



**Educación**  
Secretaría de Educación Pública



# **Volumen 8. Rehabilitación.**

## **Tomo 3. Diseño de Elementos Rehabilitados.**

**Elaboración junio de 2025**





## Contenido

1	Alcance.....	3
2	Cargas, factores de carga y factores de resistencia .....	3
2.1	Factores de carga y combinaciones de carga.....	3
2.2	Factores de resistencia para el diseño de la rehabilitación.....	3
2.3	Factores de resistencia para la evaluación .....	4
2.4	Combinaciones de carga adicionales para estructuras rehabilitadas con sistemas externos .....	4
3	Estados límite de falla y de servicio.....	5
4	Comportamiento de sistemas rehabilitados .....	5
5	Adherencia de materiales de rehabilitación a base de cemento .....	6
6	Materiales.....	8
7	Consideraciones de diseño y detallado .....	8
7.1	General .....	8
7.2	Concreto .....	8
7.3	Acero de refuerzo .....	9
7.4	Mampostería .....	10
7.5	Estructuras presforzadas y postensadas .....	10
7.6	Anclas y conectores post-instalados .....	10
7.7	Geometría de la reparación .....	11
7.8	Rehabilitación usando postensado adicional .....	12
8	Rehabilitación usando compuestos de polímeros reforzados con fibras (CPRF).....	13
9	Diafragmas.....	16



## **1 ALCANCE**

La resistencia de diseño de todas las secciones de los elementos rehabilitados, nuevos elementos y elementos existentes sin rehabilitar, será al menos igual que la resistencia requerida (o última) obtenida a partir de fuerzas y momentos internos del análisis de conformidad con lo señalado en el Capítulo 2 de este Tomo.

La resistencia de diseño ante una fuerza y momento interno se obtendrá multiplicando la resistencia nominal por el factor de resistencia señalado a continuación.

## **2 CARGAS, FACTORES DE CARGA Y FACTORES DE RESISTENCIA**

La rehabilitación se diseñará para que cumpla con los requisitos de los estados límite de falla y de servicio, así como de durabilidad.

No se permite el uso de combinaciones de factores de carga y de resistencia del Reglamento vigente con los de versiones anteriores.

La resistencia de diseño de los elementos y componentes estructurales, así como de sus conexiones, será al menos igual a la resistencia requerida (o última). Se entiende por resistencia de diseño a la resistencia nominal afectada por el factor de resistencia según el tipo de acción interna. La resistencia requerida es el valor más desfavorable de la acción demandada, obtenido mediante un análisis estructural, multiplicándolo por la correspondiente combinación de factores de carga.

### **2.1 FACTORES DE CARGA Y COMBINACIONES DE CARGA**

Se cumplirán los requisitos de las secciones 2.3 y 3.4 de las NTC-Acciones de la Ciudad de México (o sus equivalentes en las NTC de la población donde se encuentre la escuela), salvo lo indicado en el inciso 3.4.a, para el que los factores de carga se tomarán iguales a 1.1 y 1.3 para cargas permanentes y variables, respectivamente, previo levantamiento geométrico de la estructura existente.

Las cargas permanentes, definidas en el inciso 2.1.a de las NTC-Acciones de la Ciudad de México (o su equivalente en las NTC de la población donde se encuentre la escuela), serán estimadas por el proyectista mediante un levantamiento de las dimensiones, tipos de material, deformaciones y desplazamientos impuestos (como asentamientos diferenciales), movimientos relativos de los apoyos y presfuerzo cargas en la estructura existente.

Se considerará, adicionalmente, lo señalado en los incisos a, b y c:

- a) Efectos del daño, deterioro o retiro de la carga en la redistribución de fuerzas.
- b) Secuencia en la aplicación de las cargas, incluyendo cargas de construcción y las debidas al apuntalamiento y/o arriostramiento.
- c) Cargas y acciones internas durante el proceso de rehabilitación.

### **2.2 FACTORES DE RESISTENCIA PARA EL DISEÑO DE LA REHABILITACIÓN**

En la rehabilitación de edificios existentes de concreto, se usarán los factores de resistencia FR de la Tabla 1.



No se afectará el cálculo de la longitud de desarrollo (sección 6.1 de las NTC-Concreto de la Ciudad de México o su equivalente) por el factor de resistencia.

Para concreto simple, el factor de resistencia será de 0.6.

En la rehabilitación de edificios de mampostería confinada o reforzada interiormente, se usarán los factores de resistencia de la Tabla 2. Para mampostería simple a compresión y cortante, el factor de resistencia será de 0.3 y 0.4, respectivamente.

En la rehabilitación de edificios de acero, se usarán los factores de resistencia mencionados en las NTC-Acero para modos de falla dúctil. Para modos de falla frágil, se multiplicarán por 0.85.

**Tabla 1. Factores de resistencia para estructuras de concreto ante distintas acciones internas.**

Acción de diseño	$F_R$
Flexión	0.9
Cortante y torsión	0.6
Flexocompresión, si el núcleo está confinado o si la falla es de tensión	0.7
Flexocompresión, si el núcleo no está confinado o si la falla es de compresión	0.6

**Tabla 2. Factores de resistencia para estructuras de mampostería confinada o reforzada.**

Acción interna	$F_R$
Flexocompresión si $P_u \leq P_R / 3$	0.7
Flexocompresión si $P_u > P_R / 3$	0.5
Cortante	0.6

### 2.3 FACTORES DE RESISTENCIA PARA LA EVALUACIÓN

En estructuras sin daño o con daño ligero por sismo (según las N-Rehabilitación), si se determinan las dimensiones, cuantía y ubicación del acero de refuerzo del elemento estructural según el Tomo 2 de este volumen, y se obtienen las propiedades de los materiales a partir de los ensayos requeridos en el inciso de "Propiedades de elementos y componentes" del Tomo 2, se aceptará que, con el visto bueno del corresponsable, se puedan usar factores de resistencias iguales a los requeridos en el diseño de estructuras nuevas correspondientes con el material de construcción.

### 2.4 COMBINACIONES DE CARGA ADICIONALES PARA ESTRUCTURAS REHABILITADAS CON SISTEMAS EXTERNOS

Si se rehabilita la estructura mediante sistemas externos de reforzamiento y que pueden estar sujetos a vandalismo, incendio o impacto, se revisará que, a pesar del vandalismo, pueda



soportar las acciones de diseño o se incorporen elementos anti-vandalismo. En el primer caso, la resistencia de diseño de la estructura, sin rehabilitación, debe exceder la resistencia requerida en la ecuación 1.

$$F_R R_n \geq 1.2CP + 0.75CV$$

### **Ecuación 1**

En donde:

- R<sub>n</sub> Es la resistencia nominal del elemento, usando las propiedades de los materiales determinadas en la sección “Propiedades de elementos y componentes” de este Volumen.
- CP Son las cargas permanentes.
- CV Son las cargas variables.

## **3 ESTADOS LÍMITE DE FALLA Y DE SERVICIO**

En la revisión de los estados límite, se deben considerar las cargas, fuerzas y momentos internos y las deformaciones de la estructura existente y de la estructura rehabilitada durante el proceso de rehabilitación.

En el diseño se debe considerar que los esfuerzos y deformaciones existentes en la estructura no se pueden eliminar, como ocurre con las cargas axiales en columnas y muros existentes.

## **4 COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS REHABILITADOS**

La rehabilitación de elementos, componentes y sistemas estructurales debe conducir a un sistema capaz de resistir las cargas de diseño mediante la compartición y transmisión de carga entre elementos existentes y la rehabilitación. Para un adecuado desempeño, la rehabilitación puede requerir conexiones. En los siguientes capítulos de este Volumen se establecen los requisitos para el diseño de las conexiones.

La rehabilitación debe considerar la transmisión de fuerzas en la interfaz del elemento resistente y del material o sistema de reparación y/o reforzamiento. Se deberá diseñar el mecanismo de transmisión de carga entre concreto nuevo y existente de conformidad con el inciso 5.3.3.3 de las NTC-Concreto de la Ciudad de México (o su equivalente en las NTC de la población donde se encuentre la escuela) y entre acero y concreto existente según el capítulo 9 de las NTC-Acero de la Ciudad de México (o su equivalente en las NTC de la población donde se encuentre la escuela).



## 5 ADHERENCIA DE MATERIALES DE REHABILITACIÓN A BASE DE CEMENTO

Se deberán revisar los esfuerzos de cortante y de tensión en la interfaz entre los materiales de rehabilitación a base de cemento y el sustrato existente. En este análisis, a las fuerzas y momentos internos obtenidos del análisis se sumarán, si corresponde, los producidos por los cambios volumétricos restringidos.

La fuerza cortante rasante requerida,  $V_u$ , será menor o igual que la fuerza cortante rasante de diseño, siendo ésta igual al esfuerzo nominal de cortante rasante, afectado por el factor de resistencia establecido en el Tomo 2 en el inciso Factores de resistencia para el Diseño de la Rehabilitación.

El esfuerzo nominal, la necesidad de refuerzo en la interfaz y el tipo de ensaye por adherencia se establecen en la Tabla 3.

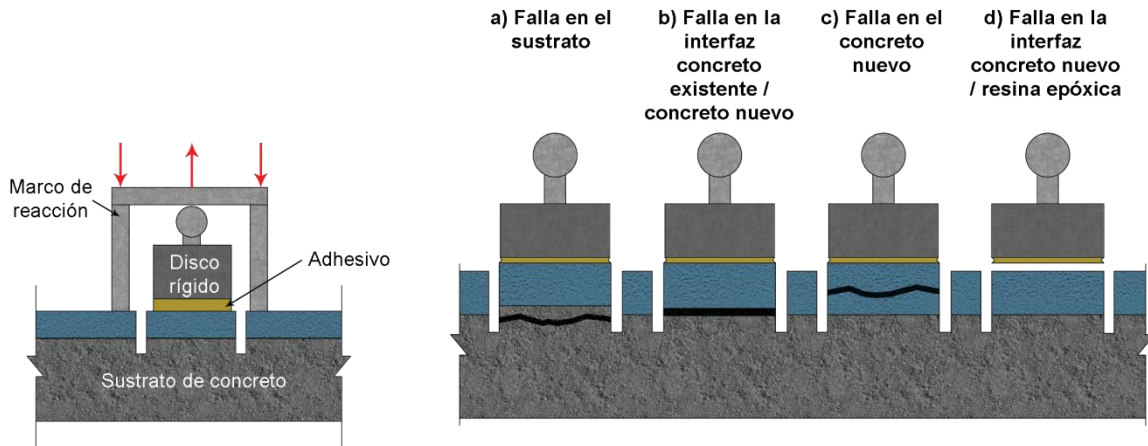
**Tabla 3. Esfuerzo nominal de cortante rasante, necesidad de refuerzo en la interfaz y tipos de ensaye requeridos**

<b>V<sub>U</sub> MPa (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Necesidad de refuerzo en la Interfaz</b>	<b>Requisitos de ensaye de adherencia</b>
$V_u \leq 0.20$ (2.0)	No	Ensaye de integridad
$0.20$ (2.0) $< V_u \leq 0.40$ (4.0)	No	Ensaye de adherencia, a menos de que se cumpla el inciso 12.5
$V_u > 0.40$ (4.0)	Sí	No se requiere

No se requerirá refuerzo en la interfaz si el sustrato se prepara retirando el concreto deteriorado, dañado o contaminado. En Tomo 4 en el inciso "Técnicas de rehabilitación de edificios existentes" se presentan consideraciones adicionales para lograr una rugosidad adecuada.

El ensaye de integridad señalado en la tabla 12.5 se puede ejecutar mediante métodos no destructivos de tipo cualitativo como son el radar de penetración o el método de impacto-eco, descritos en ACI 228.2R.

El ensaye de adherencia consistirá en el ensaye a tensión directa, establecido en la ASTM C1583/C1583M (Figura 1). El número mínimo de pruebas en un proyecto será de tres. Se recomienda consultar la Guía Técnica ICRI 210.3 para definir el mínimo de ensayes y los criterios de aceptación.



**Figura 1. Ensayo de adherencia: a) Preparación del espécimen; b) tipos de falla. Fuentes: Elaboración propia, con base en ICRI 210.3R, 2013 y ASTM C1583, 2013.**

Si durante la prueba a tensión directa la falla ocurre en la línea de adherencia, ello puede indicar una preparación inadecuada de la superficie del concreto base o que la superficie base fue dañada por el método de preparación de la superficie.

Si  $V_u$  es resistido completamente por el refuerzo en la interfaz, no será requerido el ensayo de adherencia por tensión directa o similar.

Si  $V_u$  está entre 0.40 y 2.5 MPa (4.0 y 25 kg/cm<sup>2</sup>), se deberá colocar refuerzo perpendicular a la interfaz cuya área  $A_v$ , en mm<sup>2</sup> (cm<sup>2</sup>) sea la mayor de (a) y (b):

**ECUACIÓN 2**

$$a) 0.062 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \left( 0.2 \frac{\sqrt{f'_c} bs}{f_y} \right)$$

$$b) 0.35 \frac{bs}{f_y} \left( 3.5 \frac{bs}{f_y} \right)$$

En donde:

$b$  y  $d$  ancho y peralte efectivo, no reducidos, de la sección, respectivamente, mm (cm).

$s$  separación del refuerzo transversal, mm (cm).

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de acero de refuerzo anclado en el elemento existente por medio de resinas epóxicas, diseñado para resistir las fuerzas cortantes rasantes entre los concretos existente y nuevo.



**Figura 2. Ejemplo de acero refuerzo para resistir la fuerza cortante rasante. Fuente: Archivo personal de Sergio Alcocer, 2019.**

## **6 MATERIALES**

En el diseño de la rehabilitación se deben considerar las propiedades de los materiales y sistemas de reparación y reforzamiento. Éstas incluyen, entre otras, el tipo de aplicación, adhesión, estabilidad volumétrica, movimientos térmicos, durabilidad, resistencia a la corrosión, métodos de instalación, requisitos de curado y condiciones ambientales.

Las propiedades requeridas de los materiales de rehabilitación serán especificadas en el proyecto ejecutivo (en planos, memoria y especificaciones).

## **7 CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y DETALLADO**

### **7.1 GENERAL**

Las consideraciones de esta sección se complementan con aquellas aplicables de las NTC-Acero, NTC-Concreto, NTC-Mampostería y del Tomo 4 de este Volumen.

### **7.2 CONCRETO**

Se usarán las propiedades del concreto determinadas de conformidad con lo establecido en el capítulo "Evaluación y análisis estructural".

De acuerdo con el inciso "Pruebas de carga", se considerará que el valor esperado de las



propiedades del concreto será igual a 1.20 veces el valor del límite inferior.

En la rehabilitación de escuelas sólo se aceptará el uso de concreto clase 1. En ninguna circunstancia se podrá emplear concreto clase 2.

Se verificará en sitio el cumplimiento de la sección “Concreto” de este capítulo mediante la medición del peso volumétrico del concreto en estado fresco. Se cumplirán los requisitos del inciso 15.3.3 de las NTC-Concreto de la Ciudad de México (o su equivalente en las NTC de la población donde se encuentre la escuela).

Si el concreto se fabrica en obra, el proyectista especificará la dosificación de éste, con objeto de lograr la resistencia a compresión especificada y el peso volumétrico correspondiente a un concreto clase 1.

### 7.3 ACERO DE REFUERZO

Se usarán las propiedades del acero determinadas según el capítulo “Evaluación y análisis estructural” de este Volumen.

De acuerdo con el inciso “Propiedades de elementos y componentes” del Tomo 2, el valor esperado del esfuerzo de fluencia será 1.25 veces el valor del límite inferior.

Se aceptará dejar el acero dañado o corroído si se toman en cuenta el diámetro y área remanentes, así como la pérdida de corrugación en el cálculo de resistencias. En este caso, se deberán tomar las medidas necesarias para que se detenga el proceso de corrosión. Si la estructura sufrió daño por incendio, se deberá evaluar su efecto en el esfuerzo de fluencia del refuerzo.

El diseño del refuerzo y del detallado debe hacerse considerando la posición (horizontal y vertical), la orientación, geometría de refuerzo, anclaje del refuerzo y ubicación de ganchos de remate y grapas.

Se revisará que el esfuerzo existente y el nuevo cumplan con la longitud de desarrollo y anclaje del capítulo 6 de las NTC-Concreto (o su equivalente en las NTC de la población donde se encuentre la escuela).

Cuando las barras existentes corrugadas (rectas, con doblez o traslapadas) no cumplan con el inciso 12.6.3, la resistencia del anclaje o traslape del refuerzo existente se calculará con la siguiente expresión (ecuación 3):

$$f_s = \left(\frac{l_b}{l_d}\right)^{\frac{2}{3}} f_y \leq f_{y(L/E)}$$

#### ECUACIÓN 3

En donde:

$f_s$  esfuerzo máximo que puede ser desarrollado por una barra anclada o traslapada, MPa (kg/cm<sup>2</sup>)

$l_b$  longitud de desarrollo, de anclaje o de traslape disponible, mm



- $l_d$  longitud de desarrollo, de anclaje o de traslape requerida por NTC-Concreto, mm
- $f_y$  esfuerzo especificado de fluencia considerando su valor de límite inferior, MPa (kg/cm<sup>2</sup>)
- $f_{y(L/E)}$  límite inferior o valor esperado del esfuerzo especificado de fluencia del refuerzo, MPa(kg/cm<sup>2</sup>).

Si el esfuerzo máximo de adherencia es mayor que  $f_s$  calculado con la ecuación 5.6.1, se considerará que el comportamiento del elemento está controlado por una longitud de desarrollo o de traslape inadecuada.

#### **7.4 MAMPOSTERÍA**

Para fines de diseño de la rehabilitación, se usarán las propiedades de la mampostería determinadas según el capítulo "Evaluación y análisis estructural". Se podrán usar valores superiores si los aprueba el corresponsable.

De acuerdo con el inciso "Propiedades de elementos y componentes" del Tomo 2 de este Volumen, el valor esperado de las propiedades de la mampostería será 1.25 veces el valor del límite inferior.

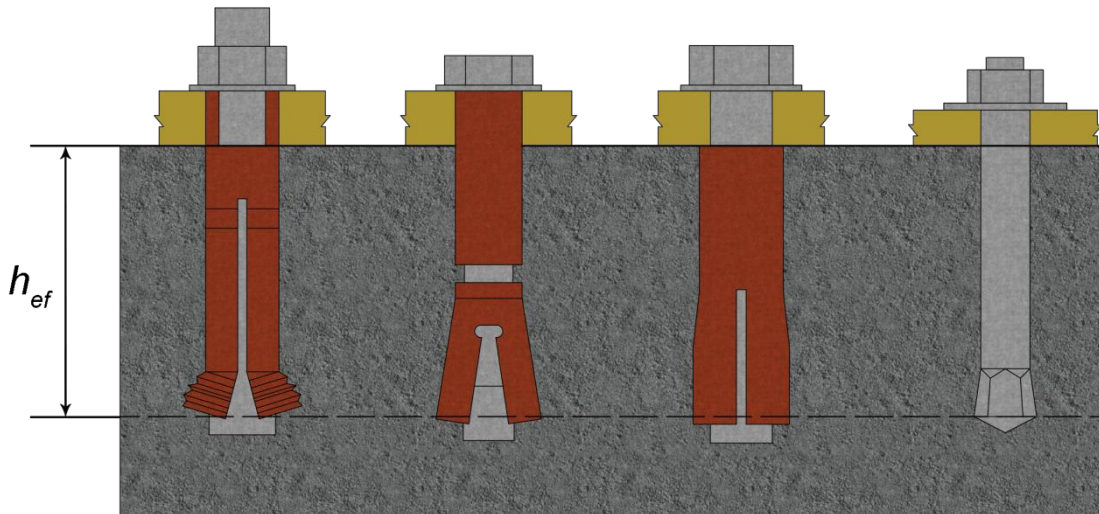
#### **7.5 ESTRUCTURAS PREFORZADAS Y POSTENSADAS**

Se considerarán los efectos del presfuerzo en el diseño de la rehabilitación.

Los documentos ACI 423.4R, ACI 222.2R, ICRI 210.2, PTI DC80.2-10, PTI DC 80.3 contienen guías para el análisis, métodos de evaluación y técnicas de reparación para estructuras con cables postensados no adheridos.

#### **7.6 ANCLAS Y CONECTORES POST-INSTALADOS**

Las anclas y conectores post-instalados se diseñarán de acuerdo con el capítulo 17 del ACI 318-19 (Figura 3). Se considerarán todos los modos de falla aplicables y si el sustrato está agrietado o no. En caso de duda, se supondrá el sustrato agrietado.



**Figura 3. Tipos de anclas y conectores post-instalados. Fuentes: Elaboración propia con base en ACI 355.3R, 2011.**

Se aceptará usar valores de resistencia para los distintos modos de falla propuestos por fabricantes certificados de conectores y/o resinas, previa aprobación del corresponsable.

Si se usan conectores de expansión, se seguirán las especificaciones del fabricante sobre barrenado, limpieza del agujero, magnitud del torque y procedimientos para lograr que trabaje el conector. El fabricante y el proveedor deben ser certificados por un organismo nacional de certificación.

Si se usan conectores adheridos o anclas, la limpieza del agujero y las condiciones de humedad son críticas. Se deberán seguir las especificaciones de fabricantes certificados para el barrenado, limpieza del agujero, instalación y cuidado hasta que la resina haya curado. El fabricante y el proveedor deben ser certificados por un organismo nacional de certificación.

El ensayo e inspección de conectores y anclas post-instaladas se deberá especificar en el proyecto ejecutivo y en el Programa del Aseguramiento de la Calidad.

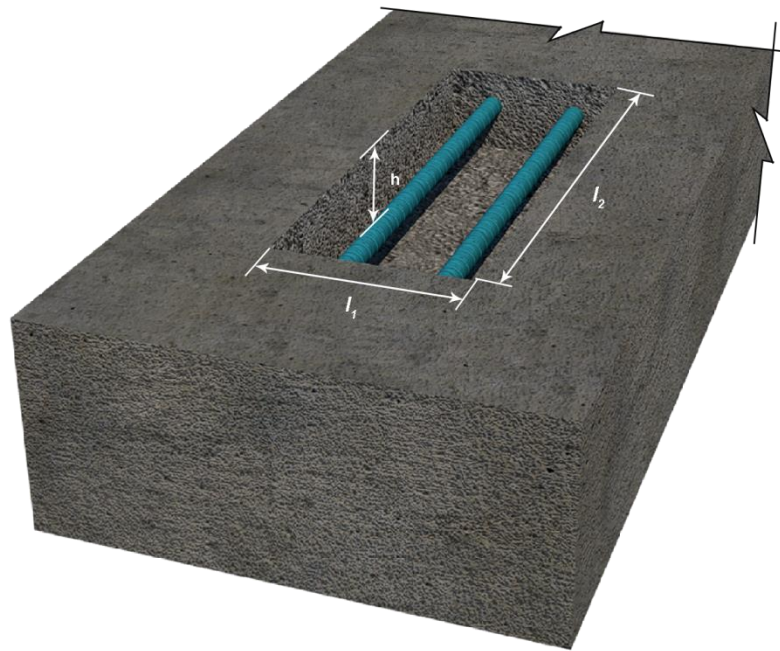
## 7.7 GEOMETRÍA DE LA REPARACIÓN

La configuración de la reparación de un elemento de concreto o mampostería dañado debe ser tal que se evite la concentración de esfuerzos que provoquen agrietamientos en concreto y mampostería. Se recomienda que la reparación cumpla con lo indicado en los incisos a al e (Figura 4):

- a. Tenga una profundidad uniforme en el elemento.
- b. Posea una geometría regular, con lados paralelos y una relación entre lado largo a corto de tres o menos.
- c. Cuente con una superficie preparada tal que la amplitud de la rugosidad, entre valle y cresta, sea de al menos 6 mm (1/4 pulg).



- d. Descubra completamente el acero de refuerzo en la zona dañada.
- e. No se aplique en bordes de espesor pequeño que fácilmente se dañan o rompan.



- a) h: uniforme
- b)  $\frac{l_2}{l_1} \leq 3$
- c) Superficie rugosa
- d) Acero descubierto
- e) Lejos de bordes

**Figura 4. Ejemplo de geometría de una reparación.**

### 7.8 REHABILITACIÓN USANDO POSTENSADO ADICIONAL

Se podrá utilizar postensado adicional, externo o interno, para rehabilitar una estructura (Figura 5).



**Figura 5. Ejemplo de un contraventeo con cables postensados. Fuente: Cortesía de Grupo Riobóo, 2020**



Se deberán considerar en el diseño y detallado de la rehabilitación las fuerzas y momentos internos que produzca el postensado.

Los esfuerzos producidos por el postensado se añadirán a los existentes y se verificará que no se excedan los límites del capítulo 11 de las NTC-Concreto de la Ciudad de México (o su equivalente en las NTC de la población donde se encuentre la escuela).

Se diseñarán las zonas de anclaje de pos-tensado de conformidad con el capítulo 11 de las NTC-Concreto de la Ciudad de México (o su equivalente en las NTC de la población donde se encuentre la escuela) o con los capítulos 5, 7 y 10 de las NTC-Acero de la Ciudad de México (o su equivalente en las NTC de la población donde se encuentre la escuela), según corresponda, de modo que las fuerzas de postensado se puedan transferir a la estructura existente. Se aceptará el uso del Método de Puntales y Tensores para diseño y detallado (Apéndice B de las NTC-Concreto de la Ciudad de México o su equivalente en las NTC de la población donde se encuentre la escuela). Las secciones y apéndice señalados corresponden a las normas de la Ciudad de México; se deberán usar las secciones equivalentes para las normas de otras poblaciones.

En el diseño del sistema de postensado se incluirán las pérdidas del postensado, así como los efectos del flujo plástico y contracción del concreto original debido al postensado adicional, los efectos del flujo plástico y contracción del material de rehabilitación. Se incluirán las pérdidas por anclaje, puesto que éstas dependen del tipo de anclaje a utilizar, de modo que se deberán revisar con el constructor.

En el diseño se considerarán las deformaciones a corto y largo plazos, deflexiones, cambios de longitud y rotaciones causadas por el postensado.

En el proyecto ejecutivo (planos, memorias y especificaciones) se describirá la secuencia de rehabilitación, incluyendo la colocación de tendones, anclajes y del tensado del sistema de postensado.

Se verificará que la estructura posea la suficiente resistencia a cargas gravitacionales en caso de que fallen los elementos estructurales rehabilitados por postensado y no protegidos a incendio y vandalismo. Se deberá satisfacer la sección denominada "Combinaciones de carga adicionales para estructuras rehabilitadas con sistemas externos" de este Volumen.

## **8 REHABILITACIÓN USANDO COMPUESTOS DE POLÍMEROS REFORZADOS CON FIBRAS (CPRF)**

Se podrá rehabilitar estructuras con compuestos de polímeros reforzados con fibras que cumplan con ACI 440.6 y ACI 440.8 (Figura 6).



**Figura 6. Ejemplos del uso de CFRP en vigas y columnas. Fuente: Archivo personal de Rubén Bautista, 2020.**

El diseño y detallado de los CFRP debe satisfacer los requisitos del ACI 440.2R.

Los sistemas a base de CFRP se deberán instalar sobre concreto en buen estado. El daño y deterioro del concreto y la corrosión del acero de refuerzo deberán repararse antes de colocar el sistema de CFRP

Dependiendo de la función del sistema CFRP, se clasificarán como aplicaciones dependientes de la adherencia del compuesto al concreto o mamposterías existentes o como aplicaciones dependientes del contacto entre el concreto o mampostería existente y el sistema CFRP.

En aplicaciones dependientes de la adherencia, como el reforzamiento a flexión y cortante de elementos estructurales, el material existente deberá tener una superficie resistente a tensión y cortante para que el sistema CFRP pueda desarrollar su resistencia (Figura 7). La resistencia del sustrato de concreto, determinada con una prueba directa, deberá ser de al menos 1.4 MPa (14 kg/cm<sup>2</sup>) y una resistencia a compresión mínima de 20 MPa (200 kg/cm<sup>2</sup>). Si es necesario, se aceptará el uso de conectores de CFRP.



a) Reforzamiento a flexión de una viga



b) Conectores de CFRP para anclar las fibras

**Figura 7. Ejemplos de reforzamiento con CFRP dependientes de la adherencia entre la hoja de fibra y el sustrato de concreto:**  
a) reforzamiento a flexión de una viga;  
b) conectores de CFRP para anclar las fibras de un muro. Fuente: Cortesía de KL Structures.

En aplicaciones dependientes del contacto no es necesario cumplir con la resistencia mínima a tensión del sustrato, ya que las fuerzas de diseño se logran por la deformación o expansión de la sección del elemento por rehabilitar (Figura 8).



a) Columna circular



a) Columna corta

**Figura 8. Ejemplo de reforzamiento con CFRP dependiente del contacto entre la hoja de fibra y el sustrato de concreto: a) columna circular; b) columna corta. Fuente: Cortesía de KL Structures.**



En aplicaciones dependientes de la adherencia se deberá preparar la superficie con una rugosidad mínima de 1/4 pulgadas (6 mm) o el valor de rugosidad que señalen los fabricantes o instaladores de CPRF certificados por un organismo nacional de certificación. Este requisito no es necesario en aplicaciones dependientes del contacto entre el CPRF y el sustrato. Para estos casos, sólo será necesario limpiar la superficie con un cepillo de cerdas rígidas con el objeto de retirar la lechada superficial y el material suelto.

Los sistemas CPRF no deberán aplicarse en condiciones húmedas a menos de que la resina epóxica haya sido formulada por el fabricante para este tipo de condición. Se requerirá la aprobación del corresponsable en tal caso.

Se verificará que la estructura posea la suficiente resistencia a cargas gravitacionales en caso de que falle el sistema CPRF no protegido de incendios y vandalismo. Se deberá satisfacer la sección "Combinaciones de carga adicionales para estructuras rehabilitadas con sistemas externos".

## **9 DIAFRAGMAS**

Se revisará que los sistemas de piso y techo tengan la rigidez y resistencia en su plano para transmitir las fuerzas laterales, como las inducidas por sismo, a elementos resistentes a fuerzas laterales, ya sean originales, rehabilitados o nuevos.

Si el diafragma es de concreto, se cumplirá con lo requerido en la sección 7.8 de las NTC-Concreto de la Ciudad de México (o su equivalente en las NTC de la población donde se encuentre la escuela).

Se podrán rehabilitar los diafragmas mediante la reducción de las dimensiones de aberturas, la construcción de elementos de refuerzo en los extremos, el reforzamiento de los extremos con compuestos de polímeros reforzados con fibra, la adición de diagonales a compresión en el plano, entre otros. En el capítulo 22 de FEMA-547 (2006) se discuten las consideraciones de diseño, construcción y costo de distintas técnicas de rehabilitación de diafragmas de diversos materiales.