



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-C-248-1978

ELEMENTOS DE CONCRETO PREFORZADO

PRETRESSED CONCRETE ELEMENTS

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

PREFACIO

En la elaboración de la presente Norma participaron las Instituciones siguientes:

A.N.I.P.P.A.C.

TEDIBOR

PREMESA

SISTEMAS PRESFORZADOS, S.A.

PRECOLADOS INDUSTRIALES, S.A.

PRESFORZADOS, SISTEMAS E INGENIERIA, S.A.

ASOCIACION DE INDUSTRIALES DEL PRESFUERZO, A.C.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.

SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS
PUBLICAS

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION
DEPARTAMENTO DE NORMAS

ELEMENTOS DE CONCRETO PREFORZADO

PRETRESSED CONCRETE ELEMENTS

INTRODUCCION

Las especificaciones indicadas en esta Norma, se refieren a los sistemas de presfuerzo del concreto, donde el tensado del acero se realiza dentro de los límites que se señalan, para producir elementos aceptables de concreto presforzado.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma establece las características que deben cumplir los elementos de concreto presforzado que se fabrican por los procesos de pretensado y postensado, o la combinación de ambos.

2 REFERENCIAS

Son complemento de esta Norma las siguientes Normas Mexicanas en vigor:

NMX-C-112 Terminología usada en Elementos de Concreto Presforzado

NMX-C-001 Cemento Portland

NMX-C-002 Cemento Portland de Escoria de Alto Horno

NMX-C-175 Cemento Portland de Escoria de Alto Horno

NMX-C-155 Concreto Premezclado

NMX-C-255 Aditivos Químicos que reducen la Cantidad de Agua y/o Modifican el Tiempo de Fraguado del Concreto

NMX-B-006 Varillas Corrugadas y Lisas de Acero, procedentes de Lingote o palanquilla, para Refuerzo de Concreto

NMX-B-018 Varillas Corrugadas y Lisas de Acero, Procedentes de riel, para Refuerzo de Concreto

NMX-B-032 Varillas Corrugadas y Lisas de Acero, Procedentes de Eje, para Refuerzo de Concreto

NMX-B-292 Torón de Siete Alambres sin Recubrimiento, Relevado de Esfuerzos para Concreto Presforzado

NMX-B-293 Alambre sin Recubrimiento, Relevado de Esfuerzos para Usarse en Concreto Presforzado

NMX-B-294 Varillas Corrugadas de Acero Torcidas en Frío,
Procedentes de Lingote o Palanquilla para Refuerzo de
Concreto

NMX-B-267 Láminas de Acero al Carbono, Laminados en Frío,
Calidad Embutido

3 DEFINICIONES

Véase la Norma Mexicana:

NMX-C-112 "Terminología Usada en Elementos de Concreto Presforzado"

4 ESPECIFICACIONES

El elemento de Concreto presforzado debe someterse a las operaciones de colado adecuadas, para asegurar la resistencia y la eliminación de Posibles defectos. En el caso de elementos aparentes deben tomarse las medidas necesarias para obtener superficies con el acabado requerido en el Proyecto

4.1 Dimensiones y Tolerancias

Los elementos de concreto presforzado deben cumplir con las dimensiones especificadas por el fabricante, con las tolerancias que a continuación se indican.

4.1.1 Longitud

Las tolerancias en las longitudes hasta 10 m deben ser de ± 20 mm, en longitudes mayores deben ser de ± 20 mm + 1 mm por cada metro que exceda a los 10 m

4.1.2 Ancho

Las tolerancias en el ancho de las piezas deben ser las señaladas en la Tabla I.

4.1.3 Peralte

a) En piezas con peralte menor o igual a 50 cm la tolerancia debe ser ± 10 mm.

b) En piezas con peralte mayor de 50 cm la tolerancia debe ser ± 20 mm.

4.1.4 Flechas y contraflechas

Las tolerancias en las flechas y contraflechas en los elementos de concreto presforzado, están regidas por las condiciones de proyecto, previo acuerdo Entre fabricante y comprador.

Las tolerancias en las flechas y contraflechas diferenciales, entre 2 piezas adyacentes, deben ser de ± 1.5 mm por metro de longitud, con un máximo de 25 mm.

4.2 Distribución del acero de presfuerzo

En el proyecto, la posición del acero de presfuerzo debe ser tal que se asegure la correcta colocación del concreto.

4.2.1 Distancias mínimas entre el acero pretensado (en los extremos de la Pieza).

La distancia libre mínima, entre alambres o torones, en el concreto pretensado, debe ser la que resulte mayor de dos veces el diámetro de los alambres o torones, o vez y media el tamaño máximo nominal del agregado; esta separación debe respetarse cuando menos en los tercios extremos del elemento pretensado, pudiéndose agrupar en el tercio central.

TABLA 1 TOLERANCIAS EN LA MEDIDA DEL ANCHO DE LAS PIEZAS PREFABRICADAS EN PLANTAS INDUSTRIALES

PIEZAS AISLADAS O SEPARADAS				PIEZAS TRANSVERSALMENTE UNIDAS ENTRE SÍ (*)			
Para: $b \leq 20$ cm ± 0.5 cm	Para: $20 < b \leq 70$ cm ± 0.8 cm	Para: $70 < b \leq 200$ cm ± 1.1	Para: $200 < b \leq 300$ cm ± 1.3 cm	Para: $b \leq 20$ cm ± 0.3 cm	Para: $20 < b \leq 70$ cm ± 0.5 cm	Para: $70 < b \leq 200$ cm ± 0.8 cm	Para: $200 < b \leq 300$ cm ± 1.0 cm

* Estas tolerancias se aplican a las piezas individualmente.

4.2.2 Cable dentro de ductos (concreto postensado)

Los espacios mínimos horizontal y vertical entre ductos o grupo de ductos se indican en la figura 1. La distancia libre mínima entre grupos de ductos y las paredes del elemento se indican en la figura 2.

El agrupamiento máximo se indica en la Tabla 2 (véase inciso 6.5.3.) donde se recomiendan algunos lineamientos para la trayectoria de cables postensados.

TABLA 2 NUMERO MAXIMO DE DUCTOS AGRUPADOS SEGUN SU DIAMETRO

Diámetro del ducto	Sentido horizontal		Sentido vertical	
	No. De ductos	Forma del grupo	No. De ductos	Forma del grupo
Menos de 5 cm	2 máx	OO	3 máx	O O O
5 cm y mayores	1 máx	O	2 máx	O O

4.2.3 Trayectoria de los cables postensados

En general, es recomendable que en el trazo de los cables de postensado el radio de su curvatura se limite a los valores mínimos indicados en la Tabla 3.

TABLA 3 CURVATURA DE CABLES

DIAMETRO DEL DUCTO	RADIO MINIMO DE CORBATURA
Menor de 5 cm	5 m
5 cm y mayores	6 m

Estos valores son para los ductos de tipo corrugado helicoidal. Excepcionalmente se podrán utilizar radios menores cuando se utilizan tubos de acero preformados en talleres según la curva proyectada.

En este último caso es conveniente verificar experimentalmente el coeficiente de fricción que crece rápidamente cuando se reduce el radio abajo de los valores indicados en la tabla. Además, en el caso de radios muy pequeños, se pueden presentar esfuerzos de tensiones locales en el concreto provocados por la curvatura de los cables, lo que obliga a reforzarlo adecuadamente en la zona afectada.

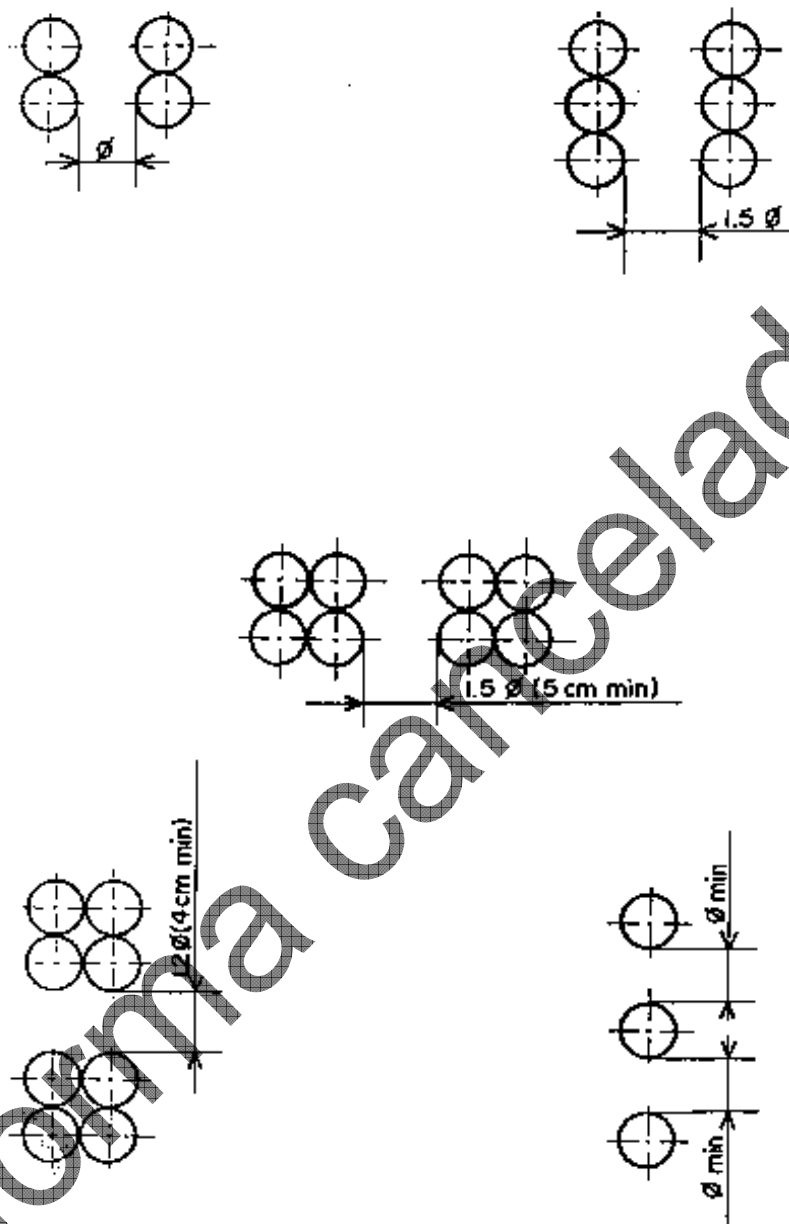


FIGURA 1 ESPACIOS MINIMOS ENTRE DUCTOS

- 5b

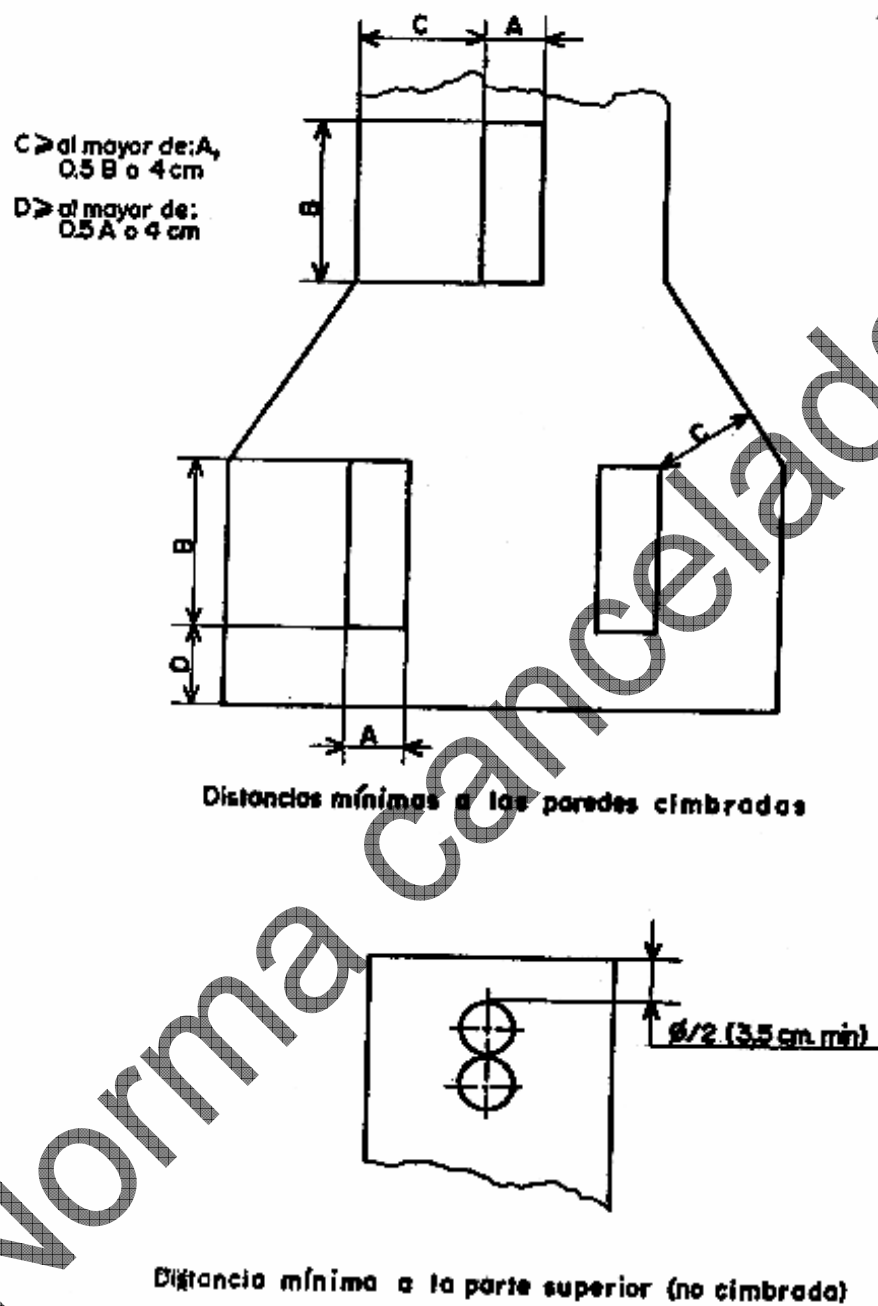


FIGURA 2 ESPACIOS MINIMOS ENTRE DUCTOS Y PAREDES

4.2.4 Tolerancia para la colocación del acero de presfuerzo en postensado.

Las tolerancias de colocación de los cables en los puntos de cota obligada , se definen de acuerdo con el plano de que se trate, en función de las distancias "d" entre el eje del ducto que aloja el cable a la pared más cercana, en el sentido de la medición.

TOLERANCIA EN COLOCACION DE CABLES	
D (cm)	Tolerancia en cm
"d" ≤ 10 cm	± 0.5
10< "d" ≤ 20 cm	± 1.0
20< "d" ≤ 50 cm	±1.5
50< "d"	±3.0

4.2 MATERIALES

4.2.1 Concreto

El concreto para la fabricación de elementos presforzados puede ser concreto premezclado o concreto elaborado por el fabricante.

4.2.2 Concreto ligero

Si se utilizan agregados ligeros para el concreto presforzado debe estudiarse previamente la contracción de fraguado, el módulo de elasticidad, la deformación por flujo plástico, la resistencia y la adherencia al acero de presfuerzo.

4.2.3 Cemento

El cemento empleado en el concreto presforzado debe ser cemento portland, Cemento portland puzolana, o cemento portland de escoria de alto horno; y debe cumplir con las Normas Mexicanas NMX-C-001, C-002 y C-175 respectivamente .

4.2.4 Aditivos

No se debe usar cloruro de calcio como aditivo, ni aditivos que lo contenga, ni otros que sean nocivos al acero y al concreto.

4.2.5 Acero

El acero de refuerzo y de presfuerzo, que se utiliza en los elementos de concreto presforzado debe cumplir con las Normas Mexicanas NMX-B-006, B-018, B-032, B-292, B-293 y B-294.

4.2.6 Lámina de acero para ductos

Para ductos flexibles, corrugados y engargolados en frío para postensados debe utilizarse lámina de tipo troquelado profundo con calibre mínimo número 31; debe cumplir con la Norma Mexicana NMX B-267 en vigor.

5 METODOS DE PRUEBA

5.1 Control de la carga de presfuerzo

5.1.1 Aparatos y equipo

5.1.1.1 Sistemas medidores

Todos los sistemas de tensado deben estar equipados con medidores calibrados, para la correcta determinación de las cargas de tensado. Tanto los manómetros hidráulicos, como los dinamómetros, las celdas de carga y otros dispositivos para la medición de la carga de tensado, deben tener una precisión de $\pm 2\%$, estos sistemas medidores pueden estar integrados por el siguiente equipo:

5.1.1.2 Celda de carga

5.1.1.3 Dinamómetro de tensión

5.1.1.4 Manómetro con sus accesorios

5.1.1.5 Gatos para carga de tensado con control de válvulas

5.1.2 Procedimiento

En todos los métodos de tensado los esfuerzos inducidos a los tendones deben determinarse por la medición del alargamiento e independientemente por la medición directa de la fuerza aplicada, ésta puede ser:

- Leída directamente en los manómetros acoplados a los gatos hidráulicos.
- Determinada por la lectura de los dinamómetros conectados al sistema de tensado.
- Determinada por la lectura de las celdas de carga conectadas al sistema de tensado.

5.1.2.1 Los dos resultados, tanto el del alargamiento como el de la carga aplicada, deben coincidir con los valores calculados o teóricos, dentro de una tolerancia límite de $\pm 5\%$ para el pretensado y de $\pm 7\%$ para el postensado.

5.1.2.2 Para efectuar el cálculo del alargamiento debe contarse con la gráfica esfuerzo-deformación; en caso contrario véase la nota 1.

5.1.2.3 Cuando existen variaciones moderadas en la tensión de los tendones individuales, normalmente no queda afectada la capacidad última de un elemento de concreto presforzado.

El tensado incorrecto y variable puede dar por resultado el obtener contraflechas diferenciales excesivas, falta de alinamiento lateral y reducción de la carga de agrietamiento.

Nota 1 Se calcula el alargamiento, en forma aproximada, con la siguiente fórmula:

$$\Delta = \frac{P L}{A E}$$

En donde:

Δ = Alargamiento total del acero, en cm.

P = Fuerza de tensión media en el tramo considerado, en kgf (y en newtons).

L = Longitud del tramo considerado, en cm.

A = Area de la sección transversal del acero en cm².

E = Módulo elástico promedio del acero, el cual se considera con un valor para alambre liso de 2 000 000 kg/cm² (196 132 MPa) y para toton 1 900 000 kg/cm² (186 325 MPa).

6 BIBLIOGRAFIA

- Manual for Quality Control for Plants and Production of Precast Prestressed Concrete Products, del PCI.
- PCI Design Handbook.
- Post Tensioning Manual del Post Tensioning Institute.

EL C. DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R. Serra', with a large, stylized 'S' shape above it.

DR. ROMAN SERRA CASTAÑOS

Fecha de aprobación y publicación: Diciembre 28, 1978

Norma cancelada