad u objetivo de evitar el incremento del nivel de daño ante la incidencia de réplicas del evento principal, así como preservar las vidas humanas y bienes materiales que se encuentren en el edificio.

Comentarios

A partir del significado de las palabras emergencia y rehabilitación empleadas en el presente texto, el término rehabilitación de emergencia se refiere al restablecimiento de las condiciones originales de un sistema estructural en forma inmediata. Sin embargo, en el caso de estructuras de concreto reforzado que hayan sido dañadas por sismo, el restablecimiento inmediato de las condiciones originales representa gran dificultad. En lo que respecta al presente capítulo, el termino "rehabilitación de emergencia", significará la colocación de un refuerzo de emergencia en los elementos y sistema dañado, con objeto de evitar, ante la incidencia de réplicas del evento principal, el incremento de los daños estructurales y la pérdida de vidas humanas y bienes materiales durante el periodo comprendido por la incidencia del fenómeno principal hasta la ejecución de los trabajos de rehabilitación permanente. Sin embargo, en lo que respecta al capítulo 2 sobre procesos de rehabilitación definitiva, no se refiere únicamente a la reparación simple para mantener las condiciones iniciales, también contempla el mejoramiento de las condiciones originales del sistema estructural. También, dentro del Proceso de Rehabilitación Inmediata de Emergencia, después de la ocurrencia del sismo, se deberán distribuir y explicar ampliamente las medidas de respuesta inmediata de emergencia a tomar, como son las papeletas indicando el impedimento de entrada a edificios con riesgo de colapso, así como el cuidado a tener en zonas de riesgo ante caída de objetos; en general, medidas para reducir el riesgo de daños y fatalidades en la población.

2.2 Alcance de su aplicación

La rehabilitación inmediata de emergencia se basará en una investigación encaminada a la evaluación de emergencia del nivel de riesgo, empleando la Norma para Evaluación del Nivel de Daño de Estructuras de Concreto Reforzado; determinando para cada estructura el nivel de daño que se traducirá en indicaciones de "peligro", o como precaución.

Comentarios

La Norma de Evaluación Inmediata del Nivel de Peligro o Riesgo es de aplicación a todas las edificaciones que hayan recibido un resultado de evaluación diferente a "segura". Es decir, la norma será objeto de aplicación a prácticamente todos los casos siguientes: edificios con desplome mayor a 1 grado; edificios con asentamientos superiores a los 20 cm. En lo que respecta al nivel de daño de elementos estructurales, en sistemas estructurales a base de marcos resistentes a momento donde existan columnas con nivel de daño superior a III, en sistemas estructurales a base de muros donde hay muros con nivel de daño superior a III. Finalmente, en edificaciones donde no se observa una seguridad adecuada ante la caída y volcamiento de objetos.

2.3 Investigación e inspección

En cuanto a la ejecución de la rehabilitación inmediata de emergencia, por regla general se realiza una investigación sobre las condiciones de desplome y asentamiento de la estructura. También se investigará las condiciones de daño de todos los elementos estructurales como son columnas y vigas en estructuras a base de marcos resistentes a momento, y muros en estructuras a base de muros estructurales.

Comentarios

Una vez efectuada la evaluación inmediata de emergencia para determinar el nivel de riesgo o peligro, implica que ya se realizó una inspección e investigación de las condiciones del edificio. Sin embargo, nuevamente se requerirá una investigación sobre la que se sustente la ejecución de la rehabilitación inmediata de emergencia. Es decir, cuando se realiza la evaluación inmediata de emergencia del nivel de riesgo y peligro, una vez las zonas de peligro o de precaución al inmueble, la conclusión de la evaluación es posible y por lo tanto no es necesario continuar con dicha inspección. Sin embargo, para realizar la rehabilitación inmediata de emergencia, será necesario conocer todos las zonas de peligro o de precaución. Por lo tanto, para este último caso es necesario realizar una investigación adecuada sobre las condiciones de daño de absolutamente todos los elementos estructurales; en el caso de marcos resistentes a momentos serán todas las columnas y todas las vigas, en el caso de sistemas a base de muros estructurales serán todos los muros. También será necesaria una investigación adecuada y suficiente con respecto al peligro de volcamiento y caída de objetos.

Sin embargo, con respecto a este tipo de investigación y considerando el carácter de la rehabilitación inmediata de emergencia, no será necesario realizar una investigación detallada de sistemas con nivel de daño pequeño, siendo necesario tener cuidado de no realizar investigaciones superficiales en sistemas estructurales de nivel de daño alto (sistemas donde los elementos estructurales presentan niveles de daño superiores o iguales a III).

Será necesario realizar un trabajo de rehabilitación confiable basado en un proyecto realizado por un técnico calificado en edificaciones que fueron evaluadas como de peligro en base a la norma de evaluación inmediata de emergencia, y que sea requerido su uso temporalmente. Por lo será necesario tanto, que la investigación y las técnicas a emplear para rehabilitación inmediata en este caso, sean realizadas por un técnico con gran experiencia y alto nivel de conocimiento sobre rehabilitación.

Se recomendará llevar a cabo trabajos de refuerzo en todos los elementos estructurales o zonas donde se tenga nivel alto de daño (sistemas donde los elementos estructurales presentan niveles de daño superiores o iguales a IV). También, en edificaciones que fueron evaluadas como "acceso con precaución" en base a la Norma de Evaluación Inmediata de Emergencia, y que sea requerido su uso continuo hasta la realización de los trabajos de rehabilitación definitiva

2.4 Trabajos de rehabilitación inmediata de emergencia

Los trabajos de rehabilitación inmediata de emergencia se realizarán con métodos efectivos, de tal manera que se obtenga un comportamiento suficientemente adecuado del sistema estructural. Principalmente, cuando las edificaciones o parte de ellas sean usadas temporalmente hasta la realización de los trabajos de rehabilitación definitiva o permanente, los trabajos de rehabilitación inmediata de emergencia se harán con métodos que tengan un nivel de confiabilidad alto. En estos casos, cuando el sistema estructural presenta niveles de daño superiores o iguales a IV, deberán instalar elementos o sistemas de soporte de cargas verticales (principalmente de acero estructural) que sean capaces de soportar las cargas axiales a transmitir por los elementos estructurales del sistema original que presentan un nivel alto de daño en las columnas de los sistemas a base de marcos resistentes a momentos y los muros de los sistemas a base de muros estructurales, por lo menos en la vecindad de los mismos.

Al realizar los trabajos de rehabilitación inmediata de emergencia, se deberán corregir temporalmente los fenómenos de desplomo y asentamiento del edificio, así como problemas de asentamiento del sistema de piso, hasta la realización de los trabajos de rehabilitación definitiva, y se deberá medir su comportamiento continuamente. Se impedirá el uso del edificio y se tomarán las medidas adecuadas en caso de que los valores medidos presenten comportamiento inusual

Comentarios

En la rehabilitación inmediata de emergencia, deberá considerarse en primera instancia el aseguramiento de la transmisión de las cargas verticales, concentrándose en aquellas columnas y/o muros que presenten un nivel de daño superior o igual a IV, y que por lo tanto representen cierta preocupación respecto a una degradación en su capacidad a soportar cargas verticales. Otro aspecto de importancia lo representan aquellos sistemas estructurales que aunque mantengan la capacidad suficiente de soportar cargas verticales, tiendan a presentar condiciones de inestabilidad ante solicitaciones horizontales;

constituyéndose en edificios con un nivel alto de riesgo o peligro ante volteo, por lo que la capacidad del sistema a soportar cargas laterales representará el objetivo principal y será obligatorio realizar un trabajo de refuerzo inmediato de emergencia. También, se podrá remover objetos y elementos estructurales con alto riesgo de caída, o se tomarán las medidas adecuadas para evitar su caída.

Abajo se presenta una descripción resumida de los procedimientos de refuerzo de emergencia; sin embargo, explicaciones y ejemplos detallados sobre dichos métodos se pueden encontrar en la Referencia 2.

Mantenimiento de la carga axial:

(1) Empleando polines de soporte robustos de madera generalmente empleados en la construcción (pies derechos); o columnas de acero estructural en la vecindad de la columna dañada, como elementos de soporte

(2) Refuerzo en las columnas con encamisado de acero estructural, o torones de acero confinando a la columna

(3) Colar concreto adicional en los muros; o instalar muros estructurales precolados

Resistencia a carga lateral, incremento de rigidez:

Contraviento de acero estructural, muros, incremento de las dimensiones de los muros existentes, ángulos de acero estructural en las esquinas de los elementos.

Eliminación de volcamiento y caída:

Soportes, columnas de acero estructural, polines robustos de madera.

CAPITULO 3.

METODOS DE REHABILITACION DEFINITIVA O PERMANENTE

3.1 Objetivo

La rehabilitación definitiva o permanente tiene como objeto el garantizar que un edificio de concreto reforzado que, después a su rehabilitación se desea mantenerlo en funcionamiento, presente las características de comportamiento sísmico mínimas necesarias. Para lograrlo se llevarán a cabo procesos de inspección, investigación, diseño, reparación y/o refuerzo adecuados.

Comentarios

La presente guía presenta las técnicas básicas necesarias para realizar trabajos de rehabilitación en edificios de concreto reforzado dañados por sismo, y que se desea mantenerlos funcionando. Cuando se vayan a emplear procedimientos de rehabilitación producto de investigación y estudios especiales, no es necesario considerar las indicaciones presentadas en la presente guía. Sin embargo, aun para esos casos se deberá respetar lo indicado en la presente guía respecto a que las características de comportamiento sísmico de la estructura deberán ser iguales o superiores a las características de comportamiento deseadas.

En la figura 2 se presenta un diagrama de flujo sobre los trabajos generalmente llevados a cabo en un proceso de rehabilitación definitiva o permanente. Para edificios en los cuales se determine que no es necesario un proceso de refuerzo con base en la Norma de Evaluación de la Clasificación y Nivel de Daño, es deseable que también sigan las indicaciones de la presente guía cuando se realicen los trabajos de reparación.

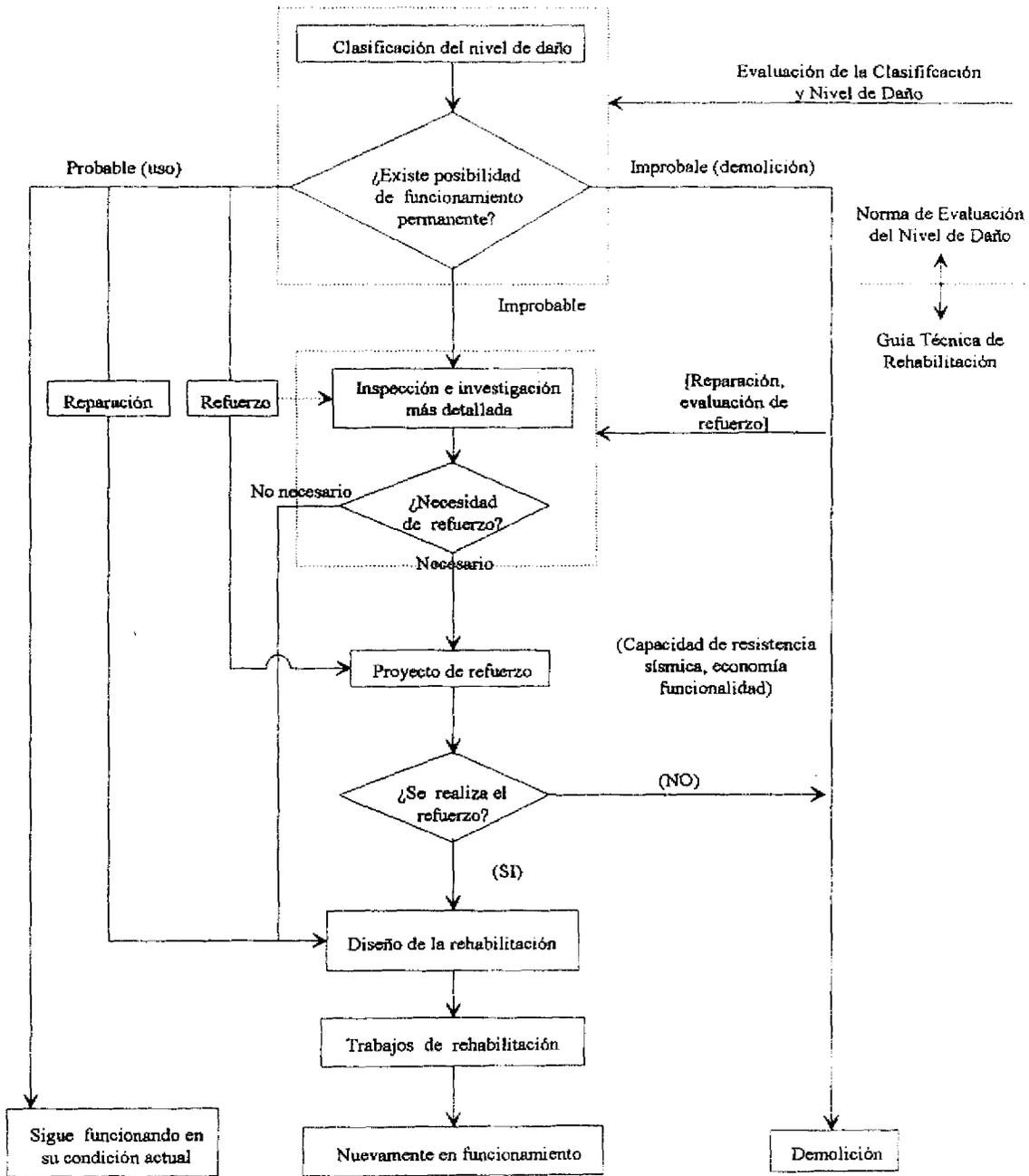


Figura 2. Diagrama de flujo general de los trabajos de rehabilitación permanente (definitiva)

3.2 Alcance de su aplicación

Se empleará en trabajos de rehabilitación de edificios donde, según la Norma de Evaluación de la Clasificación y Nivel de Daño para Estructuras de Concreto Reforzado, un edificio requiera de una investigación detallada o bien un edificio en su totalidad requiera de un proceso de refuerzo.

El alcance de aplicación de la presente guía compete a edificaciones con altura menor o igual a 30 metros, con sistemas resistentes a cargas laterales a base de marcos resistentes a momento o a base de muros estructurales.

Comentarios

La mayoría de las estructuras de concreto reforzado de marcos resistentes a momento o con muros estructurales que tengan alturas superiores a 31 metros, la mayoría de ellas fueron construidas considerando el código de diseño revisado en 1981, por lo que puede pensarse que se tomaron consideraciones especiales en lo relativo a materiales, diseño estructural y distribución de refuerzo. Por lo tanto, para la rehabilitación de estas estructuras, como regla general es deseable la realización de una investigación especial, así como trabajo analítico- experimental que está fuera del alcance de la presente guía.

3.3 Evaluación de la necesidad de refuerzo

La evaluación de la necesidad de refuerzo en un sistema estructural, se realizará conforme a la Norma para Evaluación y Clasificación del nivel de Daño. Sin embargo, para edificios en los que se determinó la necesidad de una investigación a detalle conforme a la Norma para Evaluación y Clasificación del Nivel de Daño, la evaluación de la necesidad de refuerzo estructural del sistema, se realizará conforme se indica:

(1) Evaluación de la necesidad de refuerzo de la estructura de cimentación

Cuando, producto de cambios en la cimentación y el suelo de la vecindad, un sistema estructural presenta desplomo, la evaluación y juicio se harán conforme se presenta en la tabla 3.1.

Tabla 3.1) Evaluación de la necesidad de refuerzo de la estructura de cimentación considerando el ángulo de desplomo

θ (radianes)	Intensidad del sismo ¹⁾	Pilotes ²⁾	Subsuelo ³⁾	Valor de N ⁴⁾	Necesidad de refuerzo
Mayor a 1/100					Necesario
Menos de 1/100 Superior o del orden de 1/300	Mayor a V (mayor)				No necesario
	Menor a V (menor)	No	Estratos de arena	Menos de 15	Necesario ⁵⁾
			Otra	Mayor de 15	No necesario
		Existe	Estratos de arena	Menor a 20	Necesario ⁵⁾
			Otra	Mayor a 20	No necesario ⁶⁾
					Inspección e investigación ⁷⁾

Nota:

- 1) Se considera la intensidad generada por el sismo que originó el daño en la región.
V (mayor): Nivel de intensidad V (Sismo severo) con aceleraciones superiores a 150 gal.
V (menor): Nivel de intensidad V (Sismo severo) con aceleraciones menores a 150 gal.
- 2) Dentro de la clasificación de pilotes, a excepción de los de madera, se consideran todos los tipos, desde los pilotes de punta hasta los pilotes de fricción.
- 3) Se refiere a la clasificación del suelo de apoyo. En caso de cimentaciones superficiales es el tipo de suelo en el estrato inmediato inferior; en el caso de pilotes será el tipo de suelo donde existirá la transmisión de fuerza.
- 4) Es el número de golpes N de la prueba de penetración estándar para el suelo de apoyo.
- 5) En el futuro, ante la incidencia de un evento de importancia, existe la posibilidad de aparición de daño por el fenómeno de licuación de suelo, por tal motivo se clasifica como "necesario".
- 6) Generalmente se considera como "no necesario", sin embargo cuando se piense en daño en los pilotes, se recomienda realizar una investigación.
- 7) Debido a los trabajos de hincado y/o excavación, así como a los de refuerzo de la superestructura, el pilote podría tener daño; por lo que se hará una investigación detallada, y considerando los resultados de la misma se deberá realizar una evaluación especial.

(2) Evaluación sobre la necesidad de refuerzo de la superestructura.

En caso de existir daño en la superestructura, la evaluación se hará conforme se indica en la tabla 3.2, donde el cálculo o determinación del nivel de daño (Φ) se hace empleando la ecuación (1)

$$\Phi = (1 - I_s' / I_s) \times 100 (\%) \quad (1)$$

donde, I_s y I_s' representan los valores del índice de comportamiento estructural ante sismo, los que se calculan con base en la norma para evaluación de características de comportamiento ante sismo de estructuras existentes de concreto reforzado.

Tabla 3.2 Valor del límite inferior del nivel de daño (Φ)(en porcentaje), que se requiere para reforzar

Epoca de construcción	Intensidad del sismo (considerando los niveles de intensidad de la Agencia Meteorológica del Japón)			
	Menor de IV	V (menor)	V (mayor)	Mayor de VI
Anterior a 1971	20	30	40	50
Posterior a 1971	30	40	50	

Nota:

- 1) Aunque el año de construcción sea anterior a 1971, si se trata de un elemento estructural con separación de estribos o refuerzo lateral menor a 100 mm, podrá considerarse el valor de Φ en la evaluación como el de una estructura construida después de 1971

Comentarios

(1) La determinación de la necesidad de refuerzo, por regla general, se realiza considerando la Evaluación de la Clasificación y Nivel de Daño. Sin embargo, cuando la evaluación con base en la Norma para Evaluación de la Clasificación y Nivel de Daño se dificulta, y resulta necesaria la realización de una inspección a detalle, se podrá considerar lo indicado en la presente guía y determinar la necesidad de refuerzo. Aun cuando según la Norma de Evaluación de la Clasificación y Nivel de Daño se determine "reparación", se realizará una inspección a detalle del edificio, y según la presente guía es deseable la "investigación sobre la necesidad de refuerzo del edificio".

También, aunque el edificio en conjunto se defina como sano desde el punto de vista de capacidad y comportamiento sísmico, y se determine la "no necesidad" de refuerzo, se deberá tener cuidado en la posibilidad de requerir reforzar los elementos dependiendo del nivel y la condición de daño de los mismos.

(2) Para el cálculo del índice de comportamiento sísmico de la estructura de un edificio dañado I_s' , se empleará la Norma de Evaluación de Estructuras de Concreto Reforzado. También, para el cálculo del índice de comportamiento sísmico de una estructura dañada en la condición posterior a la rehabilitación I_s' , se empleará la Guía para Diseño de Reparación de Estructuras de Concreto Reforzado. Es decir, respecto a un elemento estructural dañado y a un elemento estructural reforzado, considerando los modos de falla, el nivel de daño y pérdida, así como el procedimiento de refuerzo, se calcularán los coeficientes de degradación o incremento de comportamiento sísmico, el límite inferior de resistencia, etc. El cálculo de todos los coeficientes y factores que intervienen en el procedimiento para determinar el valor del índice I_s' , se hace conforme se indica en la Norma de Evaluación para Estructuras de Concreto Reforzado. Sin embargo, el evaluar adecuadamente este conjunto de variables es un proceso difícil, por lo que deberá considerarse resultados experimentales y emplear un procedimiento como el indicado:

- 1) La rigidez y la resistencia de un elemento estructural después del daño se igualará a los límites inferiores de las variables, valores que se determinarán conforme lo

indicado en las tablas comentario 3.1 a 3.3, para lo que se requerirá conocer el modo y nivel de daño, así como el nivel de evaluación. Por lo tanto, primero se determina el nivel de daño y pérdida en cada elemento conforme a lo indicado en la tabla comentario 3.1, enseguida se determinan los valores de las variables a emplear en el proceso de evaluación conforme se indica en las tablas comentario 3.2 y 3.3. Para este paso del proceso, se considerará el nivel de daño y pérdida mayor de los existentes para las direcciones X y Y para columnas, y el mayor de los valores de nivel de daño y pérdida en ambos extremos de las trabes. En caso que la trabe falle por cortante en el centro del claro se considerará la condición o nivel de daño del centro del claro para determinar el nivel de daño y pérdida.

2) La resistencia del elemento antes de la ocurrencia del daño, se definirá como el menor de los valores de la resistencia a cortante y la resistencia a flexión determinados ambos con base en las fórmulas reglamentarias. En cuanto a la resistencia del elemento después de la ocurrencia del daño, se determinará afectando el valor de resistencia previo a la ocurrencia del daño por el índice η obtenido conforme se indica en la tabla comentario 3.2.

3) En cuanto al índice de ductilidad posterior al daño, se considerará el mismo valor determinado para la condición previa al daño. Para ello, como regla general no sufrirá cambios el agrupamiento de elementos ortogonales sin embargo, en caso de emplear el nivel de evaluación 3, se realizará la investigación de resultados del mecanismo de falla de la estructura previo al cálculo de resultados, pudiendo llevarse a cabo entonces cambios en el agrupamiento de elementos.

4) Se considerará la variación en la rigidez de los elementos, y cómo esto afecta la relación entre los centros de rigidez y gravedad a emplear en las evaluaciones del segundo y tercer nivel. El valor de rigidez de los elementos después del daño, será igual al valor de la rigidez antes del daño afectado por el factor η . El valor modificado de la relación entre los centros de rigidez y gravedad, se puede calcular entonces, y con base en estos resultados, se puede calcular el índice de forma después de la ocurrencia del daño.

Tabla comentario 3.1. Clasificación y nivel de daño y pérdida en elementos estructurales

Nivel de daño y falla en un elemento	Columna (viga) ²⁾		Muro ³⁾	
	Daño severo y falla por flexión ⁴⁾	Daño severo y falla por cortante ⁵⁾	Daño severo y falla por flexión ⁶⁾	Daño severo y falla por cortante ⁶⁾
I	Agrietamiento con anchura muy pequeña, difícil de distinguir a lo lejos (la anchura de la grieta es aproximadamente igual o menor a 0.2 mm)			
II	<p>* El agrietamiento se puede ver a simple vista, la anchura de la grieta es aproximadamente de 0.2 - 1.0 mm.</p> <p>* Aunque exista desprendimiento y caída del mortero de acabados, no se observa el mismo fenómeno en el concreto.</p>	<p>* Aparición de agrietamiento por cortante, fácil de observar a simple vista (anchura de grieta aproximada de 0.2 - 1.0 mm).</p> <p>* Aunque exista desprendimiento y caída del mortero de acabados, no se observa el mismo fenómeno en el concreto.</p>	Aproximadamente igual nivel de daño al observado en columnas severamente dañadas o falladas por flexión	Aproximadamente igual nivel de daño al observado en columnas severamente dañadas o falladas por cortante.
III	<p>* Aunque exista desprendimiento del concreto de recubrimiento, en el extremo de los casos es pequeño, no hay exposición del acero de refuerzo. La anchura de grietas es aproximadamente de 1 - 2.0 mm.</p>	<p>* La anchura del agrietamiento por cortante es aproximadamente de 1-2 mm.</p> <p>* Aparición de gran número de grietas verticales perpendiculares al acero de refuerzo longitudinal; la anchura aproximada de dichas grietas es 1 - 2 mm.</p>		Aparición de gran número de grietas diagonales en muros estructurales, el ancho de las mismas es aprox. de 1-2 mm. Existe desprendimiento y caída del concreto del muro parcialmente, sin embargo no se presenta exposición del acero de refuerzo. Sin embargo, las columnas de la vecindad presentan agrietamiento menor, se observa holgura de comportamiento en las mismas.
IV	<p>* La anchura de grieta supera los 2 mm.</p> <p>* El desprendimiento y caída del concreto es severo, se observa pandeo del refuerzo en algunas partes.</p>	<p>* La anchura del agrietamiento por cortante supera los 2 mm.</p> <p>* Se observan grandes deformaciones por cortante.</p> <p>* El desprendimiento y caída del concreto es severo, exposición considerable del acero de refuerzo.</p>		* Daño severo y falla del concreto en la parte del muro, se observan agujeros en el mismo que permiten ver a través del mismo. El daño en las columnas de la vecindad presenta un nivel de daño menor al nivel IV
V	Severo problema de pandeo en el refuerzo longitudinal y desprendimiento o falla por tensión del acero de refuerzo lateral en columnas, no solamente se pierde la resistencia a fuerzas laterales, la resistencia a fuerzas verticales también se ve severamente afectada. Presencia de deformaciones verticales en columnas, provocando problemas en los extremos superiores de muros estructurales y asentamientos apreciables en sistemas de piso.			

Nota.

- 1) La determinación del tipo de falla, por flexión o por cortante, se realizará basándose en los resultados de la investigación sobre estado y condiciones de daño llevadas a cabo en campo.
- 2) Respecto a los muros patín en columnas, si la longitud del muro es mayor que tres veces la dimensión de la columna en la misma dirección, se considerará como muro estructural independiente.
- 3) Muros patinen columnas, incluyendo aquellos mencionados en la nota anterior, serán considerados dentro de la clasificación de estructuras a base de muros estructurales.
- 4) Lo indicado en la tabla comentario 3.2 acerca de columnas (M), y en la tabla comentario 3.3 acerca de flexión en columnas y flexión en muros, señala daño severo y falla como las aquí mencionadas.
- 5) Lo indicado en la tabla comentario 3.2 acerca de columnas (S), y en la tabla comentario 3.3 acerca de cortante en columnas y muros aleros a columnas, señala daño severo y falla como las aquí mencionadas.
- 6) Lo indicado en la tabla comentario 3.2 acerca de muros, y en la tabla comentario 3.3 acerca de cortante en muros, señala daño severo y fallas como las aquí mencionadas.