



**NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DE
LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

CIUDAD DE MÉXICO





LIBRO 4 TOMO III

**CALIDAD DE LOS MATERIALES PARA OBRA CIVIL.
MATERIALES COMPUESTOS**

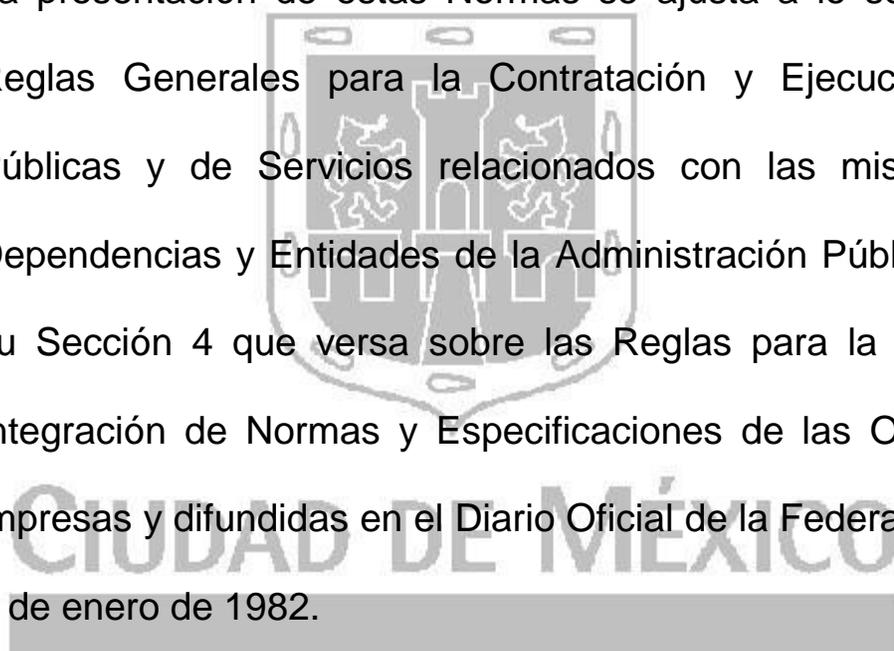
CIUDAD DE MÉXICO



INTRODUCCIÓN A LA REIMPRESIÓN DE LA SEGUNDA EDICIÓN (1991)

La expedición de estas Normas de Construcción se fundamenta en observancia a lo indicado en los Artículos 44 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y 29 inciso II del Capítulo IV de la Ley de Obras Públicas.

La presentación de estas Normas se ajusta a lo señalado en las Reglas Generales para la Contratación y Ejecución de Obras Públicas y de Servicios relacionados con las mismas para las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal en su Sección 4 que versa sobre las Reglas para la Formulación e Integración de Normas y Especificaciones de las Obras Públicas, impresas y difundidas en el Diario Oficial de la Federación el viernes 8 de enero de 1982.



NOTAS

1.- Estas Normas de Construcción están en constante revisión y por lo tanto pueden incorporarse modificaciones en cuanto sea necesario; se recomienda al poseedor de estas que permanezca en contacto con Coordinación Técnica para informarse de dichas modificaciones y pueda recibir las hojas que sea necesario agregar o cambiar para que mantenga actualizados sus tomos.

2.- Segunda edición 1991

3.- Reimpresión vigente a partir del 1° de mayo de 2008.

4.- Las páginas en las que en su pie se indica vigencia diferente a ésta, es que hubo motivo de modificación.



ÍNDICE

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS

TOMO III

Capítulo 024	Tubos y conexiones de materiales derivados de resinas Sintéticas y minerales termoplásticas.
Capítulo 025	Tubos y conexiones de hierro gris para cañerías.
Capítulo 026	Perfiles tubulares de lámina.
Capítulo 027	Perfiles de aluminio.
Capítulo 028	Pintura anticorrosiva.
Capítulo 029	Pinturas para acabados.
Capítulo 030	Azulejos.
Capítulo 031	Recubrimientos con películas plásticas.
Capítulo 032	Mosaicos.
Capítulo 033	Losetas asfálticas.
Capítulo 034	Losetas vinílicas.
Capítulo 035	Vidrio.
Capítulo 036	Muebles para baño.
Capítulo 037	Cerraduras para puertas.
Capítulo 038	Postes para servicio de alumbrado público.
Capítulo 039	Piezas de poliestireno.
Capítulo 040	Adhesivos.
Capítulo 041	Impermeabilizante a base de membranas con asfalto modificado.
Capítulo 042	Piedra colada artificial.
Capítulo 043	Prefabricado arquitectónico.
Capítulo 044	Mortero de color.
Capítulo 045	Ferrocemento.
Capítulo 046	Paneles para construcción.
Capítulo 047	Impermeabilizantes hidrófugos.
Capítulo 048	Agregados ligeros para concreto estructural.
Capítulo 049	Concreto de alto comportamiento.
Capítulo 050	Aditivos para concreto de alto comportamiento.
Capítulo 051	Barras y perfiles de fibra de vidrio y resinas epóxicas.
Capítulo 052	Materiales para refuerzo de suelos.
Capítulo 053	Aditivos para materiales asfálticos.
Capítulo 054	Tapa de concreto polimérico.
Capítulo 055	Separadores y soportes para el acero de refuerzo de concreto hidráulico.
Capítulo 056	Materiales asfálticos modificados.
Capítulo 057	Mezcla asfáltica elaborada con material recuperado de carpetas asfálticas.
Capítulo 058	Concreto permeable.
Capítulo 059	Selladores Epóxicos.
Capítulo 060	Telas para refuerzo de estructuras de concreto hidráulico y mampostería.

Nota: Los capítulos 024 al 054 integran este tomo III del Libro 4.

Los capítulos 059 y 069 tienen vigencia a partir del 25 de septiembre de 2019

Los capítulos 001 al 023 se incluyen en el tomo II del Libro 4.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 024 TUBOS Y CONEXIONES DE MATERIALES DERIVADOS
DE RESINAS SINTÉTICAS MINERALES
TERMOPLÁSTICAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Tubos.- Son conductores de sección anular circunferencial concéntrica de longitudes determinadas, fabricados con resinas sintéticas minerales, generalmente termoplásticas.

A.02. Accesorios.- Son piezas de sección transversal circular, sin costura longitudinal, fabricados con resinas sintéticas minerales termoplásticas cuyo objeto es unir tubos para darles continuidad y/o permitirles cambios de dirección, diámetro, tipo de material, derivaciones, colocación de válvulas, tapones, medidores u otros aditamentos.

A.03. De acuerdo al uso a que se destinen, pueden clasificarse como:

a. Tubos y accesorios para trabajar a presión:

Para conducción de líquidos (ver tablas 2 y 3)

Para conducción de gases (ver tabla 4)

b. Tubos y accesorios para trabajar sin presión: (ver tabla 5)

Para conducción de líquidos

Alojar y resguardar conductores eléctricos

A.04. Según el material plástico con que se fabriquen, pueden ser

a. Rígidos (Cloruro de polivinilo) (P.V.C.)

b. Flexibles (Polietileno alta densidad)

A.05. Por el tipo de unión entre tubos y/o conexiones:

Juntas de acoplamiento con empaque

Juntas de acoplamiento cementadas:

Por termofusión

Por productos químicos

Juntas de acoplamiento roscadas

A.06. Los tubos y conexiones de policloruro de vinilo de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas, se clasifican en:

Tipo	Grado	Resistencia
1	A	Alta resistencia mecánica y química
1	B	Alta resistencia mecánica
1	C	Alta resistencia química
1		Alta resistencia al impacto y resistencia química moderada

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la fabricación de Tubos y Conexiones de Materiales Derivados de Resinas Sintéticas, Minerales, Termoplásticas y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, establecidos en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Tubos y conexiones de cloruro de polivinilo	NOM-E-012	SECOFIN
Resistencia a la presión hidráulica interna sostenida por largo período en tubos de plástico	NOM-E-013	SECOFIN 024-002

Tubos y conexiones. Resistencia al aplastamiento. Método de prueba	NOM-E-014	SECOFIN
Tubos de policloruro de vinilo sin plastificante. Resistencia a la acetona. Método de prueba	NOM-E-015	SECOFIN
Tubos y conexiones. Resistencia a la presión hidráulica interna a corto período. Método de prueba	NOM-E-016	SECOFIN
Tubos de polietileno (PE) para la conducción de fluidos a presión. Especificaciones	NOM-E-018	SECOFIN
Tubos y conexiones. Dimensiones de tubo. Métodos de prueba	NOM-E-021	SECOFIN
Tubos y conexiones de cloruro de polivinilo (PVC) para abastecimiento de agua potable	NOM-E-022	SECOFIN
Tubos de policloruro de vinilo sin plastificante utilizados para abastecimiento de agua potable. Serie métrica	NOM-E-22/1	SECOFIN
Tubos y conexiones de cloruro de polivinilo (PVC) para abastecimiento de agua potable	NOM-E-22/2	SECOFIN
Tubos de policloruro de vinilo sin plastificante (PVC) de 355im a 630 mm utilizados para el abastecimiento de agua potable. Serie métrica. Especificaciones	NOM-E-22/3	SECOFIN

Método de prueba de combustibilidad en plásticos rígidos	NOM-E-025	SECOFIN
Método de extracción de sustancias contenidas en tubos de plástico por contacto con agua potable	NOM-E-028	SECOFIN
Tubos y conexiones. Resistencia al impacto. Método de prueba. Termociclado, Método de prueba	NOM-E-029	SECOFIN
Plásticos-cementos disolventes de policloruro de vinilo usados para unir tubos y conexiones de PVC	NOM-E-030	SECOFIN
Compuestos rígidos de policloruro de vinilo	NOM-E-031	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de resistencia de los plásticos a los reactivos químicos	NOM-E-032	SECOFIN
Contenido de negro de humo en materiales de polietileno. Método de prueba	NOM-E-034	SECOFIN
Resistencia al envejecimiento acelerado en tubos de polietileno Método de prueba	NOM-E-035	SECOFIN
Tubos flexibles de polietileno de baja densidad para alojar y proteger conductores eléctricos	NOM-E-036	SECOFIN
Tubos de polietileno para conducción de gas natural y gas licuado de petróleo	NOM-E-043	SECOFIN

Método de prueba para la determinación de plomo (en agua que ha estado en contacto con tubos de plástico)	NOM-E-063	SECOFIN
Determinación del contenido de cadmio, en agua que ha estado en contacto con la tubería	NOM-E-064	SECOFIN
Tubería de policloruro de vinilo PVC. Anillos de hule usados como sello. Determinación de dureza Shore A como sello	NOM-E-085	SECOFIN
Tubería de policloruro de vinilo PVC. Anillos de hule usados como sello. Inspección visual	NOM-E-086	SECOFIN
Tubería de policloruro de vinilo PVC. Anillos de hule usados como sello. Determinación de la resistencia a la tracción y al alargamiento en el momento de ruptura	NOM-E-087	SECOFIN
Tubería de policloruro de vinilo PVC. Anillos de hule usados como sello. Determinación de la deformación permanente por compresión con envejecimiento en estufa	NOM-E-089	SECOFIN
Tubería de policloruro de vinilo PVC. Anillos de hule usados como sello. Determinación de la resistencia al envejecimiento en estufa	NOM-E-092	SECOFIN
Tubería de policloruro de vinilo PVC. Anillos de hule usados como sello en el acoplamiento espiga-campana para conducción de agua a presión	NOM-E-094	SECOFIN

Tubería de policloruro de vinilo PVC. Anillos de hule usados como sello. Determinación de la variación de volumen por inmersión en agua	NOM-E-095	SECOFIN
Tubería de policloruro de vinilo PVC. Anillos de hule usados como sello. Determinación del envejecimiento en aceite	NOM-E-096	SECOFIN
Cementos disolventes de policloruro de vinilo PVC. Determinación del escurrimiento y aspecto de la película	NOM-E-104	SECOFIN
Uniones cementadas entre tubos de policloruro de vinilo. Determinación de la resistencia al reventamiento por presión hidráulica interna	NOM-E-105	SECOFIN
- Piezas cementadas de policloruro de vinilo. Determinación de la resistencia a la tracción	NOM-E-106	SECOFIN
Cementos disolventes de poli-cloruro de vinilo. Determinación de viscosidad	NOM-E-107	SECOFIN
Cementos disolventes de policloruro de vinilo PVC. Determinación del contenido de sólidos	NOM-E-108	SECOFIN
Tubos ABS para drenaje	NOM-E-110	SECOFIN
Tubería de poli cloruro de vinilo PVC. Anillos de hule usados como sello en el acoplamiento espiga campana para instalaciones sanitarias y alcantarillado	NOM-E-111	SECOFIN

Tubos y conexiones. Hermeticidad de la unión en tubos y conexiones Método de prueba	NOM-E-129	SECOFIN
Tubos y conexiones. Resistencia a la presión hidráulica interna a corto período en tubo completo. Método de prueba	NOM-E-130	¿'08967346 SECOFIN
Tubos y conexiones. Resistencia al cloruro de metileno de los tubos de plástico. Método de prueba	NOM-E-131	SECOFIN
Tubos y conexiones de policloruro de vinilo no plastificado usados para construir ductos subterráneos para los sistemas de energía eléctrica	NOM-J-071	SECOFIN
Tubos y copes de material termoplástico para ademes de pozo de agua	F-480	A S T M
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los tubos y conexiones de materiales derivados de resinas sintéticas minerales termoplásticas deberán cumplir con los requisitos de calidad establecidos en las Normas que se citan a título enunciativo pero no limitativo en la cláusula B.

C.02. Para identificar el uso a que destinen los tubos y conexiones, deberán tener el color que especifique la Norma respectiva.

C.03. Los tubos y conexiones de policloruro de vinilo para la conducción de gas natural y gas L.P. en estado de vapor y para aguas de desecho deberán someterse a las pruebas de resistencia química de las sustancias y concentraciones que a continuación se indican, durante un mínimo de 72 horas de acuerdo con los métodos para prueba indicados en las Normas respectivas citadas en la cláusula B de referencias; los tubos al final de la prueba no deben experimentar un aumento mayor del 0.5 % en su peso.

Para gas natural y L.P. en estado de vapor:

Prueba	Concentración
Aceite mineral	100 %
T-butil mercaptano	5 % en aceite mineral
Metanol	100 %
Isopropanol	100 %
Etilenglicol	100 %

Resistencia a la tensión, 30 minutos después de terminada la prueba de inmersión:

Aumento máximo	12 %
Disminución máxima	12 %

b. Para aguas de desecho doméstico e industrial:

Prueba	Concentración
Carbonato de sodio	0.1 N
Sulfato de sodio	0.1 N
Cloruro de sodio	5%
Acido sulfúrico	0.1 N
Acido clorhídrico	0.2 N
Acido acético	5%
Hidróxido de sodio	0.2 N
Jabón corriente	5%
Detergente	5%

Resistencia a la flexión, 30 minutos después de terminada la inmersión:

Aumento máximo	15 %
Disminución máxima	15 %

C.04. Las características que deben cumplir los tubos y conexiones de policloruro de vinilo, según su tipo y grado, se indican en la tabla 1. Las pruebas para ser verificadas se realizarán de acuerdo a las Normas citadas en la cláusula B de Referencias.

C.05. Las dimensiones de diámetros y espesor de pared de los tubos comúnmente usados para trabajar a presión o sin presión, se indican en las tablas 2, 3, 4 y 5.

Tabla 1

Características	Material tipo 1			Material tipo 2 Grado A
	Grado A	Grado B	Grado C	
Flotación en ácido sulfúrico al 93% durante 14 días a 55°C ± 2°C. Cambio de peso: Aumento máximo en % Disminución máxima en %	5 0.1	25 0.1	5 0.1	----- -----
Cambio de resistencia a la flexión: Aumento máxima en % Disminución máxima en %	5 25	5 50	5 25	----- -----
Exudación después de 2 horas de haberse extraído del ácido	N*	N*	N*	-----
Inmersión en ácido sulfúrico al 80% durante 30 días a 60°C ± 2°C. Cambio de peso: Aumento máximo en % Disminución máxima en %	----- -----	5 5	----- -----	15 0.1

(Continua)

Cambio de la resistencia a la flexión:				
Aumento máximo en %	-----	15	-----	25
Disminución máxima en %	-----	15	-----	25
Inmersión en aceite. durante 30 días a 23°C				
Cambio de peso:				
Aumento máximo en %	1.0	1.0	1.0	10.0
Disminución máxima en %	1.0	1.0	1.0	0.1
Inflamabilidad	AE **	AE **	AE **	AE **
Resistencia mínima a la tensión, en kg/cm ² (MPa)	490 (48)	490 (48)	490 (48)	385 (37.7)
Módulo mínimo de elasticidad a la tensión, en kg/cm ² (Mpa)	28000 (2747)	28000 (2747)	28000 (2548)	21000 (2060)
Resistencia mínima a la flexión en kg/cm ² (Mpa)	770 (75.5)	770 (75.5)	770 (75.5)	600 (59)
Resistencia mínima al impacto en kg/cm/cm de ranura (método IZOD)	3.5	3.5	2.7	2.7
Temperatura mínima de distorsión con carga de 185 kg/cm ² en °C	70°	70°	66°	66°
* N = Ninguna ** AE = Auto-extinguible				

(Concluye)

C.06. La carga y descarga de los tubos, ya sea manual o mecánica, deberá realizarse en atados manejables por dos hombres. Los tubos deben estar protegidos por sus extremos con papel manila, polietileno o cualquier otro material que evite la entrada de objetos extraños a los tubos.

Durante el transporte, deberá evitarse poner objetos pesados sobre los tubos, para evitar aplastamientos en los mismos.

C.07. Los tubos deberán almacenarse en un lugar cubierto y protegido de la humedad, calor y grasas. Así como evitar dejarlos a la intemperie por largo tiempo.

C.08. Las estibas no serán mayores de veinte veces el diámetro de la tubería para medidas hasta de 50 mm (2") y de diez veces, para diámetros mayores. Al formar las estibas, los tubos deberán apoyarse en toda su longitud.

C.09. Al salir del almacén, se verificará que los tubos presenten colores firmes, uniformes y estén exentos de rupturas, aplastamientos u otros daños.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El muestreo de los tubos y conexiones, se efectuará al azar, en cada lote constituido por elementos de un mismo material, de las mismas dimensiones y características físicas.

D.02. Para la determinación en tubos y conexiones de las resistencias al cloruro de emetileno, al aplastamiento, al reventamiento, a la presión sostenida por largo período, a la combustibilidad, al impacto y a la absorción de agua se deberán llevar a cabo las pruebas respectivas, según lo indicado en las Normas Oficiales mencionadas en la cláusula B de Referencias.

D.03. El tamaño mínimo de muestras para pruebas no destructivas será:

Rango de diámetros nominales	Muestra por lote
10 a 50 mm	1 por cada 200 piezas o fracción
63 a 200 mm	1 por cada 500 piezas o fracción
250 y mayores	1 por cada 750 piezas o fracción

D.04. El tamaño de muestras para pruebas destructivas será:

Rango de diámetros nominales	Muestra por lote
10 a 50 mm	1 por cada 500 piezas o fracción
63 a 200 mm	1 por cada 1000 piezas o fracción
250 y mayores	1 por cada 2000 piezas o fracción

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Si las muestras probadas no cumplen con las tolerancias exigidas en las Normas respectivas, se probarán dos más del lote; si una de ellas no satisface las tolerancias el lote será rechazado.

E.02. Si se presentan piezas con algún defecto mínimo factible de ser reparado, su aceptación queda supeditada a juicio del Departamento.

Tubos para trabajar a presión																								
Material	Clase		Uso	Tipo de unión	Presión (kg/cm ²)		Diámetro en mm																	
	RC	S.M.			Trab.	Prueba	Espesor de pared en mm																	
							80	100	110	160	200	250	315	355	400	450	500	560	630					
Cloruro de polivinilo		5	A.P.	Empaque	5,00	16,00				80	100	110	160	200	250	315	355	400	450	500	560	630		
										1,5	1,8	2,0	2,8	3,5	4,4	5,6	6,2	7,0	7,9	8,8	9,8	11,1		
		7	A.P.	Empaque	7,00	22,4				63	80	100	125	160	200	250	315	355	400	450	500	560	630	
										1,5	2,0	2,5	3,1	3,9	4,9	6,1	7,7	8,7	9,8	11,0	12,2	13,7	15,4	
		10	A.P.	Empaque	10,00	32,6	50	63	80	100	125	160	200	250	315	355	400	450	500	560	630			
							1,8	2,2	2,8	3,5	4,4	5,6	6,9	8,6	10,9	12,3	13,8	15,5	17,3	19,3	21,7			
		14	A.P.	Empaque	14,00	44,8	32	50	63	80	100	110	160	200	250	315	355	400	450	500	560	630		
							1,6	2,4	3,0	3,8	4,8	5,3	7,6	9,5	11,9	15,0	16,9	19,1	21,4	23,8	26,7	30,0		
		20	A.P.	Empaque	20,00	64,0	12	20	25	32	50	63	80	100	110	160	200	250	315	355	400	450	500	560
							1,6	1,6	1,7	2,2	3,4	4,2	5,4	6,7	7,4	10,7	13,3	16,6	21,0	23,7	26,7	30,0	33,4	37,7
	13.5	A.P.	Empaque	22,4	71,0	3	6	10	13	19	25	32	38	50	60	75	90	100	125	150				
Cementar			22,4	71,0	1,5	1,5	1,5	1,6	2,0	2,5	3,1	3,6	4,5	5,4	6,6	7,5	8,5	10,5	12,5					
	26	A.P.	Empaque	11,2	35,5	25	32	38	50	60	75	100	150	200	250	300								
Cementar			11,2	35,5	1,5	1,6	1,9	2,3	2,8	3,4	4,4	5,2	6,5	8,4	10,5	12,5								
	32.5	A.P.	Empaque	8,7	28,7																			
Cementar			8,7	28,7																				
	41	A.P.	Empaque	7,1	22,5						60	75	100	150	200	250	300							
Cementar			7,1	22,5								1,8	2,2	2,8	4,1	5,3	6,7	7,9						
Polietileno alta densidad	9	A.P.	Termofusión	14,7	44,3	13	19	25	32	38	50	60	75	100										
			Inserc. *	11,1	44,3	2,3	3,0	3,7	4,7	5,4	6,7	8,1	9,9	12,7										
	11	A.P.	Termofusión	12,0	36,0		19	25	50	60	75	100	150	200	250	300	350	400	450					
			Inserc. *	9,0			2,4	3,0	5,5	6,6	8,1	10,4	15,3	19,9	24,8	29,9	32,3	36,9	41,5					
	13.5	A.P.	Termofusión	9,4	28,3	25	32	38	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600				
			Inserc. *	7,1		2,4	3,1	3,6	5,5	6,6	8,5	12,6	16,2	20,2	24,2	26,3	30,1	33,8	37,6	45,2				
	17	A.P.	Termofusión	7,3	22,1	32	50	60	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	750	800	900	
			Inserc. *	5,5		2,5	3,5	4,2	4,5	6,7	9,9	12,9	16,1	19,0	20,9	23,9	26,8	29,9	35,8	41,8	44,8	47,8	53,8	
	21	A.P.	Termofusión	5,6	17,6		50	60	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	750	800	900	
			Inserc. *	4,4			2,8	3,4	7,2	5,4	8,0	10,4	12,9	15,3	16,9	19,3	21,8	24,8	29,0	33,8	36,2	38,7	43,5	
	32.5	A.P.	Termofusión	3,7	11,2				75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	750	800	900	
			Inserc. *	2,8					2,7	3,5	5,2	6,7	8,4	9,9	10,9	12,5	14,0	15,6	18,7	21,8	23,4	25,0	28,1	
	41	A.P.	Termofusión	2,8	8,8							100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900
		Inserc. *	2,2								2,8	4,1	5,3	6,6	7,8	8,6	9,9	11,1	12,4	14,8	17,3	18,5	19,5	22,3
9	A.P.	Inserc. **	4,5	***	13	19	25	32	38	50	75	100	150											
			4,5		1,8	2,3	3,0	3,9	4,5	5,8	8,6	11,3	17,1											
11.5	A.P.	Inserc. **	3,6	***	13	19	25	32	38	50	75	100	150											
			3,6		1,5	1,8	2,3	3,0	3,6	4,6	6,8	8,9	13,4											
15	A.P.	Inserc. **	2,8	***	13	19	25	32	38	50	75	100	150											
			2,8		1,5	1,5	1,8	2,3	2,7	3,5	5,2	6,8	10,3											
		Riego		***		13	19	25	32	38	50	75												
						1,5	1,5	2,3	2,3	2,7	3,5	5,2												

Tabla 2

* El tubo se inserta en la conexión
 ** La conexión se inserta en el tubo
 A.P. = Agua potable
 *** La presión de prueba está en función del esfuerzo de diseño de la pared del tubo, que a su vez depende del tipo de materia prima con que se fabriquen los tubos. Ver. NOM-E-18

TABLA 3
Espesores mínimos de pared en mm para tubos de PVC para conducción de líquidos corrosivos

Diámetro nominal en mm	Presión de trabajo 30 kg/cm ²			Presión de trabajo 22 kg/cm ²		
	Tipo de unión	Diámetro exterior en mm	Espesor de pared en mm	Tipo de unión	Diámetro exterior en mm	Espesor de pared en mm
6	R O S C A D A O C E M E N T A R	13,7	3,3	C E M E N T A R		
10		17,1	4,1		17,1	1,5
13		21,3	4,3		21,3	1,6
19		26,7	4,4		26,7	2,0
25		33,4	5,6		33,4	2,5
32		42,2	5,8		42,2	3,1
38		48,3	5,4		48,3	3,6
50		60,3	5,5		60,3	4,5
75		88,9	6,6		-----	-----
100		114,3	7,5		-----	-----

TABLA 4
Espesores mínimos de pared en mm para tubos de PVC para conducción de gas natural y gas L.P. en estado de vapor

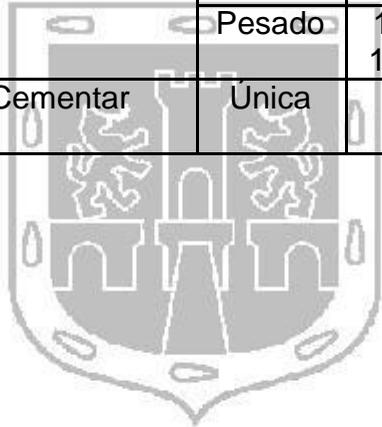
Clase RD	Presión de trabajo kg/cm ²	Diámetro nominal en mm											
		13	19	25	32	38	50	60	75	90	110	125	150
13,5*	4,5	2,3	2,3	2,3	3,3	3,3	4,3	5,3	6,4	7,9	8,4	10,4	12,5
17 *	4,5	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,4	4,4	5,5	6,6	8,0	10,8	12,9
21 *	4,5	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,3	4,3	5,4	6,4	8,0	10,6	12,8
26	4,5	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	3,8	4,8	5,9	7,4	9,4	12,4	15,5

*Fabricación especial a solicitud del consumidor

TABLA 5

Tubos para trabajar sin presión

P V C	USO	Tipo de unión	Clase	Diámetro en milímetros														
				Espesor de pared en milímetros														
	Alcantarillado	Campana y empaque	Única									150	200					
		Cementar													250	300	400	
	Instalaciones sanitarias	Campana y empaque					40	50		75	100	150	200					
		Cementar					1,8	1,8		1,8	2,3	3,3	4,0					
	Conduit	Cementar		Ligero	13	19	25	32	38	50								
				Pesado	1,0	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6								
Ademe	Cementar	Única	13	19	25	32	38	50	60	75	100	150	200	250	300	350		
			1,5	1,5	1,5	1,6	1,9	2,3	2,7	2,8	2,8							
								4,5	5,4	6,6	6,7	7,5	8,4	10,5	12,5	13,6		



CIUDAD DE MÉXICO

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Son elementos conductores de sección anular, fabricados con hierro gris colado, de longitud determinada y que trabajan sin presión; utilizados en la construcción de elementos de conducción de aguas servidas, desechos industriales líquidos y aire para ventilación.

A.02. Los tubos y accesorios de hierro gris siendo de un solo grado de calidad, se clasifican según su tipo en:

a. Los tubos según sus extremos pueden ser:

Con campana espiga.

Liso sin campana.

Lisos para unir con copie de neopreno.

Los accesorios para tubo con campana:

Codos de 90°, 45° y 22,5°.

Codos de 90° con salida alta, baja o lateral.

Tees sencillas y dobles.

Tees con salida izquierda o derecha.

Yees sencillas y dobles.

Campana doble.

Trampas "P" (sifones o sello de agua).

Desvío.

Los accesorios para tubo sin campana:

Codos de 90°, 60" y 45°

Codo de 90° largo (de cola)

Codo de 90° con entrada baja

Codos dobles de 90°

Tees sencillas y dobles

Yees sencillas y dobles

Tee sencilla con rosca
 Yees sencillas con combinación Tee 45°
 Trampas "p"
 Reducciones
 Adaptadores de campana
 Adaptadores de rosca
 Tapones para limpieza (registro)

referencia Æ □ Æ □ Æ □ Æ □ Æ □

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Tubos Sanitarios de Hierro Fundido y que son tratados en estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NOM-B-001	SECOFIN
Método de prueba de flexión estática para fundición gris	NOM-B-003	SECOFIN
Piezas coladas de fundición gris	NOM-B-008	SECOFIN
Tubos de hierro colado gris para cañerías y sus conexiones	NOM-B-064	SECOFIN
Piezas coladas de hierro resistentes a la abrasión	NOM-B-134	SECOFIN
Método de prueba a la tensión para productos de acero	NOM-B-310	SECOFIN
Fundiciones de hierro gris	VIII, Cap. 11.37	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los tubos de hierro gris y sus accesorios deberán cumplir con los siguientes requisitos físicos.

- a. Del material constitutivo.- Se fabricarán de hierro gris, grano fino, uniforme y compacto de tal manera que permita cortarse y barrenarse por medio de métodos comunes.
- b. Tensión del tubo.- El material del tubo deberá tener una resistencia a la tensión igual o mayor a 14.5 kg/mm^2 probado de acuerdo con el método indicado en la NOM-B- 310.
- c. Flexión estática.- En esta prueba la deflexión producida en el punto de aplicación de la carga no debe ser menor a 5 mm, ante una carga de ruptura que no deberá ser menor a 793 kg. La prueba se llevará a cabo siguiendo los procedimientos indicados en la NOM-B-003.
- d. Presión interna.- Los tubos sanitarios de hierro gris, deberán soportar una presión interna ya sea hidráulica de 0.0350 kg/mm^2 o neumática de 0.0103 kg/mm^2 con el tubo sumergido en agua; durante la prueba los tubos no deberán mostrar defecto alguno. Estas pruebas se efectuarán de acuerdo con lo indicado en la NOM-B-136.
- e. Las principales dimensiones, espesores y geometría de los tubos sanitarios de hierro fundido, con o sin campana y sus conexiones (accesorios), se encuentran en la NOM-B-064 de SECOFIN, anotada en el cuadro de referencias de la cláusula B.

C.02. El hierro gris empleado en los tubos sanitarios deberá cumplir con los siguientes requisitos químicos:

Análisis de colado:

Contenido de fósforo 0.75% máximo

Contenido de azufre 0.15% máximo

Análisis de producto:

Contenido de fósforo 0.77% máximo

Contenido de azufre 0.15% máximo

El contenido de silicio y carbono deben ser en porcentaje suficiente para producir un hierro gris para colado, según se indica en la NOM-B-064.

El contenido de azufre puede excederse de lo indicado en el subinciso C.02.a. hasta en un 5% siempre que el contenido de manganeso no exceda del 25%.

C.03. Roscas.- Se deberán biselar las roscas, tanto internas como externas en sus extremos de entrada, para facilitar su ensamble y proteger a la cuerda de la rosca. El biselado deberá ser concéntrico con la rosca y debe considerarse como parte de la longitud total roscada.

C.04. Recubrimiento.- Los tubos sanitarios de hierro colado gris deberán llevar un recubrimiento protector de un material bituminoso (cemento asfáltico). El recubrimiento deberá ser liso y uniforme en toda la superficie excepto en las roscas.

MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El número de elementos que serán constituidos para formar la muestra y la determinación de las muestras se tomará atendiendo a lo indicado en el capítulo 4.01.01.001, pero nunca menor de un tubo o pieza por cada lote de 1000 piezas o fracción para pruebas físicas. Las dimensiones se verificarán por lo menos en un tubo o pieza por cada lote de 50 piezas o fracción.

D.02. La forma de elegir los elementos para conformar la muestra o muestras, será siguiendo el método estadístico adecuado y según estén conformados los elementos del lote que ha de probarse, que debe estar clasificado por piezas de la misma forma y dimensiones.

D.03. Las pruebas en general, se efectuarán de acuerdo a lo indicado en las Normas de referencia de la cláusula B.

D.04. Para determinar los componentes químicos, si el Departamento lo estima necesario, se analizará una muestra por cada lote proveniente de una misma colada.

BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Los tubos sanitarios de hierro colado gris deberán ser circulares en toda la longitud, de grano fino, no debiendo presentar imperfecciones en la superficie como son fracturas o protuberancias internas.

E.02. Todo lote de tubos y/o accesorios cuya muestra no cumpla con los requisitos aquí indicados (dentro de las tolerancias establecidas), deberá ser rechazado. Las tolerancias de las dimensiones de los tubos y accesorios serán las indicadas en las tablas de la 1 a la 20 de la NOM-B-064, tomadas sin recubrimiento.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 026 PERFILES TUBULARES DE LÁMINA

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Elementos fabricados a base de lámina de acero rolada en frío o en caliente, los cuales al unirse adecuadamente entre sí, permiten la formación de elementos de herrería para edificaciones.

A.02. Los perfiles tubulares de lámina se clasifican por:

a. Calibre

1. Lámina	calibre	12 y 12AR
2. Lámina	calibre	14 y 14AR
3. Lámina	calibre	16 y 16AR
4. Lámina	calibre	18 y 18AR
5. Lámina	calibre	20 y 20AR

AR = Alta Resistencia

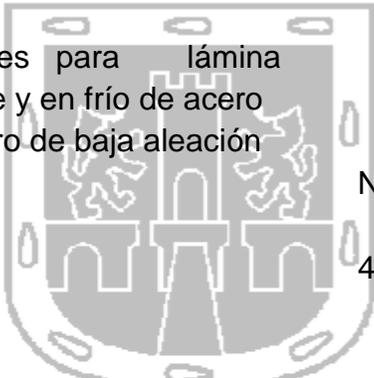
b. Forma de la sección transversal

Los perfiles tubulares de lámina se pueden clasificar según la forma de sección, y que ésta determina el uso al que se vaya a destinar en la herrería (puertas, zoclos, ventanas, etc. ver secciones al final del capítulo).

REFERENCIA

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Perfiles Tubulares de Lámina y que son tratados en estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Lámina de acero al carbón laminada en frío para uso común	NOM-B-28	SECOFIN
Requisitos generales para lámina laminada en caliente y en frío de acero al carbono y de acero de baja aleación y alta resistencia	NOM-B-266	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.



REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Salvo las excepciones que pudiera fijar el proyecto y/o el Departamento los perfiles tubulares de lámina deberán cumplir con los siguientes requisitos físicos.

a. El material empleado en los perfiles tubulares será de lámina de acero rolada en frío en caliente y deberá cumplir con lo indicado en las Normas NOM-B-28 y NOM-B-266 citadas en la cláusula B de Referencias, contener 0.10% al 0.15% de carbono y tener una dureza de 55 a 65 Rockwell "B"

Los perfiles tubulares de lámina se suministrarán con una longitud no menor de 6.00 m o la que fije el proyecto y/o el Departamento.

Los perfiles tubulares de lámina se suministrarán con las secciones que se indiquen en el catálogo de los fabricantes o secciones especiales, previo acuerdo entre el fabricante y el Departamento.

Las aristas de los perfiles tubulares de lámina deberán ser rectas, paralelas y definidas, con acabado romo para facilitar su manejabilidad.

Los perfiles tubulares de lámina deberán presentar una superficie tersa, sin granos ni capas perniciosas que favorezcan la oxidación, el espesor será uniforme en toda la sección y no deberá presentar abolladuras.

La sección de los perfiles tubulares de lámina deberá contar con dobleces de proporciones armónicas y con la precisión necesaria para que al ser unidos entre sí, permitan formar superficies planas con la unión de sus aristas. A manera ejemplificada al término de este capítulo se muestran algunas secciones de perfiles tubulares con dimensiones que cumplen con este requisito.

C.02. Fabricación.- La fabricación de los perfiles tubulares de lámina se deberá efectuar mediante dos procedimientos: el de la máquina roladora y el de prensa.

Se deberá usar máquina roladora cuando se fabriquen perfiles en grandes cantidades, ya que este tipo de fabricación tiene como ventaja que aumenta la resistencia a la flexión y a la torsión.

C.03. Manejo.- Los perfiles tubulares de lámina deberán cargarse y estribarse con el cuidado necesario para evitar que pierda su rectitud o se modifique su sección.

C.04. Almacenaje.- Los perfiles tubulares de lámina deben almacenarse debidamente clasificados por el tipo de sección o calibre de la lámina, sobre elementos de soporte que evitan que éstos queden en contacto directo con el piso.

MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El muestreo de los perfiles tubulares de lámina para pruebas de composición del acero y dureza se realizará tomando una muestra por cada 10 toneladas o fracción de perfiles que procedan de una misma colada.

Para comprobar dimensiones, peso, acabado y tipo de sección se inspeccionará cada una de las piezas.

BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Todos los perfiles tubulares de lámina deberán cumplir con los requisitos establecidos en la presente Norma con las tolerancias que se indican a continuación:

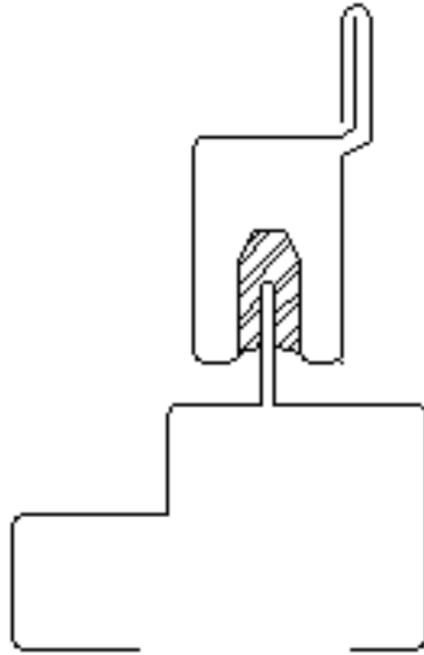
En los perfiles tubulares de lámina se admitirá una tolerancia de $\pm 5\%$ respecto al peso teórico especificado en el catálogo de los fabricantes.

En los perfiles tubulares de lámina se admitirá una tolerancia de ± 1 cm con respecto a la longitud especificada en el catálogo de los fabricantes.

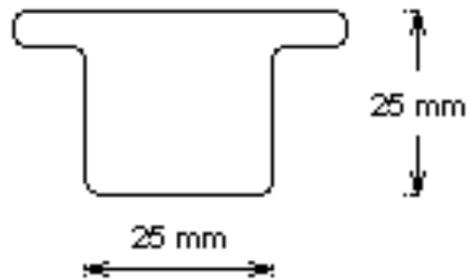
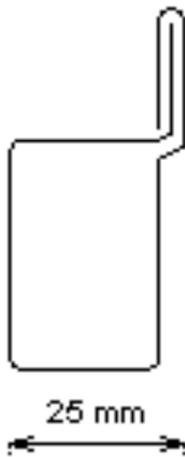
A manera ilustrativa pero no limitativa, se presenta la geometría de algunas secciones de los perfiles tubulares:



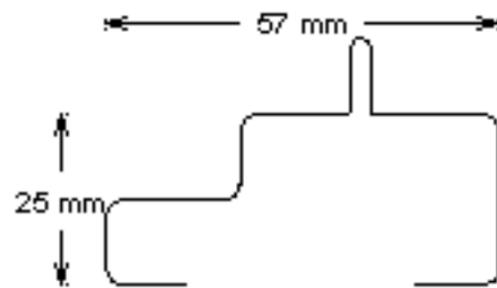
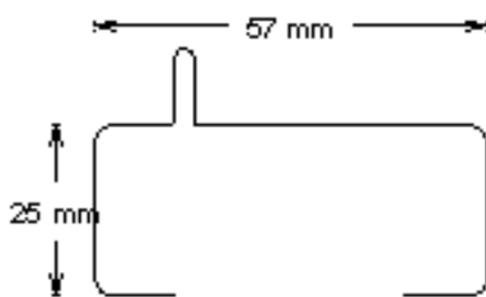
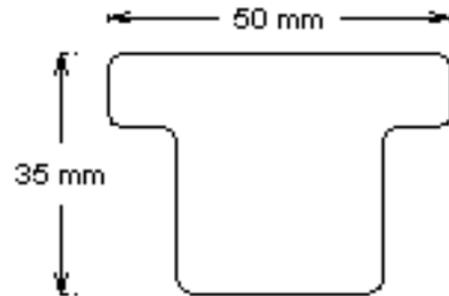
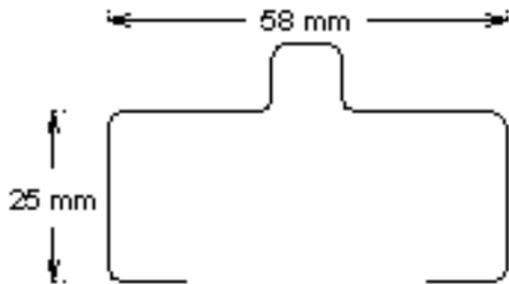
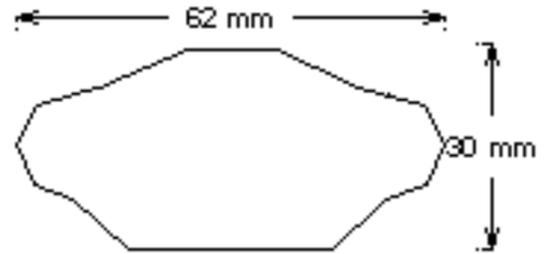
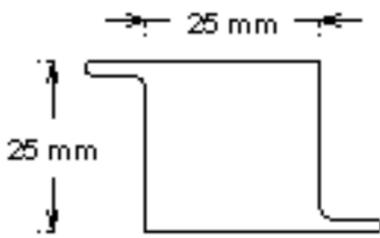
GEOMETRÍA DE PERFILES TUBULARES (Ejemplificados)



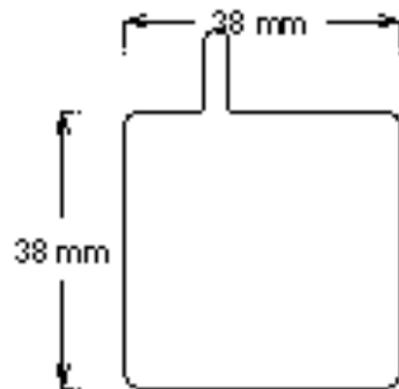
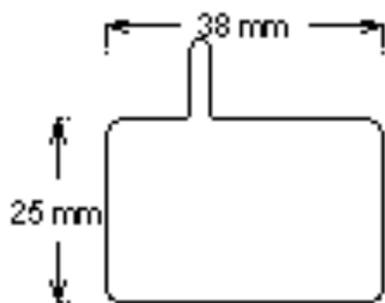
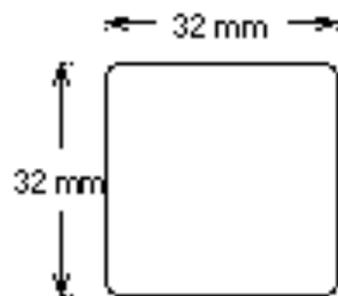
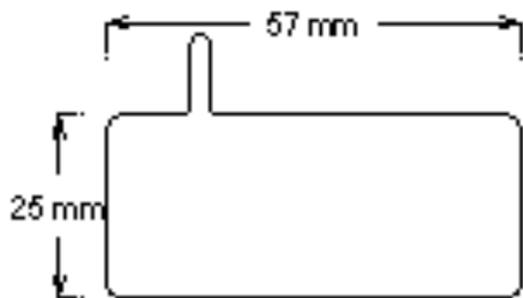
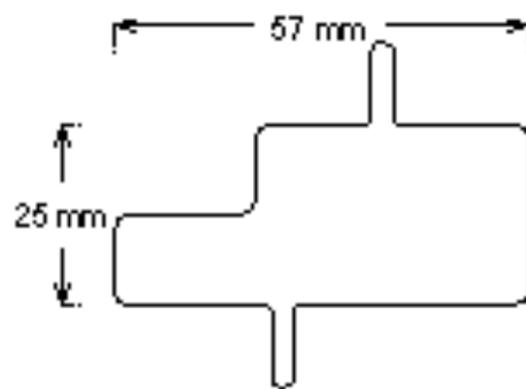
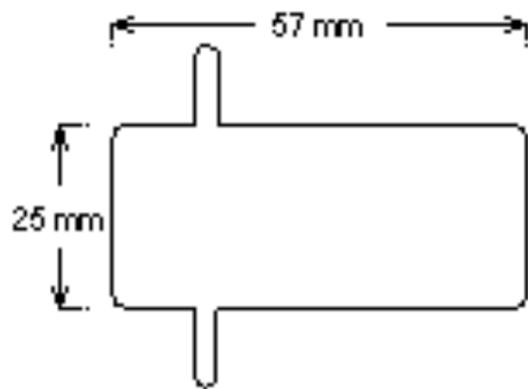
PERFILES TUBULARES



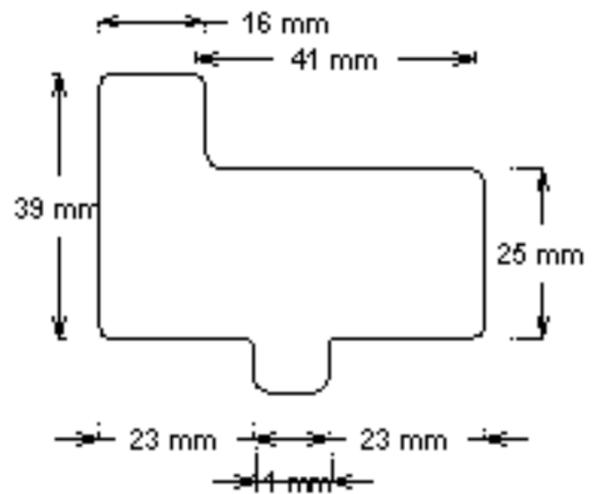
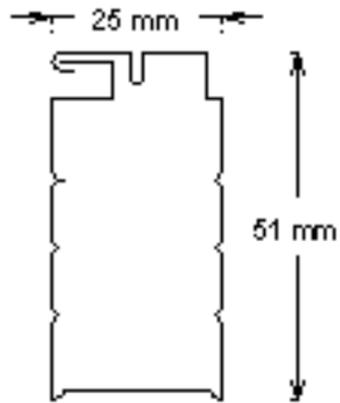
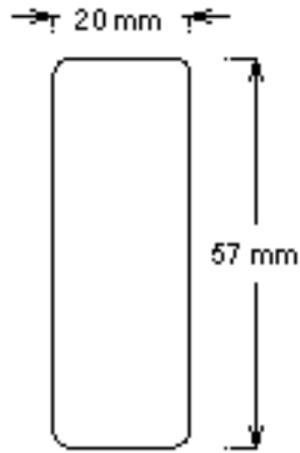
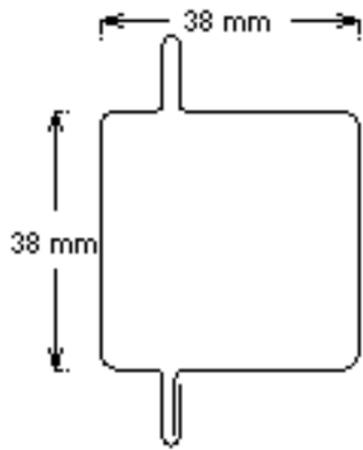
PERFILES TUBULARES



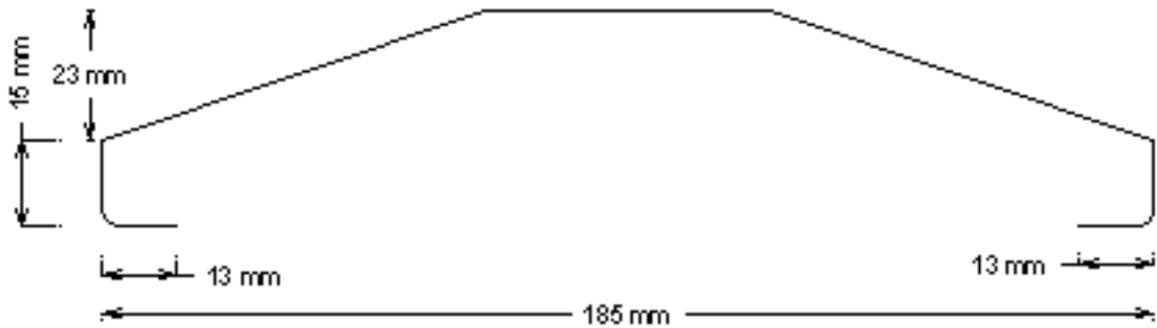
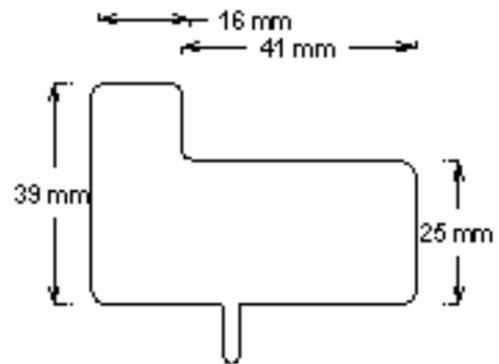
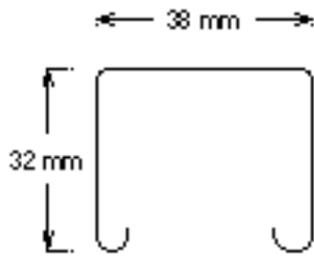
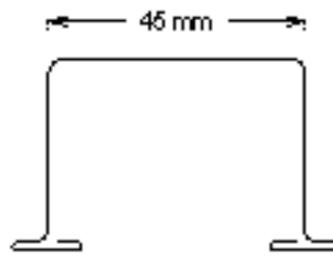
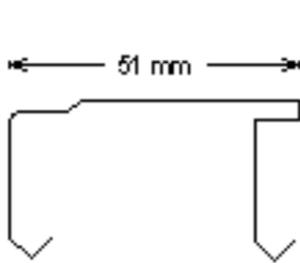
PERFILES TUBULARES



PERFILES TUBULARES



PERFILES TUBULARES



LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 027 PERFILES DE ALUMINIO

- A.01. Producto extruido en caliente de lingotes de aluminio y de sus aleaciones, cuya sección transversal es asignada previo diseño, en la cual se combinan diversos elementos geométricos convenientemente dispuestos en forma tal que las características del conjunto cumplan con los requisitos del proyecto y/o del Departamento; su uso principal es para cancelería y ventanería en edificación.
- A.02. Los perfiles de aluminio se clasifican de acuerdo a su geometría, por la composición química del aluminio y por el acabado exterior del perfil:

Por la geometría de su sección:

Sólido

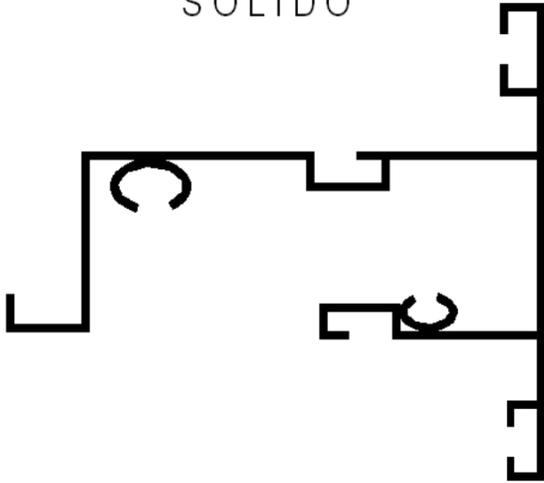
Hueco

Semihueco

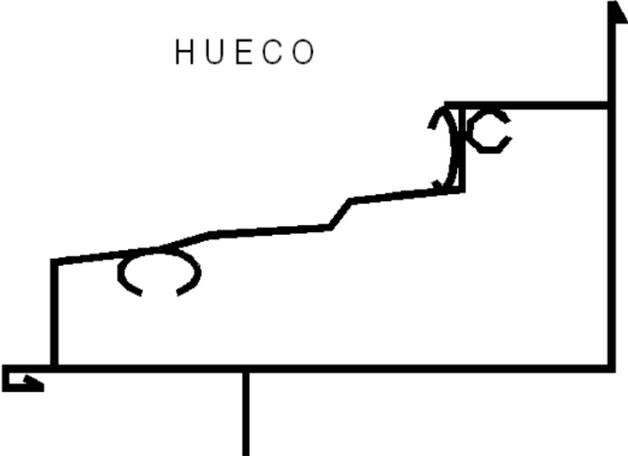
Compuesta (combinación de las anteriores)

CIL
CIVIL DE MEXICO

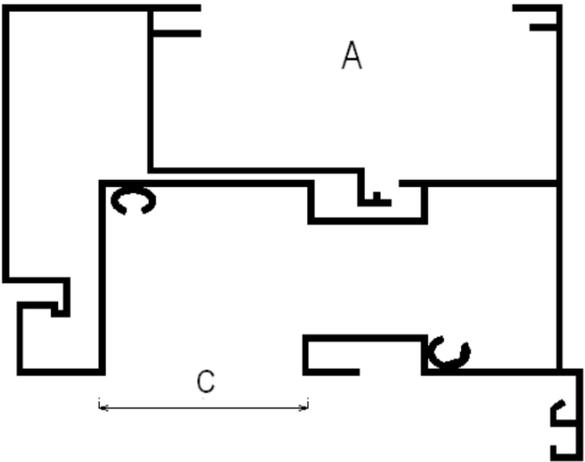
SÓLIDO



HUECO



SEMI HUECO

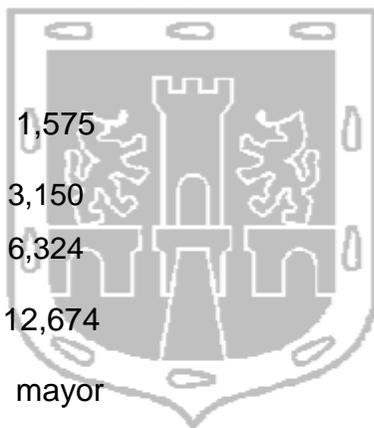


Las formas de sección transversal que se ilustran, solamente son esquemas representativos de una gran variedad de perfiles.

Perfil extruído sólido.- Está formado por elementos geométricos, dispuestos de tal forma que ya no generan espacios vacíos en el propio perfil.

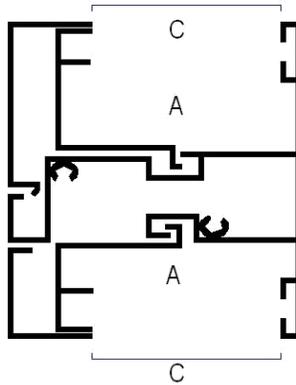
Perfil extruído semihueco.- Está formado por elementos geométricos combinados entre sí, de tal forma que rodea uno o más espacios sin que ninguno de éstos quede a su vez cerrado. Estos perfiles deben guardar una relación como la descrita en la siguiente tabla:

Dimensión nominal de la abertura c (mm)		Relación
Menor que	1,575	A/c^2 2
de 1,575 a	3,150	3
de 3,175 a	6,324	4
de 6,330 a	12,674	5
de 12,700 o mayor		6



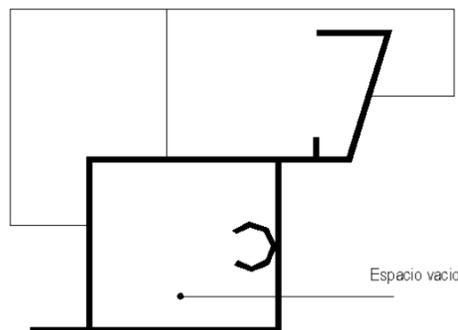
NOTA : c = Dimensión nominal de abertura, mm

A = Área de espacio vacío, mm²



Perfil extruido hueco.- Está formado por elementos geométricos combinado entre sí, de tal manera que rodean totalmente uno o más espacios vacíos como lo muestra la siguiente figura:

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL



Por su composición química, se clasifican con respecto a la aleación del aluminio con:



- Si (Silicio)
- Cu (Cobre)
- Mn (Manganeso)
- Mg (Magnesio)
- Cr (Cromo)
- Ni (Níquel)
- Zn (Zinc)

Por su acabado exterior, los perfiles se clasifican en lisos o estriados; a su vez de acuerdo al tipo de protección exterior en :

Natural

Anodizado

2.1 Anodizado natural

2.2 Anodizado oro

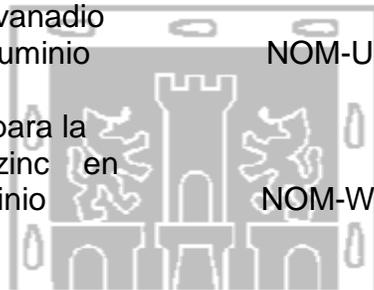
2.3 Duranodik

REFERENCIA

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Perfiles de Aluminio y que son tratados en estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Sistema de clasificación y designación del aluminio de primera fusión aleado para fundición	NOM-U-56	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de berilio en aleaciones de aluminio	NOM-W-56	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de calcio en aleaciones de aluminio	NOM-W-67	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de cromo en aleaciones de aluminio	NOM-W-68	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de cobre en aleaciones de aluminio	NOM-W-69	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de fierro en aleaciones de aluminio	NOM-W-70	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de níquel en aleaciones de aluminio	NOM-W-71	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de magnesio en aleaciones de aluminio	NOM-W-72	SECOFIN

Método de prueba para la determinación de manganeso en aleaciones de aluminio	NOM-W-73	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de plomo en aleaciones de aluminio	NOM-W-74	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de silicio en aleaciones de aluminio	NOM-W-75	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de titanio en aleaciones de aluminio	NOM-U-76	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de vanadio en aleaciones de aluminio	NOM-U-77	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de zinc en aleaciones de aluminio	NOM-W-78	SECOFIN



REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos

Las dimensiones serán las establecidas en los catálogos de los fabricantes, o de común acuerdo entre fabricantes y Departamento.

Las barras y perfiles tendrán un "acabado de molino", serán de calidad uniforme a todo lo largo del perfil, de constitución homogénea, libres de poros internos y externos, así como materias extrañas y escoria.

Las etiquetas que identifican los embarques contendrán los siguientes datos: Número de orden, aleación, temple, número de lote, peso total, peso neto, nombre del fabricante o empresa y la leyenda "Hecho en México".

C.02. Químicos.

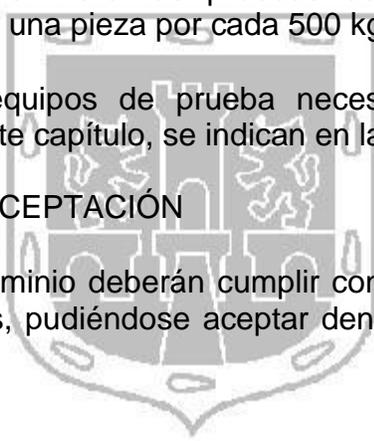
De acuerdo con la clasificación del aluminio de primera fusión aleado para fundición, la composición química de dichas aleaciones deberá quedar comprendida dentro de los valores indicados en las tablas 1, 2 y 3.

MUESTREO Y PRUEBAS

- D.01. El muestreo de comprobación para verificar los requisitos químicos de aleación de los perfiles de un lote, se deberá efectuar seleccionando un lingote al azar de cada 5 toneladas o fracción mayor que una tonelada de la misma colada.
- D.02. El fabricante deberá presentar sus atados, en forma tal que cada uno de ellos contenga piezas de la misma vaciada. Los especímenes se escogerán al azar de entre el lote.
- D.03. Para verificar dimensiones, acabados y tipos de sección, se inspeccionarán todas las piezas del lote. Para las pruebas de flecha máxima y torcimiento se muestreará al azar una pieza por cada 500 kg o fracción.
- D.04. Los métodos y equipos de prueba necesarios para verificar los requisitos establecidos en este capítulo, se indican en la cláusula B de esta Norma.

BASE DE ACEPTACIÓN

- E.01. Los perfiles de aluminio deberán cumplir con lo dispuesto en este capítulo para no ser rechazados, pudiéndose aceptar dentro de las tolerancias mostradas en las tablas 1 a 6.



CIUDAD DE MÉXICO



TABLA 1

Composición química de aluminio de primera fusión aleado para fundición
(Aleaciones estándar, clase 1)

(Continúa)

Aleación		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn	Ti	Elementos en %		Al
												Otros c/u	Otros Total	
100	Mínimo		0.6											99.00
	Máximo	0.15	0.8	0.1	*	--	*	--	0.05	--	*	0.03	0.10	
150	Mínimo													99.50
	Máximo	**	**	0.05	*	--	*	--	0.05	--	*	0.03	0.10	
205	Mínimo	2.5		3.5										Resto
	Máximo	3.5	0.8	4.5	0.30	0.03	--	--	0.20	--	0.20	--	0.30	
238	Mínimo	3.5		9.5		0.20								Resto
	Máximo	4.5	1.2	10.5	0.50	0.35	--	0.50	0.50	--	0.20	--	0.50	
308	Mínimo	5.1		4.0										Resto
	Máximo	6.0	0.8	5.0	0.30	0.10	--	--	0.50	--	0.20	--	0.50	
319	Mínimo	5.5		3.0										Resto
	Máximo	6.5	0.6	4.0	0.10	0.10	--	0.10	0.10	--	0.20	--	0.20	
A332	Mínimo	11.0		0.5		0.9		2.0						Resto
	Máximo	13.0	0.9	1.5	0.10	1.3	--	3.0	0.10	--	0.20	0.05	0.15	
F332	Mínimo	8.5		2.0		0.9								Resto
	Máximo	10.0	0.6	4.0	0.10	1.3	--	0.10	0.10	--	0.20	--	0.30	
355	Mínimo	4.5	0.14	1.0		0.50								Resto
	Máximo	5.5	0.25	1.5	0.05	0.6	--	--	0.05	--	0.20	0.05	0.15	
C355	Mínimo	4.5		1.0		0.50								Resto
	Máximo	5.5	0.13	1.5	0.05	0.6	--	--	0.05	--	0.20	0.05	0.15	
356	Mínimo	6.5	0.13			0.30								Resto
	Máximo	7.5	0.25	0.10	0.05	0.40	--	--	0.05	--	0.20	0.05	0.15	
A356	Mínimo	6.5				0.30								Resto
	Máximo	7.5	0.12	0.10	0.05	0.4	--	--	0.05	--	0.20	0.05	0.15	
357	Mínimo	6.5				0.45								Resto
	Máximo	7.5	0.12	0.50	0.03	0.6	--	--	0.05	--	0.20	0.05	0.15	
359	Mínimo	8.5				0.55								Resto
	Máximo	9.5	0.12	0.10	0.10	0.7	--	--	0.10	--	0.20	0.05	0.15	
360	Mínimo	9.0	0.7			0.45								Resto
	Máximo	10.0	1.1	0.10	0.10	0.6	--	0.10	0.10	0.10	--	--	0.20	
A360	Mínimo	9.0				0.45								Resto
	Máximo	10.0	0.6	0.10	0.05	0.6	--	--	0.05	--	--	0.05	0.15	

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 1
Composición química de aluminio de primera fusión aleado para fundición
(Aleaciones estándar, clase 1)

(Continúa)

Aleación		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn	Ti	Elementos en %		Al
												Otros c/u	Otros Total	
364	Mínimo	7.5	0.7			0.25	0.25				B=0.25			Resto
	Máximo	9.5	1.1	0.20	0.10	0.40	0.50	0.15	0.15	0.15	0.04	0.05	0.015	
380	Mínimo	7.5	0.7	3.0										Resto
	Máximo	9.5	1.1	4.0	0.10	0.10	--	0.10	0.10	0.10	--	--	0.20	
A380	Mínimo	7.5		3.0										Resto
	Máximo	9.5	0.6	4.0	0.10	0.10	--	0.10	0.10	--	--	0.05	0.15	
384	Mínimo	10.5	0.6	3.0										Resto
	Máximo	12.0	1	4.5	0.10	0.10	--	0.10	0.10	0.10	--	--	0.20	
413	Mínimo	11.0	0.7											Resto
	Máximo	13.0	1.1	0.10	0.10	0.07	--	0.10	0.10	0.10	--	--	0.20	
F413	Mínimo	11.0												Resto
	Máximo	13.0	0.6	0.10	0.05	0.05	--	0.05	0.05	0.05	--	--	0.10	
443	Mínimo	4.5												Resto
	Máximo	6.0	0.6	0.10	0.10	0.05	--	--	0.10	--	0.20	0.05	0.15	
514	Mínimo					3.6								Resto
	Máximo	0.30	0.30	0.10	0.10	4.5	--	--	0.10	--	0.20	0.05	0.15	
520	Mínimo					9.60								Resto
	Máximo	0.15	0.20	0.20	0.10	10.60	--	--	0.10	--	0.20	0.05	0.15	
535	Mínimo				0.10	6.6				BE=0.003	0.10			Resto
	Máximo	0.10	0.05	0.05	0.25	7.5	--	B=0.002	--	0.007	0.25	0.05	0.15	

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1
Composición química de aluminio de primera fusión aleado para fundición
(Aleaciones estándar, clase 1)

Aleación		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	S	P	Elementos en %		Al	
												Otros c/u	Otros Total		
A535	Mínimo				0.10	6.60									Resto
	Máximo	0.20	0.15	0.10	0.25	7.50	--	--	--	--	0.25	0.05	0.15		
F535	Mínimo					6.60					0.10				Resto
	Máximo	0.10	0.12	0.05	0.05	7.50	--	--	--	--	0.25	0.05	0.15		
712	Mínimo			0.35		0.65			6.0						Resto
	Máximo	0.15	0.40	0.65	0.05		--	--		--	0.25	0.05	0.15		
A712	Mínimo		0.7	0.35		0.30			6.0						Resto
	Máximo	0.30	1.1	0.65	0.05	0.45	--	--	7.8	--	0.20	0.05	0.15		
F712	Mínimo					0.50	0.40		5.0		0.16				Resto
	Máximo	0.15	0.40	0.25	0.10	0.66	0.6	--	6.5	--	0.25	0.06	0.20		
713	Mínimo			0.40		0.25			7.0						Resto
	Máximo	0.25	0.8	1.0	0.5	0.50	0.35	0.15	8.0	--	0.25	0.10	0.25		
771	Mínimo					0.85	0.06		0.5		0.10				Resto
	Máximo	0.10	0.10	0.10	0.10	1.0	0.20	--	7.5	--	0.20	0.05	0.15		
A771	Mínimo					0.65	0.60		6.0		0.10				Resto
	Máximo	0.10	0.10	0.10	0.10	0.80	0.20	--	7.0	--	0.20	0.05	0.15		

NOTAS.- * Mn + Cr + Ti + V = 0.025% Máximo

$$** \frac{Fe}{Si} = \frac{2}{1}$$

CIUDAD DE MÉXICO

(Concluye)

TABLA 2
Composición química de aluminio de primera fusión aleado para fundición
(Aleaciones especiales, clase II)

Aleación		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ca	Sn	Ti	Elementos en %		Al
													Otros c/u	Otros Total	
CH-19	Mínimo	5.0		3.0	0.30	0.10						0.15			
	Máximo	7.0	1.0	5.0	0.6	0.30	--	0.30	2.0	--	0.10	0.25	0.05	0.15	--
CJ-80	Mínimo	3.5				0.40	0.40								
	Máximo	4.5	0.40	0.10	--	0.6	0.6	--	--	--	--	0.20	0.05	0.15	--
CJ-95	Mínimo	8.50		2.0		0.50		0.50							
	Máximo	10.50	1.0	4.0	0.50	1.50	--	1.50	0.50	--	--	0.20	--	0.05	--
CK-15	Mínimo	8.0	0.45	2.5	0.35	1.40									
	Máximo	10.0	0.55	3.5	0.45	1.6	0.10	0.10	0.10	0.010	--	0.20	0.05	0.15	--
CM-76	Mínimo	4.90		3.30	0.45	0.10									
	Máximo	5.90	0.45	4.30	0.59	0.18	--	--	1.00	--	--	0.12	0.05	0.15	--
CM-89	Mínimo	8.0	0.7	3.0					2.00						
	Máximo	10.0	1.0	4.0	0.35	0.10	0.12	0.50	2.90	--	0.20	--	--	0.50	--
P-50	Mínimo	11.0		0.8		0.8		0.8							
	Máximo	12.0	0.7	1.5	0.20	1.3	--	1.3	0.20	0.010	--	0.20	--	--	--
S-23	Mínimo			3.7		1.3		1.7				0.15			
	Máximo	0.7	1.0	4.3	0.35	1.6	0.25	2.1	0.35	--	--	0.25	0.05	0.15	--
P-37	Mínimo														
	Máximo	0.10	0.20	0.03	0.005	0.005	0.005	Ca=0.02	0.03	V=0.005	B=0.03	0.01	0.01	0.02	99.65
R-25	Mínimo	11.0													--
	Máximo	13.5	0.8	1.0	0.30	0.30		0.2	0.5	Pb=0.2	0.1	0.15	0.05	0.15	--

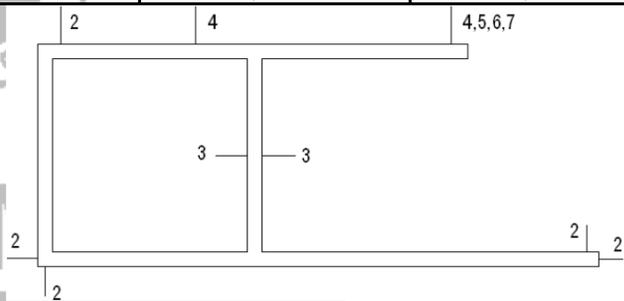
CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 3
Composición química de aluminio de primera fusión aleado para fundición
(Aleaciones especiales, clase III)

Aleación		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn	Ti	Elementos en %		Al	
												Otros c/u	Otros Total		
M2120	Mínimo			18.0											
(2108)	Máximo	0.35	0.50	22.0	--	--	--	--	--	--	--	0.05	0.15	--	
M2140	Mínimo			38.0											
(2107)	Máximo	0.6	0.7	42.0	0.30	--	--	--	--	--	--	0.10	0.20	--	
M2312	Mínimo	11.0													
(2312)	Máximo	13.0	0.35	0.10	--	--	--	--	--	--	--	0.05	0.15	--	
M2351	Mínimo	4.5	0.14	1.0											
(2351)	Máximo	4.4	0.25	1.5	--	--	--	--	--	--	0.20	0.05	0.15	--	
A2351	Mínimo	4.5		1.0											
(A2351)	Máximo	5.5	0.13	1.5	--	--	--	--	--	--	0.20	0.05	0.15	--	
2307	Mínimo	6.5	0.12												
(2307)	Máximo	7.5	0.25	0.10	0.05	--	--	--	0.05	--	0.20	0.05	0.15	--	
A2307	Mínimo	6.5													
(A2307)	Máximo	7.5	0.11	0.1	0.05	--	--	--	0.05	--	0.20	0.03	0.10	--	
2403	Mínimo				3.0										
(A2400)	Máximo	0.5	0.7	--	4.0	--	--	--	--	--	--	0.05	0.15	--	
2405	Mínimo			4.0											
(2400)	Máximo	0.5	0.7	0.10	6.0	--	--	--	--	--	--	0.05	0.15	--	
2510	Mínimo							9.0							
(2500)	Máximo	0.5	0.6	0.6	--	--	--	11.0	--	--	--	0.05	0.15	--	
2804	Mínimo		2.5												
(A2800)	Máximo	1.0	4.5	0.6	0.30	--	--	0.30	0.30	--	--	0.05	0.15	--	
2019	Mínimo						1.5								
(2919)	Máximo	0.30	0.55	--	--	--	3.5	--	--	--	--	--	--	--	

TABLA 4
Tolerancias permitidas para dimensiones
y espesores expresadas en \pm mm.

Dimensiones del metal para aquellas piezas en las que el 75% de las dimensiones o más pertenecen al metal			Dimensiones de los claros para aquellas piezas en las que la dimensiones especificadas en su 25% o más corresponden a los claros			
Dimensión especificada en mm	Todas excepto las comprendidas en 3	Espesor de pared para piezas cerradas desde 7,1 mm ² y más (excentricidad)	Para dimensiones de 6,35 a 15,85 excl. desde la base o patín	Para dimensiones de 15,85 a 31,75 excl. desde la base o patín	Para dimensiones de 31,75 a 63,5 excl. desde la base o patín	Para dimensiones de 63,5 o más desde la base o patín
1	2	3	4	5	6	7
355,60 a 381,00	2,032	10% máx. 1,524 mín. 0,254	2,286	2,692	3,607	4,978
304,80 a 355,70	1,880		2,166	2,540	3,403	4,673
254,00 a 304,79	1,625		1,880	2,235	2,946	4,064
203,20 a 253,99	1,371		1,625	1,880	2,540	3,454
152,40 a 203,19	1,117		1,371	1,575	2,083	2,834
101,60 a 152,39	0,863		1,067	1,270	1,625	2,235
50,80 a 101,59	0,690		0,813	0,914	1,219	1,625
38,10 a 50,79	0,406		0,609	0,711	0,863	1,270
25,40 a 39,04	0,305		0,508	0,559	0,660	0,863
19,05 a 25,39	0,254		0,457	0,508	0,559	0,762
12,70 a 19,04	0,228		0,406	0,457	0,508	0,660
6,35 a 12,69	0,203		0,355	0,406	0,457	0,559
3,17 a 6,34	0,178		0,305	0,355	0,406	0,508
Menores de 3,16	0,152		0,294	0,305	0,355	0,406



CIUDAD DE I

TABLA 5

Tolerancias para flechas máximas

Diámetro del círculo circunscrito en mm *	Espesor mínimo en mm	Combadura flecha máxima por metro, en mm
38,1 y más	-----	1,04
Menores de 38,1	máximo de 2,39	1,04
Menores de 38,1	2,39 y menores	4,16

TABLA 6

Tolerancias en torcimiento

Diámetro del círculo circunscrito en mm *	Torcimiento o fuera de ejes en grados máx. ** en cada 30,5 cm en la longitud total de la pieza (L en cm)
76,2 y mayores	1/4 1/4 x L/30,5 (Máximo 3°)
48,1 a 76,2	1/2 1/2 x L/30,5 (Máximo 3°)
Menores de 48,1	1 1 x L/30,5

Diámetro del menor círculo que encierre la sección del perfil
 No aplicables a los materiales recocidos

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 028 PINTURAS ANTICORROSIVAS

DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Producto de impregnación usado para prevenir la corrosión de recipientes, instalaciones cuyos fluidos pueden ser líquidos o gaseosos, conexiones, estructuras metálicas, de concreto, entre otros, mediante el aislamiento del medio ambiente.

A.02. La pintura anticorrosiva se clasifica según la etapa en que se usa, de acuerdo al sistema que se emplee y según el medio ambiente en:

a. Primario de cromato de zinc- Es un primario a base de cromato de zinc, óxido de hierro y resina vinil-alquidálica; tiene excelentes características inhibidoras a la corrosión en ambientes seco y húmedo sin salinidad.

b. Primario de zinc 100% inorgánico tipo pos-curado.- Es un primario 100% inorgánico de zinc, cuyo "curado" o insolubilidad se efectúa por medio de una solución curadora ácida, aplicada posteriormente; es sumamente duro y resistente a la abrasión, a los ambientes húmedo y salino, a los destilados tratados y los aromáticos, con excepción de hidrocarburos clorados en presencia de humedad.

c. Primario de zinc 100% inorgánico tipo auto curante, que puede ser:

Primario de zinc 100% inorgánico tipo auto curante, base acuosa.- Es un primario cuyo curado o insolubilización se obtiene por sí mismo, sin requerir de ninguna solución que se aplique posteriormente; es sumamente duro y resistente a la abrasión, con excepción de hidrocarburos clorados en presencia de humedad, a los ambientes húmedo y salino; se recomienda

para instalaciones expuestas a un alto porcentaje de humedad, a salpicaduras y a brisa.

Primario de zinc 100% inorgánico tipo auto curante, base solvente. - Es un primario de zinc 100% inorgánico cuyas propiedades auto curantes están incluidas en sus componentes sin requerir de ninguna solución. Está constituido por un pigmento de polvo fino de zinc y un vehículo de silicato orgánico parcialmente hidrolizado, envasado por separado. Es sumamente duro y resistente a la abrasión, con excelente resistencia a la mayoría de los solventes, con excepción de hidrocarburos clorados en presencia de humedad, a los ambientes húmedos y salinos. Se recomienda para instalaciones expuestas a un alto porcentaje de humedad, a salpicaduras y brisa; a temperaturas moderadas es insoluble al agua, a los 20 minutos de aplicado.

Primario de alquitrán de hulla-epóxica catalizado, tipos A y B.- Dos primarios compuestos de alquitrán de hulla, resinas epóxicas, pigmentos inertes y un reactivo químico que se envasa por separado. Estos deben mezclarse inmediatamente antes de la aplicación y una duración de aplicación de 7 horas a temperatura ambiente; debe tener un alto contenido de sólidos por volumen y dejar una película dura, resistencia al agua salada, agua cruda y tratada, petróleo crudo y combustóleo.

Primario epóxico catalizado. - Primario a base de resinas epóxicas (componente epóxico), que endurece por adición de un componente poli amídico, envasado por separado; debe poseer excelentes propiedades de adherencia, y resistencia al ambiente húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre y a los destilados sin tratar, aunque su resistencia a los aromáticos sea pobre, no influye en el objetivo que se persigue.

Primario vinil epóxico modificado. - Primario a base de pigmentos inhibidores de plomo, óxido de hierro, inertes y un vehículo vinílico con modificación de un éster epóxico; debe tener una gran adherencia, una gran compatibilidad con diversos recubrimientos y excelente capacidad para detener la corrosión bajo la película;

debe ser resistente al ambiente húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre e inmersión en agua potable.

g. Recubrimientos para temperaturas normales. - Son tres los tipos de recubrimientos usuales:

1. De línea industrial, entre los que se encuentran:

- 1.1 Acabado epóxico no esterificado catalizado con poliamidas de alto peso molecular.
- 1.2 Acabado epóxico de alto contenido de sólidos, catalizado con poliamidas.
- 1.3 Acabado epóxico de alta resistencia.
- 1.4 Acabado epóxico modificado y catalizado con poliamidas.
- 1.5 Acabado vinílico con alto contenido de sólidos.
- 1.6 Acabado de hule clorado.
- 1.7 Acabado alquidálico exento de brea.
- 1.8 Recubrimiento 100% acrílico en emulsión y gran lavabilidad.

2. Transitorios y desprendibles, entre los cuales están:

- 2.1 Derivado de vinilo en tipo E para medios salinos y tipo T para productos químicos
- 2.2. Producto sólido con resinas especiales.

3. Epóxicos como:

- 3.1. Primario catalizado.
- 3.2. Auto extingible modificado con retardantes de combustión.
- 3.3. Modificado con productos termo estables.
- 3.4. Catalizado con gran contenido de sólidos en transparente.
- 3.5. Catalizado con 100% contenido de sólidos.
- 3.6. Catalizado con poli sulfuro y 100% sólidos.

h. Recubrimiento para altas

temperaturas. - Proporcionan un acabado brillante con excelente resistencia a temperaturas continuas. Se fabrican en dos tipos:

1. Tipo A, con un vehículo a base de resina de cumarona y aceite de linaza, pasta de aluminio y sílice coloidal. Con resistencia a temperaturas continuas desde 263 K hasta 479 K (80°C hasta 206°C).
2. Tipo B, el vehículo es a base de resinas de silicón 100% sin modificar y pigmentos de aluminio en pasta con resistencia a temperaturas continuas de 534 K a 833 K (261°C a 560°C), pero puede soportar hasta 1073 K (800 °C), en forma intermitente.
 - i. Polímero de hule líquido. Recubrimiento, con gran capacidad adhesiva que permita proteger superficies expuestas a ambientes corrosivos y a materiales con corrosión severa.
 - j. Polímero de hule sólido. Recubrimiento en pasta o sólido maleable, reutilizable, que permita proteger superficies metálicas expuestas a ambientes corrosivos.

A.03.El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos necesarios de calidad que deben cumplir los productos anticorrosivos que se utilizan en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01.El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Salud ambiental. Requisitos sanitarios que debe satisfacer el etiquetado de pinturas, tintes, barnices, lacas y esmaltes	NOM-003-SSA1	SSA
Salud ambiental. Pinturas y barnices. Preparación de extracciones ácidas de las capas de pintura seca para la determinación de plomo soluble. Método de prueba.	NOM-006-SSA1	SSA
Salud ambiental. Pinturas y barnices. Preparación de extracciones ácidas de	NOM-008-SSA1	SSA

pinturas líquidas o en polvo para la determinación de plomo soluble y otros métodos.

Organización del trabajo. Seguridad en los NOM-028-STPS procesos de sustancias químicas

STPS

Establece el contenido máximo permisible de compuestos orgánicos volátiles (COV's), en la fabricación de pinturas de secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en pinturas y recubrimientos.

SEMARNAT

Establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COV's) provenientes de las operaciones de recubrimientos de carrocerías nuevas en plantas de unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.

SEMARNAT

Industria automotriz. Determinación de las propiedades de resistencia a la corrosión de partes metálicas con recubrimientos, empleadas en vehículos automotores. Método de niebla salina.

SECOFI

Automóviles y camiones. Determinación de la resistencia a la exposición a la intemperie de compuestos de hule

SECOFI

Industria de la construcción. Pinturas. Especificaciones y métodos de prueba.

ONNCCE

Industria de la construcción. Método de prueba para determinar la nivelación de pinturas.

ONNCCE

Industria de la construcción. Determinación de materia no volátil y volátiles totales en pinturas

ONNCCE

Industria de la construcción. Determinación del contenido de pigmento y del contenido de

ONNCCE 028-

vehículo en pinturas.

Industria de la construcción. Pinturas.
Determinación del tiempo de secado al tacto
y tiempo de secado duro de los NMX-C-427 ONNCCE recubrimientos para
protección anticorrosiva.

Industria de la construcción. Pinturas. NMX-C-428 ONNCCE
Determinación del poder cubriente relativo en
recubrimientos para protección anticorrosiva.

Industria de la construcción. Pinturas. NMX-C-429 ONNCCE
Determinación de la resistencia al desgaste
por lavado.

Industria de la construcción. Pinturas NMX-C-454 ONNCCE
Determinación de la densidad absoluta en
pinturas. Métodos de ensayo

Sistemas de protección anticorrosiva a base NRF-053-PEMEX PEMEX
de recubrimientos para instalaciones
superficiales

Sistemas de recubrimientos anticorrosivos NRF-295-PEMEX PEMEX
para instalaciones superficiales de
plataformas marinas de Pemex Exploración y
Producción

Muestreo por atributos NMX-Z-12 SECOFI

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Las pinturas anticorrosivas deben cumplir con las características físicas indicadas en la Tabla 1.

C.02. De acuerdo con las condiciones de exposición, el ambiente o servicio que debe resistir el recubrimiento, se tienen:

- a. Ambiente seco
- b. Ambiente húmedo
- c. Ambiente húmedo con salinidad y gases derivados de azufre, monóxido y bióxido de carbono

- d. Ambiente ácido
- e. Ambiente alcalino

Otros

Temperaturas desde 213 K, hasta 533 K (- 60° C, hasta 260° C)

C.03. Con relación a la durabilidad de las pinturas anticorrosivas, ésta puede ser:

- a. Baja. De 2 a 5 años
- b. Media. De 5 a 15 años
- c. De 15 años en adelante

C.04. Polímero de hule líquido para protección de superficies expuestas a ambientes agresivos, con corrosión severa. Este recubrimiento puede usarse en estructuras metálicas, tuberías y equipos de proceso, entre otras instalaciones; y además debe cumplir con las siguientes características de calidad:

- a. Temperatura de servicio: desde 213 K, hasta 453 K (-60° C, hasta 180° C)
- b. Flexibilidad: 100%
- c. Cumplir con las regulaciones de los compuestos volátiles orgánicos (VOCs) máximos 2g/kg; ó 3g/L
- d. No debe presentar desprendimiento catódico
- e. No debe fracturarse ni agrietarse en presencia de temperaturas señaladas en el párrafo C.04.a., de este capítulo.
- f. Resistencia al impacto, rasgado, abrasión, choque térmico, rayos ultravioleta, resistencia a ambientes hostiles como sales, álcalis, ácidos; demostrada mediante resultados de pruebas realizadas por laboratorios acreditados ante la entidad de acreditación autorizada.
- g. Debe contar con propiedad dieléctrica, ser un producto estabilizado químicamente, no inflamable, inerte, amorfo, no cristalizarse y aplicarse fácilmente en forma manual con brocha o rodillo, o por aspersion con equipo.
- h. Debe ser compatible con otros sistemas de recubrimiento anticorrosivo.

Adherencia: 0,06 MPa (0,61 kgf/cm²)

Elongación: mayor que 400%

Densidad: 0,80-0,85 g/cm³

Cantidad de sólidos: $70 \pm 2\%$

Punto de inflamación: 533 K (260° C)

- C.05. El producto anticorrosivo polímero de hule sólido, además de lo señalado en el inciso C.04, (excepto aquello que se especifique puntualmente en este subinciso), debe cumplir:
- a. La calidad de este producto, debe permitir emplearse en la protección de bridas, espárragos, vástagos de válvulas, piezas especiales de acero, concreto, entre otros.
 - b. Debe permitir una elongación del 400% mínimo
 - c. Su densidad puede variar entre 2,1 y 2,2 kg/decímetro cúbico
 - d. El espesor de aplicación, debe ser según se requiera
 - e. La maleabilidad debe ser una característica permanente.
 - f. La cantidad de sólidos debe ser del 100%
 - g. La adherencia no debe presentarse, ya que debe permitir retirarlo de la pieza metálica ya cubierta con este producto y volverlo a colocar sin que sufra deterioro su maleabilidad.
- C.06. En ningún caso se deben aceptar pinturas en cuya composición intervengan componentes tóxicos tales como óxido de plomo o cromato de plomo y cadmio.
- C.07. Todas las pinturas deben envasarse en recipientes que no sean atacados por aquellas. La pintura envasada debe estar plenamente identificada con la marca y nombre del fabricante, la expresión de "Hecho en México" o país de procedencia, número o clave que indique el lote fabricado para su rastreabilidad, color, fecha de fabricación y tiempo de caducidad así como las instrucciones para su aplicación.
- C.08. Las pinturas se deben almacenar a cubierto, desde el proveedor hasta la utilización en obra en lugares donde no estén expuestas a flama, altas temperaturas o ácidos. El tiempo de almacenaje debe estar escrito en la etiqueta y el ambiente en que debe conservarse.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

- D.01. De cada lote de 400 litros o fracción, se debe obtener una muestra de un litro que se formará de un tanto igual de entre 20 unidades que conforman los 400 litros.
- D.02. La forma y procedimiento para elegir 20 unidades de las que se tomarán cantidades iguales de pintura para formar el litro muestra, será tal que garantice el que ese litro sea representativo de los 400 litros, para lo cual se recurrirá al método estadístico recomendado en el capítulo 4.01.01.001 de estas Normas, o lo establecido en la Norma NMX Z-12, indicada en la cláusula B de Referencias.
- D.03. Las muestras de un litro obtenidas como se indica en los sub incisos D.01 y D.02, deben someterse a las pruebas indicadas en la cláusula B, para verificar el cumplimiento de los requisitos indicados en esta Norma.
- D.04. Para determinar las características físicas de las pinturas anticorrosivas, indicadas en la Tabla 1, deben someterse a las pruebas correspondientes, cuyos métodos de ejecución se describen en las Normas Mexicanas y en las normas PEMEX, relacionadas en la cláusula B de Referencias.
- D.05. Las pruebas químicas de inmersión se deben llevar a cabo con los reactivos y en las condiciones que se indican a continuación:



CIUDAD DE MÉXICO

Vigente a partir del 20-04-2015

028-011

TABLA 1 de las pinturas anticorrosivas

Características	PRIMARIO DE CROMATO DE ZINC		PRIMARIO DE ZINC 100% INORGÁNICO POSCURADO		PRIMARIO DE ZINC 100% INORGÁNICO AUTOCURANTE		PRIMARIO BASE SOLVENTE		PRIMARIO ALQUITRÁN HULLA, EPÓXICA CATALIZADO A y B		PRIMARIO EPÓXICO CATALIZADO		PRIMARIO VINIL EPÓXICO MODIFICADO		RECUBRIMIENTO ALTAS TEMPERATURAS TIPO A		RECUBRIMIENTO ALTAS TEMPERATURAS TIPO B	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
1. Tiempo de secado (en horas)																		
Al tacto	4	8	--	2	--	2	--	20	--	4	--	1	--	1,5	--	6	--	--
Duro	--	24	--	4	--	4	--	2	--	24	--	24	--	4	--	24	--	--
423 K (150° C)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	16
478 K (205° C)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5
533 K (260° C)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1
288 K- 811 K (215°C - 538° C)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<1
2. Estabilidad																		
Envase cerrado (horas)	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	24	--	24	--	24	--
Almacenamiento (días)	180	--	365	--	365	--	270	--	180	--	365	--	180	--	180	--	180	--
3. Flexibilidad y adherencia																		
Doblado en mandril cónico	pasa	--	--	--	--	--	--	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--
Lámina pintada	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--
4. Intemperímetro (weather -O-Meter)																		
Ciclo 102/18 (mín) (horas)	300	--	700	--	700	--	700	--	500	--	500	--	200	--	--	---	--	--
5. Gabinete salino (horas)	--	--	600	--	500	--	500	--	500	--	300	--	--	--	--	--	--	--
6. Densidad (g/cm³)																		
Componente epóxico (equivalente epóxico 230-280)	1,1	1,3	3,1	3,5	3,3	3,7	2,5	2,8	--	--	--	--	--	--	0,93	--	1,0	--
Componente amínico o poliamínico - como primario	--	--	--	--	--	--	--	--	1,4	1,6	1,35	--	--	--	--	--	--	--
- como enlace	--	--	--	--	--	--	--	--	0,90	0,95	0,9	--	--	1,12	--	--	--	--
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,00	--	--	--	--	--
7. Viscosidad Brookfield LV(en centipoises)																		
Copa Ford No. 4 (seg)	300	500	18	30	18	30	35	50	3500	6500	650	--	600	1200	17	--	27	--
8. Color según catálogo																		
a) primario	**	100	--	--	--	--	--	--	Negro	001	--	--	**	100	--	Alu	--	Alu
b) enlace	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	**	100	--	--	--	--
	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	O al	Gris506	--	--	--	--
9. Finura o fineza (unidades Hegman)	5	--	1	3	1	3	1,5	3	--	--	3	--	3	--	2	--	2	--
10. Retenido en malla 0,045 (No .325) en % (componente epóxico)	--	1,5	--	2	--	2	--	2	--	5	--	3	--	1,5	--	1,5	--	0,1
11. Apariencia y aplicación (por aspersión)	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--	pasa	--
12. Poder cubriente (m²/1)	16	--	25	--	25	--	25	--	--	--	15	--	16	--	27	--	27	--
Prueba especial: resistencia al calor a 533 K (260° C) constantes	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Pasa**
13. curado	--	--	pasa	--	Pasa	--	pasa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

* Aplicación con brocha de pelo

** Semejante al rojo

***Resistencia a 779 K (506° C)

Nota : No se acepta en caso alguno el suministro y aplicación de pinturas en cuya composición intervengan componentes tóxicos como sales de plomo y cadmio (Oficio circular OM-0548/95 del 7-IV-95 del Oficial Mayor del D.F.)

D.06. Para todo tipo de pintura, al término de las pruebas y después de dos horas de recuperación, el recubrimiento no debe mostrar ablandamiento, (excepto el recubrimiento polimérico de hule sólido, que debe permanecer maleable), ampollamiento, agrietamiento o pérdida de adhesión.

Los reactivos y las condiciones de temperatura y tiempo, para los diversos tipos de pintura serán los siguientes:

a. Primario de cromato de zinc.

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Agua destilad	Ambiente	24 horas

Las pruebas químicas se deben efectuar después de 24 horas de secado duro del recubrimiento.

b. Primario de zinc 100% inorgánico tipo post curado.

REACTIVO	TEMPERATURA	TIEMPO
Agua dulce	293 K (20° C)	30 días
Agua de mar	299 K (26° C)	30 días
Metil isobutil cetona	293 K (20° C)	30 días

Las pruebas químicas se deben efectuar después de 48 horas de curado el recubrimiento.

Primario de zinc 100% inorgánico, tipo auto curante con base acuosa o solvente.

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Agua dulce	293 K (20° C)	30 días
Agua de mar	299 K (26° C)	30 días
Metil isobutil cetona	293 K (20° C)	30 días
Tolueno	293 K (20° C)	30 días
Acetato de etilo	293 K (20° C)	30 días
Gasolina dulce	293 K (20° C)	30 días

Las pruebas químicas se deben efectuar después de 48 horas de curado el recubrimiento.

d. Primario de alquitrán de hulla-epóxica catalizado; tipos A y B.

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Crudo	321 K (48° C)	30 días
Agua destilada	333 K (60° C)	30 días
Ácido sulfúrico (Solución 30%)	Ambiente	30 días
Agua (3% de NaCl)	Ambiente	30 días

Las pruebas químicas se deben efectuar después de 7 días de aplicado el recubrimiento.

e. Primario epóxico catalizado.

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Agua dulce	Ambiente	14 días
Gasolina dulce	Ambiente	14 días
NaCl al 20%	Ambiente	14 días

Las pruebas químicas se deben efectuar después de 7 días de aplicado el recubrimiento.

f. Primario vinil epóxico modificado (solamente como primario)

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Hipoclorito de sodio	333 K (60° C)	7 días
Sosa cáustica 5%	333 K (60° C)	7 días
Agua destilada	333 K (45° C)	7 días
Alcohol etílico	Ambiente	7 días
Amoníaco	Ambiente	7 días

Las pruebas químicas de los productos anticorrosivos se deben efectuar después de 72 horas de aplicado el recubrimiento, excepto en aquellos en que

se especifican en este capítulo tiempos diferentes.

BASES DE ACEPTACIÓN

- E.01. En caso de que las pruebas sobre cada muestra de un litro no resulten satisfactorias, se rechazará el lote de 400 litros, que le es representativo y en caso de que dicho lote hubiese sido llevado a la obra, éste se debe marcar de rechazado y retirarse de ella, con responsabilidad del contratista.
- E.02. Las tolerancias para aceptar o rechazar un lote, se indican en la Tabla 1 del inciso C.01; los productos anticorrosivos de hule líquido o sólido que no cumplan con lo especificado en los incisos C.04 a C.07 de este capítulo, deben ser rechazados.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 029 PINTURAS PARA ACABADOS

DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

- A.01. Producto pigmentado que sirve para recubrir una superficie con fines decorativos o de protección.
- A.02. Las pinturas de acabados se clasifican en función del terminado que proporcionan, su resistencia al medio ambiente y protección a las superficies cubiertas en:

Acabado esmalte alquidálico brillante.- Es duro, brillante con buena flexibilidad, adherencia y humectación; resistente a la intemperie con buena retención de color y brillo; no resisten ácidos, álcalis ni solventes; se utiliza preferentemente en ambientes secos y húmedos sin salinidad.

Acabado epóxico catalizado.- Proporciona un acabado brillante duro y con una resistencia excelente a las condiciones de exposición en ambiente, húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre y ambiente marino.

Acabado vinílico de altos sólidos.- Forma una película mate, dura, de alta resistencia a las condiciones de exposición en ambiente, húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre y exposición al agua dulce.

Acabado fenólico de aluminio. - Es un acabado brillante, con muy buen poder de reflexión del calor, se emplea en ambientes secos y húmedos sin salinidad.

Acabado epóxico catalizado de altos sólidos.- Proporciona un acabado duro y con una resistencia excelente a las condiciones de exposición en ambiente, húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre, a la inmersión continua en destilados sin tratar, agua potable e interior de tanques.

Acabado epóxico catalizado para turbosina.- Proporciona un acabado duro y con una resistencia excelente a la inmersión continua en turbosina.

Acabado anti vegetativo.

Tipo A.- Proporciona un acabado duro, de textura, con excelentes propiedades tóxicas que impiden el desarrollo de organismos en superficies de inmersión continua en agua.

Tipo B.- Proporciona excelentes propiedades de adhesión sobre cualquier tipo de superficie, por su propiedad tóxica impide el desarrollo de organismos durante períodos de 18 meses en superficies de inmersión continua en agua.

Acabado vinil - acrílico.- Es semi brillante, con excelente retención del color a la intemperie, es resistente a los ambientes húmedos con o sin salinidad, a la inmersión continua en agua salada y a salpicaduras de ácidos y álcalis. No resiste solventes aromáticos, tales como benceno, tolueno o xileno.

Esmalte alquidálico para tambores.- Proporciona un recubrimiento con buenas propiedades de resistencia a salpicaduras de derivados básicos del petróleo.

Pintura alquidálica con hule clorado y pintura acrílica base agua.- Estas pinturas se utilizan para el señalamiento de tránsito en superficies asfálticas y de concreto hidráulico.

Pintura "antigrafitti".- Proporciona un acabado blanco o transparente, con o sin brillo y se emplea en inmuebles cuyas superficies requieren estar protegidas mediante el rechazo de la aplicación sobre dichas superficies, de otros tipos de pinturas.

Pintura fotocatalítica.- Producto pigmentado aplicado sobre superficies capaz de producir una fotocatálisis o reacción fotoquímica que convierte la energía de la luz (natural o artificial) en energía química sobre un catalizador o material semiconductor contenido en la pintura que acelera la reacción, generando el proceso de oxidación que descompone las sustancias contaminantes y que son eliminados de las superficies mediante el intemperismo (viento, lluvia, etc.).

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad que deben cumplir las pinturas de acabados que sean aplicadas sobre las superficies de las instalaciones a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal.

REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01 Este capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Pinturas látex. Especificaciones y métodos de prueba	NMX-C-423	ONNCCE
Método de prueba para determinar la nivelación de pinturas	NMX-C-424	ONNCCE
Determinación de materia no volátil y volátiles totales en pinturas	NMX-C-425	ONNCCE
Determinación del contenido de pigmento y del contenido de vehículo en pinturas	NMX-C-426	ONNCCE
Determinación del tiempo de secado al tacto y tiempo de secado duro de los recubrimientos para protección anticorrosiva	NMX-C-427	ONNCCE
Determinación del poder cubriente relativo en recubrimientos para protección anticorrosiva	NMX-C-428	ONNCCE
Determinación de la resistencia al desgaste por lavado	NMX-C-429	ONNCCE
Pintura alquidámica para señalamiento horizontal. Especificaciones y métodos de prueba.	NMX-C-451	ONNCCE
Determinación del tiempo de secado de las pinturas para señalamiento horizontal. Método de prueba	NMX-C-452	ONNCCE
Determinación de la flexibilidad en pinturas para señalamiento horizontal. Método de prueba	NMX-C-453	ONNCCE
Determinación de la densidad absoluta de pinturas. Método de prueba	NMX-C-454	ONNCCE
Determinación de la viscosidad empleando vigente a partir del 15-julio-2016	NMX-C-455	ONNCCE 029-04

el viscosímetro stormer en pinturas para señalamiento horizontal. Método de prueba

Determinación del grado de molienda en los pigmentos	NMX- U -027	SECOFI
Determinación de la resistencia a la abrasión de pinturas para señalamiento horizontal.	NMX-C-457	ONNCCE
Materiales fotocatalíticos. Métodos de prueba para la evaluación de la actividad superficial.	NMX-C-516	ONNCCE
Determinación del hule clorado y de la resina en pinturas para señalamiento de tránsito	NMX- U -029	SECOFI
Determinación del contenido de pigmentos amarillos y anaranjados de cromo	NMX- U -030	SECOFI
Determinación de la resistencia al intemperismo acelerado	NMX- U -032	SECOFI
Determinación de la elongación en recubrimientos para protección anticorrosiva	NMX- U -033	SECOFI
Determinación de adherencia en recubrimiento para protección anticorrosiva	NMX- U -034	SECOFI
Determinación de la presencia de brea en recubrimientos para protección anticorrosiva	NMX- U -036	SECOFI
Determinación de la viscosidad mediante el viscosímetro de copa Ford	NMX- U -037	SECOFI
Determinación de la viscosidad mediante el viscosímetro Brookfield	NMX- U -038	SECOFI
Muestreo	NMX- U -040	SECOFI
Inspección por muestreo, examen y preparación de muestras	NMX- U -041	SECOFI
Muestreo de materias primas	NMX- U -042	SECOFI
Determinación anhídrido itálico en resinas alquidálicas	NMX- U -044	SECOFI
Determinación de la compatibilidad del producto con la superficie que se va a pintar	NMX- U -045	SECOFI

Análisis del pigmento extraído del cromato de zinc-óxido de hierro	NMX- U -049	SECOFI
Determinación del contenido de ácidos grasos	NMX- U -062	SECOFI
Determinación de resinas vinílicas	NMX- U -071	SECOFI
Determinación de la resistencia al impacto	NMX- U-086	SECOFI
Determinación de la eflorescencia del sustrato	NMX-U-089	SECOFI
Determinación de la dureza total y superficial de la película	NMX-U-090	SECOFI
Determinación del hule clorado	NMX-U-094	SECOFI
Determinación de la resistencia a la intemperie de pinturas sobre paneles de acero	NMX-U-098	SECOFI
Acabado a base de poliuretano de dos componentes	NMX-U-100	SECOFI
Pinturas	VIII.15	S.C.T.
Pinturas, muestreo y pruebas	IX.16	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Pinturas anticorrosivas	4.01.02.028	G.D.F.
Método que establece los procedimientos de evaluación de capas de película en sustratos metálicos al aplicar una cinta sensible a la presión sobre los cortes hechos en la muestra. Se realiza un cuadrículado con el cual se observa el desprendimiento del recubrimiento.	D3359	ASTM
Método que determina el procedimiento para quitar la suciedad en una película seca, al lavarla con limpiadores abrasivos o no abrasivos. Este método se limita a capas que dan un reflejo de 60 % o más.	D3450	ASTM

REQUISITOS DE CALIDAD

- C.01 Las pinturas definidas en A.02.a., hasta A.02.h., deben cumplir con los requisitos físicos indicados en la Tabla 1. y las pinturas "antigrafitti" con lo establecido en la Tabla 8; las demás con cada especificación establecida en cada uno de los incisos y en las Bases de Aceptación de este capítulo.



CIUDAD DE MÉXICO

Características	Acabado esmalte alquidálico con brillantez		Acabado epóxico Catalizado		Acabado vinílico altos sólidos		Acabado fenólico de aluminio		Acabado epóxico catalizado altos sólidos		Acabado epóxico catalizado para turbosina		Acabado antivegetativo "A"		Acabado antivegetativo "B"		Acabado vinil acrílico		Esmalte alquidálico para tambores		Pintura alquidálica con hule dorado				Acrílico base agua para señalamiento de tránsito				
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
Tiempo de secado Al tacto (horas)	----	4	1	4	----	½	----	4	----	1	----	1	----	1	----	1	----	½	----	½	1/10	----	1/10	----	1/10	----	1/10	----	
Duro (horas)	----	24	*	24	----	4	----	12	----	24	----	24	----	24	----	24	----	4	----	24	----	----	----	----	----	----	----		
Sin levantarse al rodamiento (horas)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	½	----	½	----	1/2	----	1/2	
Estabilidad Envase cerrado (horas)	48	----	----	----	48	----	24	----	----	----	----	24	----	24	----	24	----	48	----	48	----	----	----	----	----	180	----		
Almacenamiento (días)	180	----	180	----	180	----	180	----	365	----	365	----	180	1802	----	180	----	180	----	180	----	180	----	180	----	180	----	180	
Flexibilidad y adherencia Doblado en mandril cónico	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	
Lamina pintada	----	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	
Interperímetro (Weather-O-Meter) ciclo 102/18 (min) duración horas	200	----	500	----	500	----	200	----	500	----	500	----	----	----	----	----	500	----	200	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
Gabinete salino (horas)	100	----	300	----	300	----	----	----	300	----	300	----	----	----	----	----	50	----	100	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
Densidad (g/cm ³)	0.90	1.250	----	----	1.4	----	0.92	0.97	1.35	----	1.35	----	1.71	1.725	1.05	----	0.90	1.2	0.90	1.250	1.40	----	1.45	----	1.40	----	1.40	----	
Componente epóxico	----	----	1.0	1.4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
Componente poliamídico	----	----	0.89	0.94	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
Viscosidad Brookfield LV (centipoises)	300	900	300	1000	900	3000	***	54	----	900	3000	900	3000	400	100	200	450	1500	2200	300	900	70++	75++	70++	75++	70++	----	70++	
Color	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Finura o fineza (Unidad Hegman)	6.0	----	5	----	5	----	2	----	5	----	5	----	5	----	5	----	5	----	6	----	2.5	----	2.5	----	2.5	----	2.5	----	
Retenido (%) en malla 4.045 (No. 325)	----	1.0	----	2.0	----	2	----	0.1	----	2	----	2	----	2	----	2	----	2	----	1.0	----	1	----	1	----	1	----	1	
Apariencia y aplicación	**	----	***	----	***	----	**	----	***	----	***	----	***	----	***	----	***	----	***	----	Según color	----	----	----	----	----	----	----	
Poder cubriente(m ² /l)	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	pasa	----	16	----	16	----	16	----	16	----	
Prueba especial: velocidad de disolución de tóxico en agua de mar en microorganismos/cm/día	16	----	16	----	16	----	16	----	16	----	16	----	16	----	16	----	16	----	16	----	16	----	16	----	16	----	16	----	16
Resistencia a la abrasión (kg/mm)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	200	----	200	----	200	----	200	----	
Reflectancia direccional (%)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	80	----	80	----	80	----	80	----	
Brillo a 20° y 60°	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0	3	0	3	0	3	0	3	

* Ver inciso C.03

** Aspersión o brocha de pelo

*** en copa Ford No. 4 (seg)

+ A 25°

++ En unidades Krebs

+++ Aspersión

° Ver inciso D.04 de esta norma

°° Ver inciso D.05 de esta norma

TABLA 1

Características de las pinturas anticorrosivas

Nota: No se acepta en caso alguno el suministro y aplicación de pinturas en cuya composición intervengan componentes tóxicos como sales de plomo y cadmio (Oficio circular OM-0548/95 del 7-IV-95 del Oficial Mayor del D.F.)

vigente a partir del 15-julio-2016

029-07

- C.02. Las pinturas de acabado deben cumplir con los requisitos de composición química (pigmentos, vehículos, material volátil, agua libre y compatibilidad), que se indican en las Normas Mexicanas (NMX) respectivas.
- C.03. En ningún caso se deben aceptar pinturas en cuya composición intervengan componentes tóxicos tales como óxido de plomo o cromato de plomo y cadmio.
- C.04. El color debe ser según determine el proyecto y acorde con los fabricantes de los diferentes tipos de pinturas a usar.
- C.05. Todas las pinturas deben envasarse en recipientes que no sean atacados por aquellas. La pintura envasada debe estar plenamente identificada con número o clave que indique el lote fabricado, color, fecha de fabricación y tiempo de caducidad, así como las instrucciones para su aplicación.
- C.06. Las pinturas se deben almacenar siempre a cubierto, en lugares ventilados, donde no estén expuestas a flama, ácidos, o altas temperaturas.
- C.07. La pintura "antigrafitti" debe cumplir los siguientes requisitos:

Su apariencia sobre la superficie cubierta puede ser con acabado transparente o de color, con brillo o semi mate.

No deben cambiar sus características de transparencia, ni su tonalidad; es decir, no debe oscurecerse, ni "amarillarse" en un tiempo no menor de 24 meses.

El tiempo de secado debe estar acorde a lo que se establece en la Tabla 7.

Debe ser elaborada con materia prima que tenga alto desarrollo de resistencia al intemperismo, a ambientes industriales y húmedos salinos.

Las propiedades de una mezcla una vez agregado el catalizador, debe ser de acuerdo con lo establecido en la Tabla 7.

La superficie donde haya sido aplicada la pintura "antigrafitti", debe rechazar cualquier pintura colocada 48 horas después.

La pintura "antigrafitti" debe ser biodegradable y resistir sin deterioro un mínimo de 10 lavadas con agua o agua y jabón neutro.

- C.08. Las pinturas de acabado o de "antigrafitti" deben tener impreso en su envase en forma indeleble, cuando menos lo siguiente:

Marca registrada

El tipo de pintura, sea de látex, esmalte o antigrafitti.

Características de la pintura.

Color, brillo o mate.
La designación de "Hecho en México" o país de procedencia.
Lote.
Fecha de fabricación.
Tipo y cantidad de disolvente a emplear.
Indicaciones de uso.
Tiempo de secado.
Instrucciones de mezclado para el caso de que requiera catalizador.
Instrucciones de almacenamiento y estiba.
Tiempo que puede durar almacenada en buen estado.

C.09.- Las pinturas fotocatalíticas por sus características deben ser productos para ser utilizados sobre las superficies de muros y losas de las edificaciones a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal como revestimientos atóxicos, los cuales deben tener propiedades de inorganicidad cuando menos del 95 % y además:

- a. Eliminar la contaminación del aire, del interior y exterior de las edificaciones.
- b. Eliminar los compuestos orgánicos volátiles (COVs), procedentes de productos como disolventes, fungicidas y combustión
- c. Evitar la aparición de moho, o musgo.
- d. Evitar la suciedad sobre las superficies de muros y plafones.
- e. Actuar como desinfectante y desodorante en edificaciones.
- f. Esterilizar, destruyendo las bacterias.
- g. Reducir el riesgo de la propagación de infecciones del tipo respiratorio.

C.10. La pintura fotocatalítica por su propiedad anti bacterial, debe estar diseñada para ser aplicada sobre cualquier superficie tal como concreto, yeso, block, tabique, tabicón, teja, piedra, entre otros materiales; que permita eliminar moho, algas y otros microorganismos, y además, que el semiconductor al recibir radiación solar genere oxidantes capaces de reaccionar con la materia orgánica y degradarla produciendo además una purificación del aire. Adicionalmente debe tener un índice de reflectancia solar (SRI), cuando menos de 110.

C.11. El procedimiento para determinar la actividad fotocatalítica de superficies en un medio acuoso por la degradación de azul de metileno de acuerdo con lo especificado por la ISO 10678: 2010, consiste en someter una muestra del producto durante tres horas expuesta a luz ultravioleta y conocer el resultado de la foto degradación, cuyos valores se observan en la Tabla 2.

TABLA 2 Datos correspondientes a la evaluación de la foto degradación

t_m	T K(°C)	$A_{\lambda,irr}$	$A_{\lambda,osc}$	$A_{\lambda,MB}$	E, E_{ay} mol/m ² h	$E_p, E_{p,av}$ mol/m ² h	R_{irr} mol/m ² h	R_{osc} mol/m ² h	R_{MB} mol/m ² h	ζ_{MB} %
0	294 (21)	0,731	0,768	0,713	10	0,11	-	-	-	-
20	296 (23)	0,606	0,7265	0,649	10	0,11	$6,73 \times 10^{-7}$	$1,36 \times 10^{-5}$	$3,46 \times 10^{-6}$	0,012
40	295(22)	0,530	0,7195	0,627	10	0,11	$4,13 \times 10^{-7}$	$2,22 \times 10^{-6}$	$-2,38 \times 10^{-6}$	0,002
60	296 (23)	0,447	0,7145	0,613	10	0,11	$4,46 \times 10^{-7}$	$1,64 \times 10^{-6}$	$1,51 \times 10^{-6}$	0,001
80	297 (24)	0,349	0,7145	0,600	10	0,11	$5,30 \times 10^{-7}$	0	$1,40 \times 10^{-6}$	-0,0005
100	297 (24)	0,261	0,7145	0,587	10	0,11	$4,78 \times 10^{-7}$	0	$1,40 \times 10^{-6}$	-0,0004
120	298 (25)	0,180	0,7145	0,572	10	0,11	$4,38 \times 10^{-7}$	0	0	-0,0004
140	298 (25)	0,128	0,7145	0,554	10	0,11	$2,78 \times 10^{-7}$	0	0	-0,0002
160	298 (25)	0,089	0,7145	0,544	10	0,11	$2,13 \times 10^{-7}$	0	-1,08E-06	-0,0002
180	297 (24)	0,066	0,7145	0,520	10	0,11	$1,22 \times 10^{-7}$	0	0	-0,0001

Donde:

T_m = Tiempo medio

T = Temperatura

$A_{\lambda,irr}$ = Valor de la absorbancia con luz

$A_{\lambda,osc}$ = Valor de la absorbancia sin luz

$A_{\lambda,MB}$ = Valor de la absorbancia-foto actividad

E, E_{ay} = Valor de intensidad de irradiación UV

$E_p, E_{p,AV}$ = Valor de intensidad de irradiación promedio

R_{irr} = Velocidad de degradación específica con luz

R_{osc} = Velocidad de degradación específica sin luz

R_{MB} = Velocidad de degradación específica-foto actividad

= Eficiencia fototónica o porcentaje de foto

actividad UV = Luz ultravioleta

h = Constante de Planck

A_{λ} = Absorbancia

A_{irr} = Área irradiada

= Longitud de onda

E = Intensidad de irradiación UV

Eav = Intensidad de irradiación promedio

R = Velocidad de degradación específica

P_{MB} = Foto actividad específica

P = Concentración de bacterias (células/ml)

E_P = Intensidad de irradiación UV fototónica

MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. De cada lote de 400 litros o fracción, se debe obtener una muestra de un litro, formada de tomar cantidades iguales de entre 20 unidades de las que conforman el lote.

Las 20 unidades deben elegirse de manera aleatoria de entre las que conforman el lote, siguiendo el procedimiento estadístico que garantice la representatividad de la muestra con respecto del lote.

D.02. En el caso de que los 400 litros estén contenidos en 2 recipientes, (de 200 litros cada uno) se deben extraer un litro de cada uno, después de mezclarlos se debe obtener la muestra.

D.03. Las muestras así obtenidas se deben someter a las pruebas y análisis especificados en las normas indicadas en la cláusula B de Referencias de este capítulo para verificar sus condiciones de calidad.

D.04 En la prueba de reflectancia direccional, la pintura no debe obscurecerse en la prueba de resistencia a la luz.

D.05. Para la determinación del brillo se debe proceder como se indica a continuación:

Esta prueba se logra con un aparato medidor de brillo de acuerdo al patrón. Se coloca el aparato a 20° o a 60° sobre la muestra a verificar; el brillo obtenido debe ser el señalado en la Tabla 1.

Aparatos y equipos.

Paneles de lámina de acero calibre 22, con dimensiones de 30 cm X 30 cm.

Aplicador de película.

Medidor de espesor de película seca.
 Aparato medidor de brillo Gardner (20° y 60°).

D.06. Las pruebas de inmersión para determinar la resistencia de las pinturas a los compuestos químicos se indican a continuación, para cada tipo de pintura.

En todos los casos, al término de las pruebas y después de dos horas de recuperación, el recubrimiento no debe mostrar ablandamiento, ampollamiento, agrietamiento o pérdida de adhesión.

Los reactivos y las condiciones de temperatura y tiempo, para los diversos tipos de pinturas, son los siguientes:

a. Esmalte alquidálico brillante

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Agua destilada	Ambiente	24 horas

Las pruebas químicas se deben efectuar después de 7 días de aplicado el recubrimiento y secado al aire.

Acabado epóxico catalizado.

TABLA 3 Resistencia de las pinturas de acabado a compuestos químicos.

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Agua dulce	Ambiente	14 días
Gasolinas	Ambiente	14 días
Cloruro de sodio al 20 %	Ambiente	14 días
Hidróxido de sodio al 15 %	Ambiente	14 días
Ácido clorhídrico al 18 % (se acepta ligera decoloración en los colores claros)	Ambiente	14 días

NOTAS:

Los pigmentos no deben tener derivados de plomo.

Los colores pastel y blanco deben tener como base un pigmento de bióxido de titanio.

No debe solicitarse en color aluminio.

Las pruebas químicas se deben efectuar después de siete días de

aplicado el recubrimiento.

Acabado vinílico de altos sólidos.

TABLA 4 Resistencia de la pintura de acabado a compuestos químicos.

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Hipoclorito de sodio al 5 %	Ambiente	7 días
Ácido clorhídrico al 5 %	Ambiente	7 días
Agua destilada	Ambiente	7 días
Alcohol etílico	Ambiente	7 días
Hidróxido de sodio al 5 %	333 K (60° C)	7 días
Hidróxido de amonio concentrado	Ambiente	7 días

Las pruebas químicas se deben efectuar después de 48 horas de la aplicación del recubrimiento.

d. Acabado fenólico de aluminio.

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Agua destilada	333 K (60°C) Índice de acidez 7 a 10 (% s/masa)	7 días

Las pruebas químicas se deben efectuar después de 24 horas de aplicado el recubrimiento.

e. Acabado epóxico catalizado de altos sólidos.

TABLA 5 Resistencia de la pintura de acabado a compuestos químicos.

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Ácido clorhídrico al 5 %	Ambiente	7 días
Hipoclorito de sodio al 5 %	Ambiente	7 días
Sosa cáustica al 5 %	333 K (60° C)	7 días
Agua destilada	333 K (60° C)	7 días
Gasolina sin tratar (amargos)	333 K (60° C)	7 días
Keroseno sin tratar (amarga)	333 K (60° C)	7 días

Las pruebas químicas deben efectuarse después de 7 días de aplicado el recubrimiento.

Acabado epóxico para turbosina.

TABLA 6 Resistencia de la pintura de acabado a los compuestos químicos.

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Turbosina	Ambiente	7 días
Turbosina +5% de xileno	Ambiente	7 días
Ácido clorhídrico al 5%	Ambiente	7 días
Sosa cáustica al 5%	333 K (60° C)	7 días
Agua destilada	333 K (60° C)	7 días

Las pruebas químicas deben efectuarse después de 7 días de aplicado el recubrimiento.

Acabado vinil-acrílico.

TABLA 7. Resistencia de la pintura de acabado a los compuestos químicos

Reactivo	Temperatura	Tiempo
Keroseno	Ambiente	7 días
Gasolinas	Ambiente	7 días

Las pruebas químicas deben efectuarse después de 24 horas de aplicado el recubrimiento.

- D.07. La determinación del agua no combinada en la pintura alquídica con hule clorado debe hacerse mediante la destilación de la muestra con la adición de tolueno químicamente puro como disolvente.

Los equipos y utensilios para efectuar la prueba serán:

Trampa de vidrio para agua con capacidad en la parte inferior de 10 ml, graduados en 0.1 ml y con diámetro interior de 15 a 16 mm.

Condensador de vidrio para reflujo de 40 mm de longitud, cuyo tubo interno tenga un diámetro interior de 12 a 16 mm.

Matraz Elenmeyer de 30 ml de capacidad.

Baño de aceite con control de temperatura.

- D.08 Respecto a las pruebas a las que se debe someter la pintura antigraffiti, los valores promedio resultado del muestreo indicado en D.01 deben ser como

se establece en la Tabla 7

TABLA 8 Características de la calidad de pintura "antigrafitti".

Características	Acabado	Blanco	Acabado	Transparente	Método
Tiempo de secado (catalizado)	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	NMX-U-031
Tacto	10 min.	20 min.	10 min.	20 min.	
Duro	175 min.	190 min.	175 min.	90 min.	
Fineza (Hegman)	6	7	7	7	NMX-U-027
Ciclos de lavado con agua o agua y jabón neutro	10	12	10	12	ASTM D 3450
Almacenamiento	120 Días		120 Días		
Flexibilidad	Pasa (24 horas)		Pasa (24 horas)		ASTM D 1737
Adherencia	Pasa (24 horas)		Pasa (24 horas)		ASTM D 3359
Densidad	1,16g/cm ³		0,974 g/cm ³		NMX-U-024
Viscosidad Brookfield	120 cps		100 cps		NMX-U-038
Poder cubriente	10,82 m ² /L		10,82 m ² /L		Cryptometer
Intemperismo con lámpara 340B 102 horas UV(1)	102 horas UV		18 horas		NMX-U-032
PH	6		6		
Apariencia	Blanca		Transparente		

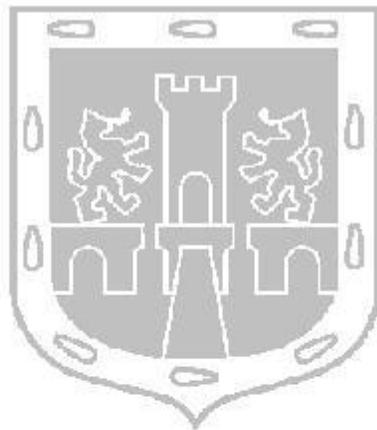
De acuerdo al método establecido en la norma NMX-U-032, se determina este valor mínimo como grado de calidad; sin embargo, la resistencia al intemperismo acelerado mediante la aplicación de rayos ultravioleta, puede lograrse hasta 700 horas sin mostrar alteración alguna

- D.09. Los fabricantes de pinturas de acabados y pinturas antigraffiti deben proporcionar al representante del Gobierno del Distrito Federal el acceso a sus instalaciones de producción, para verificar el cumplimiento de las pruebas señaladas en este capítulo de norma.

BASES DE ACEPTACIÓN

- E.01. Todos los lotes de pintura cuya muestra representativa no cumpla con los requisitos establecidos en este capítulo, serán rechazados; los que deberán marcarse y retirarse en caso de que hubieran sido

llevados a la obra, retiro que debe ejecutarse con la responsabilidad y cargo del contratista.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 030 AZULEJOS

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Pieza delgada de diversas formas, fabricada a base de pasta de caolín (arcilla blanca) con superficie vitrificada en una cara y rugosidad en su reverso para su mejor adherencia con el mortero, empleado como elemento de protección y decoración, en muros y losas.

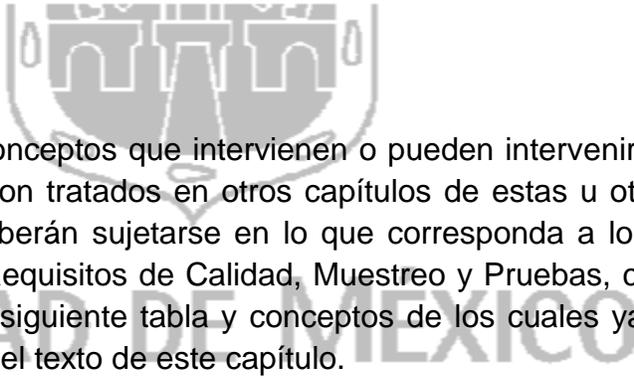
A.02. Los azulejos de caolín se clasifican en dos tipos, con un solo grado de calidad:

Tipo 1.- Seleccionados por su uniformidad de calidad, medidas y tonos de color.

Tipo 2.- Con defectos de fabricación que permiten su utilización normal pero con selección de medidas y mayor tolerancia en los tonos de su color que para el tipo 1.

REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Azulejos de Caolín y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.



CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Azulejos y accesorios para revestimiento	NOM-C-327	SECOFIN
Azulejos de caolín	V-25-13 *	S.C.T.
Azulejos de caolín. Pruebas	V-26-3 a 8 *	S.C.T.
Azulejos de caolín	VIII-10-16 *	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.

*Referida a la edición 1982.

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los azulejos de caolín tratados en esta Norma, deberán cumplir con los requisitos físicos que a continuación se expresan:

En la tabla 1 se indican las características dimensionales más usuales de los azulejos de caolín.

TABLA 1

Largo Mm	Ancho Mm	Espesor mm	Tolerancias en más o en menos mm
110	110	6 a 8	2
120	120	6 a 8	2
150	150	6 a 8	2

Los azulejos de caolín deberán de cumplir con un módulo de ruptura a la flexión comprendido en el rango de 100 a 140 kg/cm².

La altura de caída del martillo indicado en la prueba de impacto, para producir la ruptura, deberá de ser de 4 cm como mínimo.

El desgaste obtenido en 350 revoluciones de la máquina con disco giratorio, cuyas características se señalan en la prueba correspondiente, deberá ser de un milímetro como máximo en un tiempo de cinco minutos.

Absorción de agua.

1. Absorción de agua fría en 24 horas.- La cantidad de agua fría absorbida en un lapso de tiempo de 24 horas, deberá tener un rango de 8 al 18%, como máximo.

2. Absorción de agua en ebullición.- Los azulejos de caolín sumergidos durante 5 horas en agua en ebullición, deberán tener una absorción de 9 a 19%, como máximo.

Los azulejos deberán fabricarse a presión y ser sometidos por lo menos a una cocción a temperatura no menor de 900°C.

Los azulejos deberán tener una superficie vitrificada ya sea mate o brillante, puede ser biselada o de forma cuadrada regular; las esquinas deberán tener ángulos que permitan cubrir perfectamente superficies por el acomodo de las piezas.

La cara opuesta a la superficie vitrificada, será rugosa, para que la adherencia con el mortero sea mejor.

Todas las piezas tendrán por el reverso una marca indeleble que identifique el material con todas sus características, así como el nombre del fabricante

MUESTREO Y PRUEBAS.

D.01. Para las pruebas de resistencia a la flexión, desgaste, impacto y absorción, se deberán escoger por lo menos cinco azulejos de cada 5 000 o fracción y para lotes de entrega mayores, se tomarán 10 azulejos por cada 10 000 piezas o fracción.

- D.02. Los azulejos de la muestra se elegirán al azar de entre los que conforman el lote.
- D.03. Los métodos de prueba empleados para la verificación de los requisitos por cumplir de los azulejos de caolín, se deberán apegar a los lineamientos indicados en las Normas enlistadas en la cláusula B.

BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Salvo que el Departamento autorice requerimientos y tolerancias diferentes a las indicadas, todos los azulejos de caolín como base para ser aceptados, deberán estar dentro de las siguientes tolerancias, las cuales se verificarán según lo enunciado en la cláusula B de esta Norma.

E.02. Tolerancias.

Alabeo.- Los azulejos tendrán una tolerancia en el alabeo del 0.4%

Dimensiones.- Esta tolerancia se indica en la tabla 1.

Acabado de la superficie.- Los azulejos del tipo 2 podrán tener una tolerancia máxima del 5% con respecto a los del tipo 1.

E.03. En caso de que las piezas de la muestra no cumplan con lo indicado en esta Norma, se permitirá un nuevo muestreo para efectuar nuevas pruebas. En caso de que una pieza falle en cualquiera de las pruebas, el lote será rechazado.

LIBRO	4	CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE	01	OBRA CIVIL
SECCIÓN	02	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO	031	RECUBRIMIENTOS CON PELÍCULAS PLÁSTICAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Productos industriales hechos a base de resinas sintéticas, tales como polímeros y copolímeros de vinilo, hule clorado, resinas acrílicas estireneadas, películas de polivinilo butiral y policloruros de vinilo, utilizados en construcción en forma de películas, sin base o soportes para proteger del medio ambiente a las estructuras metálicas, tuberías y otros materiales; asimismo son usados sobre base o soportes, formando láminas decorativas de baja y alta presión para recubrimientos de muros.

A.02. Clasificación.

Recubrimientos sin base o soporte.- Los productos industriales de películas plásticas sin soporte deben tener un solo grado de calidad y su principal empleo en construcción es de recubrimientos en muros como decoración; en otros tipos de presentación se utilizan como protección de estructuras, acabados, concretos, mamposterías, tuberías, etc.

Recubrimientos plásticos sobre base.- Los recubrimientos de películas plásticas sobre bases de tela u otro material, pueden ser laminados de alta o baja presión con texturas y estampados de gran variedad, cuyo principal uso es el de recubrir muros y plafones en los que se requiera resistencia y durabilidad.

REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Recubrimientos con Películas Plásticas y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Métodos de pruebas para la determinación del ancho de películas de plástico	NOM-E-002	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de la densidad relativa de los plásticos	NOM-E-004	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de la resistencia a la tracción y alargamiento en películas de plástico	NOM-E-005	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de resistencia al envejecimiento por calor, de las películas vinílicas con y sin soporte	NOM-E-006	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de flexibilidad en películas vinílicas	NOM-E-007	SECOFIN
Método de prueba para la terminación de la resistencia al desgaste de películas vinílicas	NOM-E-008	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de resistencia a la abrasión de películas vinílicas	NOM-E-009	SECOFIN

Método de prueba para la determinación de la estabilidad dimensional en películas vinílicas	NOM-E-010	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de adherencia del recubrimiento superior de las películas vinílicas	NOM-E-011	SECOFIN
Películas de polivinil butiral	NOM-E-037	SECOFIN
Laminados plásticos decorativos de alta presión	NOM-E-049	SECOFIN
Laminados plásticos decorativos de baja presión	NOM-E-102	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F
Adhesivos	4.01.02.040	D.D.F

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los recubrimientos plásticos deberán cumplir con los siguientes requisitos físicos:

Generales

Las películas no deben sufrir desprendimiento ni deterioros, deben ser resistentes en ambos sentidos y contar con adherencia entre las películas que formen el recubrimiento.

Las películas plásticas deberán ser resistentes al manchado por ácido sulfhídrico, no debiendo cambiar de tono ni amarillarse.

La película no debe presentar exudación, adhesión, separación entre películas, aplanamiento o marcado en el grabado, ni

transparentarse.

La película no debe presentar cambios en el color, brillo, opacidad ni otros defectos superficiales.

Las películas plásticas deben estar libres de defectos superficiales que afecten su buena apariencia, tales como manchas, agrietamiento, puntos y cambios en el recubrimiento.

Las películas con o sin base deben marcarse con caracteres claros e incluir lo siguiente: razón social, marca registrada o símbolo del fabricante; cuando un producto de este tipo se recibe empacado, deberá tener sobre el empaque el nombre y razón social, marca registrada o símbolo del fabricante, número del lote de producción, color, ancho, espesor de película, longitud en metros y peso en kilogramos.

Dimensiones.

Salvo que el Departamento requiera dimensiones mayores, el ancho de las películas plásticas será de 1.20 m.

Los espesores de las películas deberán corresponder con los señalados en la tabla correspondiente de la cláusula E de este capítulo, a menos que el Departamento y/o el proyecto ordene un espesor especial.

Resistencia.

La resistencia mínima a la tracción en ambos sentidos deberá ser de 140 kg/cm²

La elongación en ambos sentidos no deberá ser menor al 275%.

La película plástica a 25 000 ciclos no debe presentar desgaste del grabado, transferencia o borrado del dibujo, agrietamiento o cualquier otro defecto.

Deberá tener una resistencia mínima de 72 kg/cm² al desgarramiento en ambos sentidos.

La película no debe permitir la formación del arco eléctrico, ni carbonizarse, formar burbujas o adquirir brillantez.
Deberá tener un máximo del 1.5% de encogimiento o expansión en dirección transversal al sentido de la máquina.
El alargamiento en el sentido de la máquina no deberá exceder del 3%
Las películas plásticas deberán contar con una dureza de 60 a 93 Shore A.
La densidad relativa de las películas plásticas deberá ser de 1.37 a 1.42.

C.02. Requisitos químicos.- La composición química de las películas plásticas es a base de esteres de polivinilo, resinas sintéticas de polímeros y copolímeros de vinilo, hule clorado, resinas acrílicas estireneadas, con o sin pigmento; son usados sin y con soporte, dando la variedad estos últimos, de laminados decorativos elaborados a altas y bajas presiones.

Debido a su composición, las películas plásticas deben tener una resistencia a los siguientes agentes químicos:

Compuesto Las cantidades de los agentes químicos que pueden ser resistidos por las películas de recubrimiento (en %)

Acido sulfúrico	10
Cloruro de sodio	10
Hidróxido de sodio	10

C.03. Los productos deben almacenarse en áreas adecuadas, sobre elementos que eviten su contacto con el terreno natural, estibados de tal forma que no produzca su deformación previa al empleo y empacados con papel Kraft.

D. MUESTRO Y PRUEBAS

D.01. El tamaño del lote de prueba (muestra), deberá ser en función al tamaño del lote de entrega (compra), según indica en la tabla 1, número que servirá para verificar requisitos de dimensiones, espesor, flexibilidad, impacto, penetración y resistencia a los reactivos.

D.02. La elección de los elementos de la muestra será aleatoria, numerando las piezas y seleccionando según una tabla de números aleatorios, o siguiendo el procedimiento estadístico adecuado.

D.03. Las pruebas se efectuarán de acuerdo con lo indicado en las formas que se relacionan en el cuadro de referencias de la cláusula B.

Inspección simplificada (muestreo simple)			
Lote de entrega	Lote de muestra	Criterio de aceptación	
		Ac	Re
2 a 9	2	0	1 ó más
91 a 150	3	0	1 ó más
151 a 280	5	0	1 ó más
281 a 500	8	0	2 ó más
501 a 1200	13	0	3 ó más
1201 a 3200	20	1	4 ó más
3201 a 10000	32	2	5 ó más
10001 a 35000	50	3	6 ó más
35001 a 150000	80	5	8 ó más
150001 a 500000	125	7	10 ó más
500000 ó más	200	10	13 ó más

Ac = Número de aceptación
Re = Número de rechazo

BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Si el número de unidades de productos defectuosos es igual o menor al número de aceptación Ac, el lote se acepta. Si el número de unidades de producto defectuoso es igual o mayor al número de rechazo Re, el lote se rechaza. Si el número de unidades de producto defectuoso está entre el número para el que se acepta y se rechaza, se hará nueva prueba y si el número de unidades de producto defectuoso es igual o menor al Ac, se acepta el lote, de lo contrario se rechaza.

E.02. Requisitos por cumplir y tolerancia.- Salvo que el proyecto y/o el

Departamento ordene otra cosa, las películas plásticas deben cumplir con lo establecido en los requisitos de esta Norma, y las siguientes tolerancias, al ser sometidos a una presión en el pie del calibrador de $0.25 \pm 0.05 \text{ kg/cm}^2$

a. Espesor

Espesor mm	Tolerancia mm
0,193	+ 0,025
0,254	+ 0,025
0,305	+ 0,051
0,356	+ 0,051
0,406	+ 0,051
0,457	+ 0,051
0,508	+ 0,051

Ancho

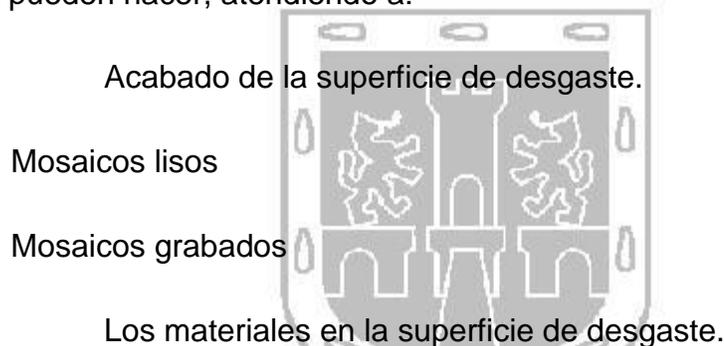
En cualquier espécimen fabricado por cualquier medio, la tolerancia aceptable será de $\pm 1.5\%$



LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 032 MOSAICOS

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

- A.01. Piezas para recubrimiento de forma regular, formada por dos o más capas; la inferior obtenida por una mezcla de cemento Pórtland y arena; la superior o superficie de desgaste hecha a base de cemento Pórtland blanco, pigmentos para dar color y, a título enunciativo no limitativo, polvo de mármol, grano de mármol, roca triturada u otros materiales que fije el proyecto o el Departamento; todas las partes formando una sola unidad.
- A.02. La clasificación de los mosaicos empleados en revestimiento de pisos se pueden hacer, atendiendo a:



Mosaico de pasta.- Baldosa en la cual la superficie de desgaste está hecha a base de una mezcla de cemento Pórtland, polvo de mármol y pigmentos para colorear la superficie.

Mosaico de granito.- Baldosa en la cual la capa superior está hecha de una mezcla de cemento blanco, polvo de mármol, pigmento, granito en tamaños de 1 a 4, o algún material pétreo similar, según se indica en la tabla 2.

Mosaico de granza.- Baldosa que contiene todos los elementos del párrafo anterior, excepto que el grano que se utiliza es del número 5 ó 6 de la clasificación de la tabla 2.

Mosaico de terrazo.- Baldosa que contiene los elementos del párrafo dos, excepto que el grano que se utiliza es del número 7 en adelante, según la tabla 2.

Referencias

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Mosaicos y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Mosaicos	NOM-C-008	SECOFIN
Prueba de desgaste por abrasión	V-26.5 (1982)	S.C.T.
Prueba de resistencia al impacto	V-26.6 (1982)	S.C.T.
Prueba de resistencia al manchado de tinta	V-26.7 (1982)	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Agregados pétreos	4.01.01.004	D.D.F.
Cemento hidráulico	4.01.01.013	D.D.F.

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Salvo las excepciones que pudiera fijar el proyecto y/o el Departamento, los mosaicos deberán cumplir con los siguientes requisitos físicos:

Los mosaicos deberán tener una resistencia a la compresión no menor de 15 kg/cm².

Los mosaicos deberán tener un módulo de ruptura a la flexión no menor de 15 kg/cm².

La altura de caída mínima del martillo que debe aguantar el mosaico sin que produzca ruptura es de 5 cm.

El desgaste máximo que se obtenga en 400 revoluciones de la máquina

indicada en la prueba correspondiente de la cláusula B, deberá ser de un milímetro.

La absorción máxima que deberán tener los mosaicos sumergidos en agua fría durante 24 horas, será de 12 %.

Las dimensiones, requisitos y tolerancias para los diferentes tipos de mosaicos deben ser los indicados en la tabla 1.

La superficie expuesta o de desgaste, será tersa y uniforme sin grietas, granos, burbujas o cualquier otro defecto que se note a simple vista.

Todas las piezas deben tener sus cantos lisos y libres de salientes, las aristas deben ser rectas y no presentar desportilladuras, asimismo, los colores empleados deberán garantizar firmeza en sus tonos.

TABLA 1 Dimensiones, requisitos y tolerancias para diferentes tipos de mosaicos

Tipo de mosaico cm	Espesor mínimo de la pasta (mm)	Tolerancia en medidas por lado en mm	Altura mínima del martinete que provoca ruptura (cm)	Carga unitaria a la flexión (kg/cm)	Desgaste (mm/min)	Absorción máxima de agua fría en 24h. %
De pasta 20x20	2	1	6	20	1,55	12
De pasta 30x30	3	2	10	20	0,85	12
De granito 20x20	5	1	8	27	Granos suaves 1,2; granos duros 1,0	10
De granito 25x25	6,5	1	9	29,0	Granos suaves 1,2; granos duros 1,0	11
De granito 30x30	8	2	10	32	Granos suaves 1,2; granos duros 1,3	11
De granito 40 x 40	12	2	13	25	Granos promedio 0,63	9

El tamaño que deberá cumplir el material pétreo empleado en los mosaicos tratados en esta Norma, se indica en la siguiente tabla No. 2.

Tipo	Número del grano	Dimensiones en mm por lado de la cara expuesta	Superficie promedio en mm ²
De granito	1	1	1
De granito	2	2	4
De granito	2.5	3.5	12.25
De granito	3	6-9	56.25
De granito	4	10-20	235
De granza	5 al 6	20-30	625
De terrazo	6 al 8 (laja)	30-49	1310
De terrazo	7 al 12 (laja)	30-90	3600
De terrazo	9 al 12 (laja)	50-90	7225
De terrazo	15 en adelante	150-300	30625

TABLA 2

C.02. Los mosaicos deberán cumplir con los siguientes requisitos, como base para ser aceptados, los cuales se verificarán según lo indicado en la cláusula B.

Los granos deberán ser de características estables que permitan suficiente adherencia con la pasta y un grado de dureza tal que permitan ser pulidos y brillantados.

La base de los mosaicos se hará con cemento tipo Pórtland y arena natural proveniente de río, mina o trituración de materiales pétreos, los que

deberán cumplir con lo indicado en la Norma 4.01.01.013 mencionada en la cláusula B.

C.03. Los mosaicos deberán de cumplir con los siguientes requisitos químicos:

El cemento Pórtland empleado en la fabricación de mosaicos deberá cumplir con la Norma 4.01.01.013 indicada en la cláusula B.

El polvo de mármol, polvo calcáreo o silíceo no deberán contener arcillas ni materias orgánicas.

Los pigmentos inorgánicos no deben contener ácidos ni sales solubles. Así como tampoco deben presentar reacción durante el proceso de fraguado con el cemento; no deberán ser higroscópicos. La arena deberá estar libre de materias orgánicas, salitre u otros materiales perjudiciales.

MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El tamaño de muestra será en función del tamaño del lote de entrega y de acuerdo a la tabla No. 3.

Inspección simplificada (muestreo (simple))			
Lote de entrega	Lote de muestra	Criterio de aceptación	
		Ac	Re
2 a 90	2	0	1 ó más
91 a 150	3	0	1 ó más
151 a 280	5	0	1 ó más
281 a 500	8	0	2 ó más
501 a 1200	13	1	3 ó más
1 201 a 3 200	20	1	4 ó más
3 201 a 10 000	32	2	5 ó más
10 001 a 35 000	50	3	6 ó más
35 001 a 150 000	80	5	8 ó más
150 001 a 500 000	125	7	10 ó más
500 000 ó más	200	10	13 ó más

Ac = Número de aceptación

Re = Número de rechazo

TABLA 3

Nota: El lote de entrega lo constituirá el conjunto de piezas objeto de la compra, que tienen las mismas condiciones de fabricación y especificaciones.

- D.02. La elección de los elementos de la muestra será al azar, siguiendo el criterio estadístico recomendable para el caso y a lo indicado en el capítulo 4.01.01.001 señalado en la cláusula B.
- D.03. En estos elementos las pruebas se llevarán al cabo de acuerdo con lo indicado en la Norma NOM-C-008, para verificar resultados respecto de los requisitos aquí establecidos.

BASES DE ACEPTACIÓN

- E.01. Los lotes de compra se aceptarán de acuerdo con su tamaño y resultados de las pruebas, para lo cual deberá seguirse el criterio de aceptación indicado en la Tabla No. 3.
- E.02. Al aplicarse la tabla 3, cuando el número de piezas defectuosas esté entre el número para el que se aceptan y para el que se rechazan, se permitirá realizar una prueba adicional y el resultado debe cumplir con el número para el que se acepta, de lo contrario se rechazará el lote.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
 PARTE 01 OBRA CIVIL
 SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
 CAPÍTULO 033 LOSETAS ASFÁLTICAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

- A.01. Material usado como revestimiento para pisos, fabricados a presión y en caliente, obtenido de la mezcla de un aglutinante termoplástico de tipo asfáltico o resinoso, asbesto y materiales inertes que sirven de relleno; además se le adicionan pigmentos.
- A.02. Las losetas asfálticas tratadas en esta Norma, se fabricarán en un solo grado de calidad y se clasificarán de acuerdo a su forma, la cual puede ser:

Cuadrada

Rectangular

B.REFERENCIAS

- B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Losetas Asfálticas y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Losetas asfálticas. Determinación de la resistencia al impacto	NOM-C-032	SECOFIN

Loseta asfáltica. Resistencia a la flexión NOM-C-034 SECOFIN

Loseta asfáltica. Estabilidad dimensional	NOM-C-114	SECOFIN
Loseta asfáltica. Determinación del alabeo	NOM-C-123	SECOFIN
Loseta asfáltica. Resistencia a los solventes. Método de prueba	NOM-C-124	SECOFIN
Loseta asfáltica. Escuadría Método de prueba	NOM-C-217	SECOFIN
Loseta asfáltica. Determinación del espesor	NOM-C-334	SECOFIN
Prueba de desgaste por abrasión	V-26.5 (1982)	S.C.T.
Prueba de resistencia al impacto	V-26.6 (1982)	S.C.T.
Prueba de resistencia al manchado de tinta	V-26.7 (1982)	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Losetas vinílicas	4.01.02.034	D.D.F.



REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Salvo las excepciones que pudiera fijar el proyecto y/o el Departamento, las losetas asfálticas deberán cumplir con los siguientes requisitos físicos:

Serán fabricadas con las dimensiones siguientes:

TIPO	NOMINAL
Cuadrada	20 x 20 cm
	30 x 30 cm
Rectangular	45 x 60 cm

El espesor mínimo será de 3 mm

Las losetas asfálticas al ser sometidas a la prueba del impacto, no deberán romperse o agrietarse.

Las losetas asfálticas al ser sometidas a la prueba de deflexión, no mostrarán una flecha menor de 10 mm en el sentido y a través del grano, sin romperse o rasgarse en los soportes.

Las losetas asfáltica no deberán tener un alabeo mayor de 0.75 mm al ser probadas por medio de los métodos de prueba enunciados en la cláusula B.

Las losetas asfálticas no deberán presentar ampollas, grietas, partículas sobresalientes, tendrán bordes rectos y esquinas a 90°.

La loseta tendrá una superficie de desgaste plana y tersa. Las losetas de colores lisos deberán tener un color uniforme en toda su superficie; el jaspeado y moteado, en losetas que así lo lleven, deberá abarcar todo el espesor del material.

Penetración.-A una temperatura de 23°C la aguja, en esta prueba y durante un minuto la penetración deberá estar comprendida entre 0.175 mm y 0.375 mm y a los diez minutos deberá estar comprendida entre 0.275 mm y 0.580 mm.

Cuando se someta a la prueba de penetración a 45°C, ésta no debe de ser mayor a 0.90 mm.

Dimensiones.- Las losetas asfálticas podrán tener una variación en más del 1.5% en las dimensiones reales de sus lados y el espesor no variará en más de 1%.

MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. La densidad en el muestreo y las pruebas, se determinarán de acuerdo a lo especificado en la cláusula D del capítulo 4.01.02.034 de Losetas Vinílicas.

BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Los criterios de aceptación y rechazo serán los establecidos en la cláusula E del capítulo 4.01.02.034 de Losetas vinílicas.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
 PARTE 01 OBRA CIVIL
 SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
 CAPÍTULO 034 LOSETAS VINÍLICAS

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Material de revestimiento de pisos interiores, que se obtienen de una mezcla de aglutinante termoplástico, materiales de relleno y colorante; el aglutinante termoplástico puede ser obtenido a base de una resina de cloruro de polivinilo por la copolimerización del cloruro de vinilo, cloruro de vinilideno, dietilmaleato, etc.

A.02. Las losetas vinílicas se clasificarán en un solo tipo y grado de calidad como "Losetas Vinílicas Semi-Flexibles".

REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Losetas Vinílicas y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Loseta vinílica, asbestada y asfaltada- Indentación-Determinaciones	NOM-C-025	SECOFIN
Losetasvinílica,asbestadas y asfaltadas-Resistenciaalimpacto- Determinación	NOM-C-032	SECOFIN
Loseta vinílica, asbestada y asfaltada- Resistencia a la flexión-Método de prueba	NOM-C-034	SECOFIN

Loseta vinílica - Especificaciones de calidad	NOM-C-035	SECOFIN
Loseta vinílica, asbestada y asfaltada- Estabilidad dimensional-Determinación	NOM-C-114	SECOFIN
Loseta vinílica, asbestada asfaltada- Resistencia a los solventes-Método de prueba	NOM-C-124	SECOFIN
Loseta vinílica, asbestada y asfaltada- Escuadría. Método de prueba	NOM-C-217	SECOFIN
Loseta vinílica-Indentación Método de prueba	NOM-C-218	SECOFIN
Loseta vinílica, asbestada y asfaltada- Espesor-Determinación	NOM-C-334	SECOFIN
Prueba de desgaste por abrasión	V-26.5	S.C.T.
Prueba de resistencia al manchado	V-26.6	S.C.T.
Prueba de resistencia a la decoloración	V-26.7	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. La loseta vinílica debe cumplir con los siguientes requisitos físicos:

Debe tener la cara aparente tersa, libre de ampollas, grietas, partículas sobresalientes y materias extrañas incrustadas.

La loseta de color liso será uniforme en toda su superficie, en las de color vetado, el vetado abarcará el espesor completo de la loseta. El color acabado y vetado de las losetas en un lote deberá ser igual.

Las dimensiones y tolerancias que deben tener las piezas cuando sean cortadas en cuadro serán las que se muestran en la siguiente tabla:

Dimensiones de los lados (cm)	Tolerancia del lado (mm)	Espesor mínimo (mm)	
		Regular	Grueso
20 x 20	0.4	2.0	3.2
30 x 30	0.4	2.0	3.2

Al ser sometidas a la prueba de flexibilidad, deberán soportar una flecha de 1.5 cm sin agrietarse. Esta prueba deberá efectuarse en ambas caras, después de haberse calentado y enfriado en forma similar al procedimiento de la prueba de estabilidad dimensional y por medio de los métodos enunciados en la cláusula B.

No deberán agrietarse o romperse cuando se sometan a la prueba del impacto que se especifica en la NOM-C-032, indicada en la Cláusula B.

Penetración.- A una temperatura de 23°C la aguja, en esta prueba y durante un minuto la penetración deberá estar comprendida entre 0.175 mm y 0.375 mm y a los diez minutos deberá estar comprendida entre 0.270 y 0.580 mm.

Cuando las losetas vinílicas se sometan a la prueba de penetración a 46°C, ésta no deberá de presentar un valor mayor a 0.90 mm.

La máxima penetración residual en el espécimen no excederá de 50%, probada de acuerdo a los métodos de prueba enunciados en la cláusula B.

Resistencia a los reactivos.- Después que hayan sido sumergidos en alcohol etílico al 95%, grasas, aceite mineral, aceite vegetal, solución de

ácido al 5%, solución de hidróxido de sodio al 5%, solución de ácido sulfúrico al 5% y probados con los métodos que se describen en la cláusula B, los especímenes sometidos a las sustancias anteriores no deberán mostrar cambios apreciables en el matiz cuando se comparen visualmente con un material similar no expuesto a dichas sustancias.

MUESTREO Y PRUEBAS

- D.01. El tamaño del lote de prueba (muestra), deberá ser en función del tamaño del lote de entrega (compra), según indica en la tabla 1, número que servirá para verificar requisitos de dimensiones, espesor, flexibilidad, impacto, penetración y resistencia a los reactivos.
- D.02. La elección de los elementos de la muestra será aleatoria, numerando las piezas y seleccionando según una tabla de números aleatorios, o siguiendo el procedimiento estadístico adecuado.

Inspección simplificada (muestreo (simple))			
Lote de entrega	Lote de muestra	Criterio de aceptación	
		Ac	Re
2 a 90	2	0	1 ó más
91 a 150	3	0	1 ó más
151 a 280	5	0	1 ó más
281 a 500	8	0	2 ó más
501 a 1 200	13	1	3 ó más
1 201 a 3 200	20	1	4 ó más
3 201 a 10 000	32	2	5 ó más
10 001 a 35 000	50	3	6 ó más
35 001 a 150 000	80	5	8 ó más
150 001 a 500 000	125	7	10 ó más
500 000 ó más	200	10	13 ó más

Ac = Número de aceptación
Re = Número de rechazo

D.03. Las pruebas se efectuarán de acuerdo con lo indicado en las Normas que se relacionan en el cuadro de referencia de la cláusula B

BASES DE ACEPTACION

E.01. Las losetas vinílicas deberán cumplir adicionalmente con los siguientes requisitos y tolerancias como base para ser aceptados, los cuales se verificarán según lo enunciado en la cláusula B de esta Norma.

Las losetas vinílicas de colores lisos serán uniformes en toda la superficie de desgaste, en las losetas veteadas, el veteado será hecho abarcando el espesor completo de la loseta.

El material colorante será de buena calidad insoluble en agua, resistente a los agentes limpiadores y a la luz. Los pigmentos colorantes tales como el azul de hierro y amarillo cromo serán permitidos.

Las losetas no mostrarán una variación en sus dimensiones lineales mayor de 2% en más o menos a las señaladas por el fabricante.

La pérdida de materia volátil no excederá de 1.0% cuando se pruebe por medio de los métodos descritos en la cláusula B de esta Norma.

Al someterse a la prueba de alabeo, las deflexiones no deberán dar valores mayores de 0.76 mm.

Las losetas vinílicas deberán tener una superficie de desgaste tersa, libre de ampollas, grietas, partículas sobresalientes y materias extrañas embebidas.

E.02. Al aplicar la tabla 1, cuando el número de piezas defectuosas esté entre el número para el que se acepte y para el que se rechaza, se permitirá realizar una prueba adicional y el resultado debe cumplir con el número para el que se acepta, de lo contrario se rechazará el lote.

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Placa de material inorgánico translúcido, formado por la fusión de arena sílica, mezclada con materiales fundentes tales como, álcalis, plomo, cal, sosa, potasio y pequeñas cantidades de óxidos metálicos, que son enfriados a condiciones rígidas sin llegar a cristalizar.

Estas placas son empleadas principalmente como elementos de iluminación en las edificaciones pudiendo ser transparentes o translúcidos, incoloros o de color.

A.02. Clasificación.- El vidrio usado en la industria de la construcción se clasifica de acuerdo a su superficie de acabado en:

a. Vidrio plano

1. Tipo A: Vidrio plano transparente con sus 2 caras lisa.

- 1.1 Sub-tipo A-1: Vidrio con ondulaciones casi imperceptibles, sin defectos notables de líneas débiles, burbujas y partículas de piedra.
- 1.2 Sub-tipo A-2: Vidrio que presenta una mayor ondulación que el sub-tipo anterior, con ligeras líneas débiles, pequeñas burbujas y partículas de piedra casi imperceptibles a simple vista.
- 1.3 Sub-tipo A-3: Vidrio que presenta ondulaciones con las limitaciones que se indican posteriormente, así como burbujas y partículas de piedra dentro de los límites señalados en las bases de aceptación.

Tipo B: Vidrio translúcido obtenido por cilindrado, tiene generalmente un dibujo en relieve en una o ambas caras, tales como: gota de agua, concha, rayado cuadrulado o panal de abeja.

Cristal.- Lámina de vidrio transparente, la cual se somete a un proceso de esmerilado para obtener una superficie absolutamente plana y pulimentada; se clasifica en un solo tipo y grado de calidad.

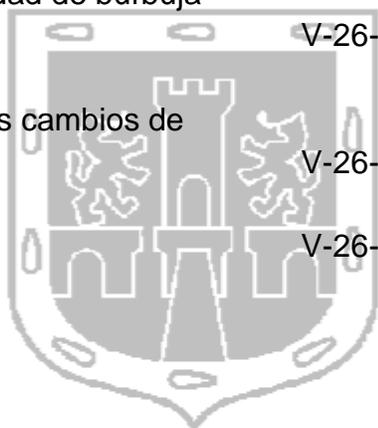
Espejo.- Cristal pulido y plateado o azogado por una cara para reflejar los rayos luminosos.

REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Vidrio y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Vidrio y cristal para construcción y fabricación de espejos	NOM-P-001	SECOFIN
Vidrio plano (Requisitos de calidad)	NOM-P-003	SECOFIN
Vidrios y cristales de seguridad para construcción	NOM-P-010	SECOFIN
Terminología empleada en la industria del vidrio	NOM-P-035	SECOFIN

Determinación de esfuerzos en hojas de vidrio	NOM-P-049	SECOFIN
Determinación del choque térmico en placas de vidrio	NOM-P-051	SECOFIN
Vidrios y cristales atérmicos usados en la industria de la construcción	NOM-P-067	SECOFIN
Vidrio	4.04.02.027	S.C.T.
Prueba de temple	V-26-16	S.C.T.
Prueba de ondulación	V-26-17	S.C.T.
Prueba de tamaño, cantidad de burbuja y partículas de piedra	V-26-18	S.C.T.
Prueba de tolerancia a los cambios de temperatura	V-26-19	S.C.T.
Prueba de flexión	V-26-20	S.C.T.



REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los vidrios planos deberán cumplir con los requisitos físicos siguientes:

En cuanto a su espesor, los vidrios planos deberán cumplir con lo indicado en la siguiente tabla:

Tipo	Espesor nominal en mm	Denominación	Peso kg/m ²
A	2	sencillo	5,0

A	3	semi-doble	7,5
A	4	doble	11,0
A	5	triple-sencillo	13,0
A	6	triple	15,6
<hr/>			
B	3,5,	3,5	14,0
B	5,0	5,0	20,0
<hr/>			

Dimensiones

Los vidrios y cristales planos en cualquiera de sus tipos, se suministrará en láminas con una longitud máxima de 5,50 m con una tolerancia en menos de 10 mm.

El vidrio plano tipo "A", se podrá suministrar en láminas con un ancho máximo de 2.70 m y una tolerancia en menos de 10 mm; el ancho máximo para suministrar el vidrio plano tipo "B" en lámina será de 1.10 m, con una tolerancia en menos de 10 mm.

En caso especial se deberá cumplir con las características sobre dimensiones que indique el Departamento o fije el proyecto.

c. Los vidrios y cristales planos deben estar libres de grietas o rupturas que sean visibles o que puedan aparecer en el momento del corte.

d. En cuanto a espesor se refiere, los cristales se fabricarán con cualquiera de los siguientes:

1. Lámina de cristal de 3,0 mm
2. Lámina de cristal de 5,0 mm
3. Lámina de cristal de 6,0 mm
4. Lámina de cristal de 9,5 mm
5. Lámina de cristal de 12,7 mm
6. Lámina de cristal de 19,0 mm

- e. No deberá romperse ningún elemento de muestra de vidrio o cristal con una superficie de 10 cm², al sujetarse a un cambio de temperatura de 67°C a 18°C, empleando los métodos de prueba enunciados en la NOM-P-051 de SECOFIN.

MUESTREO Y PRUEBAS

- D.01. El número de muestras y elementos para conformar éstas, deberá ser tal que el nivel de confianza en la predicción de calidad en el vidrio sea del 90%.
- D.02. Los elementos para conformar las muestras, serán elegidos al azar tomados de entre el lote objeto de la compra, siguiendo el procedimiento estadístico recomendable según la conformación del lote.
- D.03. Las pruebas deberán efectuarse según los métodos, procedimientos y equipo indicados en las Normas de referencia mencionados en la cláusula B de este capítulo.

BASE DE ACEPTACIÓN

- E.01. Los vidrios deberán cumplir con los siguientes requisitos y tolerancias adicionales como base para ser aceptados, los cuales se verificarán según lo enunciado en la cláusula B de esta Norma.

- a. Vidrio plano.

Los esfuerzos interiores de compresión y tensión del vidrio plano, deberán estar en equilibrio.

Los diferentes grados de ondulación del Tipo "A", se deben determinar con un ondoscopio y por comparación, con las fotografías patrón para clasificarse como calidades A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, las calidades A-4 y A-5 se deben rechazar. En la norma NOM-P-001 se muestran los patrones de comparación para calidad de superficie.

Burbujas

- 3.1. En el vidrio tipo "A".

- 3.1.1. El grado de calidad 1 no deberá tener burbujas perceptibles a simple vista.
- 3.1.2. El grado de calidad 2 no deberá tener burbujas mayores de dos milímetros de longitud, ni en cantidad mayor de cuarenta por metro cuadrado.
- 3.1.3. El grado 3 no deberá tener burbujas mayores de diez milímetros de longitud, ni en cantidades mayores de cien por metro cuadrado.
- 3.2. En el vidrio plano tipo "B", el tamaño y la cantidad de burbujas no deberá exceder de los que fije u ordene en particular el Departamento al contratista.

4. Partículas de piedra

- 4.1. En el vidrio Tipo "A", el grado de calidad A-1 no deberá tener partículas de piedra perceptibles a simple vista.
- 4.2. El grado de calidad A-2 no deberán tener ninguna partícula de piedra mayor de un milímetro de diámetro.
- 4.3. El grado de calidad A-3 no deberá tener partículas de piedra mayores de dos milímetros de diámetro, de las cuáles habrá como máximo diez partículas de piedra.
- 4.4. En el vidrio plano Tipo "B" el tamaño y la cantidad de partículas de piedra no deberá exceder de lo que fije y/o ordene el Departamento en cada caso.

Las láminas en cualquier tipo que se suministre, cortadas a la medida, tendrán una tolerancia en más o menos dos milímetros a menos que esta tolerancia sea modificada por el proyecto y/o el Departamento.

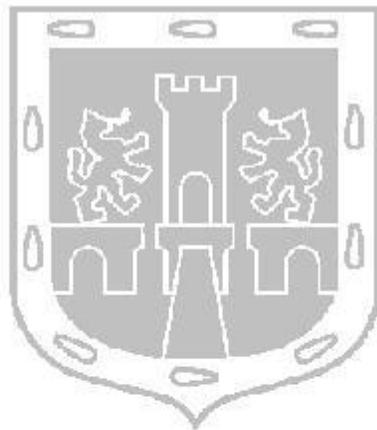
b. Cristal.

Los esfuerzos interiores de compresión y tensión deberán estar en equilibrio.

El cristal no deberá presentar ondulaciones al ser observado en el onduloscopio.

El cristal deberá estar exento de burbujas perceptibles a simple vista.

- E.02. Salvo que el proyecto y/o el Departamento modifique los requisitos y bases de aceptación de esta Norma, los vidrios cuyo empleo sea ordenado por el Departamento, serán rechazados si al efectuarse las pruebas indicadas en la cláusula B no cumple con los requisitos y bases de aceptación señalados en las cláusulas C y E.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 036 MUEBLES PARA BAÑO, REGADERAS Y ACCESORIOS

DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

- A.01. Muebles fabricados por la cocción de una mezcla adecuada de materiales cerámicos, propios para servicio sanitario, tales como inodoros, mingitorios, lavamanos con sus accesorios.
- A.02. Regadera. Dispositivo hidráulico que una vez instalado a un suministro de agua forma un haz de lluvia que se emplea para el aseo corporal.
- A.03. Accesorios. Componentes (no válvulas) que pueden ser agregados o removidos de los muebles o regaderas y que no afectan el funcionamiento de los mismos.
- A.04. Para este capítulo se tienen las siguientes definiciones:
- a. Para muebles cerámicos:
- Agrietamiento: Hendidura o estría muy fina en el vidriado.
- Alabeo: Grado de separación de una superficie plana y lisa en las partes que entran en contacto con paredes y piso de un mueble sanitario.
- Acabado de cáscara de huevo u opaco: Un acabado mate vidriado incompleto, acabado semi vidriado con numerosos puntitos o levemente áspero, o acabado sin brillo.
- Ampolla: Porción levantada o protuberancia de la superficie.
- Burbuja: Porción levantada en la superficie o una mota de arena.
- Complementos: Elementos del inodoro para su fijación y operación.
- Combinación de inodoro: El término de combinación de inodoro se aplica a una taza de inodoro con dispositivo de desagüe.
- Cuadro de clasificación: Hoja de cualquier material flexible por ejemplo, hule o papel, que pueda ser deslizada sobre superficies irregulares y que tenga una perforación cuadrada de 5 cm por lado.

Espejo de agua: Superficie máxima de agua visible en la taza cuando el inodoro se encuentra en condiciones de ser descargado.

Decoloración: Mancha de color o número suficiente de motas o manchas que dé el efecto de un cambio en el color.

Fluxómetro: Válvula automática que dosifica y controla en una sola operación el agua que requiere la taza del inodoro para su funcionamiento.

Fractura: Rajadura muy fina que se extiende a través del cuerpo, causada por tensiones desarrolladas durante el proceso de manufactura.

Pozo: La concavidad abierta arriba formada a la entrada de la trampa dentro de la taza del inodoro.

Prototipo: Modelos o tipos de inodoro que por primera vez se van a comercializar.

Inodoro: Taza para fluxómetro o conjunto de taza y tanque.

Superficie de agua: La superficie de agua en la taza del inodoro cuando se encuentre llena hasta el borde.

Sello hidráulico: Tirante hidráulico medido desde la parte superior de la entrada de la trampa (sifón), hasta el espejo de agua.

Superficie visible: Área que después de la instalación del mueble o artefacto quede a la vista del observador puesto de pie en posición natural, a un metro de distancia.

Perforaciones: Serie de barrenos u orificios efectuados en el inodoro los cuales realizan la función de acoplamiento y sujeción entre la taza y el tanque o fijación de la taza así como para la colocación del asiento.

Tanque del inodoro: Caja y tapa de cualquier material capaz de contener agua para descargar en la taza.

Taza del inodoro: Mueble sanitario que integra el conjunto del inodoro, provisto de un dispositivo para desagüe y una trampa hidráulica que permite el paso de excretas humanas al albañal.

Trampa hidráulica: Cierre hidráulico diseñado para impedir la salida del aire y gases del sistema sanitario separar a través de una taza de inodoro.

Válvula: Dispositivo para controlar el flujo de agua.

b. Regaderas para el aseo corporal:

brazo de la regadera. conector que acopla la regadera a la instalación hidráulica o tubería de alimentación de agua.

Carrera. Distancia entre los puntos de inversión de movimiento en un sistema de desplazamiento alternativo.

Conexión de la unión. Parte del cuerpo de la regadera que la interconecta a la instalación hidráulica.

Empaque. Elemento de hule o plástico, destinado a mantener la hermeticidad en las partes de la regadera durante su funcionamiento.

Haz de lluvia. Forma volumétrica del flujo de agua de la regadera.

Hermeticidad. Característica de una red de conductos de no permitir el paso del agua a través de sus uniones.

Nudo móvil o articulación. Parte o componente de la regadera que sirve para dirigir el haz de lluvia en diferentes direcciones.

Obturador. Dispositivo opcional de la regadera, que controla el paso del agua durante el uso de la misma.

Tapa distribuidora. Tapa con orificios u otro diseño, que forma parte de la regadera y tiene como función formar el haz de lluvia.

A.05. Para los efectos de esta norma, los inodoros se clasifican en dos tipos y dos grados de calidad:

Tipo I. Con tanque acoplado o separado del mueble.

Tipo II. Taza de inodoro para adaptarle fluxómetro.

Grado a.- Se incluyen en éste, los muebles sanitarios que cumplan con todo lo especificado en esta norma.

Grado b.- Se incluyen en éste, los muebles sanitarios que sin cumplir con la totalidad de lo especificado en las tablas 2 y 3, no presenten peligro alguno en su uso desde el punto de vista higiénico, ambiental y de funcionamiento, denominados también “segundas”.

A.06. Los lavabos se clasifican en función de su colocación y fabricación.

empotrado

sobre pedestal

fabricado en:

cerámica
 cristal
 resina
 metal
 piedra
 madera hidrofugada

A.07. Las regaderas se clasifican:

a. De acuerdo a su intervalo de presión estática para la cual están diseñadas como se indica en la tabla 5 y por su tipo.

b. Por el tipo de regadera en:

regadera manual. Regadera que se usa manualmente, conocida como regadera de teléfono

Regadera eléctrica. Regadera para baño que tiene incorporado un sistema eléctrico de calentamiento de agua que pasa por la misma.

A.08. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad que deben cumplir los muebles sanitarios, regaderas y accesorios que sean adquiridos y colocados en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal

B. REFERENCIAS

B.01. el presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

Concepto	Normas de referencia	Dependencia
Inodoros para uso sanitario especificaciones y métodos de prueba	NOM-009-C.N.A.	CONAGUA.
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		G.D.F.
Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico		G.D.F.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los muebles de baño de barro vitrificado deben cumplir con los siguientes requisitos físicos:

El material utilizado para la fabricación de los muebles y sus accesorios debe:

Pasar las pruebas de absorción, lavado y agrietamiento especificadas en esta norma

Tener un espesor en cualquier sección o parte de él no menor que 6 mm.

El vidriado debe estar completo, totalmente unido al cuerpo del mueble y sin ninguna ampolla o burbuja.

El color debe ser uniforme y sin variaciones de tono en una misma pieza.

Se permite una variación en más o en menos del 5%, en las dimensiones así indicadas en la Tabla 1. "Dimensiones y tolerancias de los inodoros".

Los muebles y accesorios pueden tener como máximo los límites admisibles de las tablas 2 y 3.

Además de los requisitos físicos anteriores, los inodoros deben cumplir lo siguiente:

TABLA 1. Dimensiones y tolerancias de los inodoros

Localización	Dimensiones y tolerancias
Para inodoros con descarga al piso.	de 190 a 215 mm
Distancia del centro de salida de la trampa al muro terminado	de 246 a 266 mm de 289 a 320 mm de 338 a 373 mm
Para inodoros con descarga a la pared Distancia del piso terminado al centro de descarga	102 mm mínimo
Trampa. diámetro interior libre	38 mm mínimo
Espejo de agua	127 x 102 mm mínimo
Sello hidráulico	

Infantiles	38 mm mínimo
Inodoros restantes	51 mm mínimo
Altura	
Infantiles	de 241 a 267 mm
Discapacitados	390 mm mínimo
Con descarga al muro	343 mm mínimo
Inodoros restantes	de 343 a 390 mm
Espesor mínimo. Sin incluir el esmalte	6 mm mínimo
Barrenos sin fijación	
Distancia entre sus centros	
Con descarga al muro	229 mm \pm 5%
Infantiles	125 mm \pm 5%
Inodoros restantes	152 mm \pm 5%
Medida de los barrenos	
Con descarga al muro	de 20 a 26 mm
Inodoros infantiles e inodoros restantes	de 19 x 11 mm a 25 x 13 mm
Distancia entre los centros de los barrenos de fijación del asiento y tapa a la taza **	140 mm \pm 5%
Ceja de salida	
Diámetro exterior	95 mm máximo
Altura	12,7 mm mínimo
Contorno interior y altura de la base	
Altura del interior de la base al piso	de 12,7 a 19 mm
Distancia del contorno interior	184 mm mínimo
Para inodoro infantil	160 mm mínimo
Perforaciones en el tanque para instalar las válvulas de admisión ** de descarga	
de admisión **	29 mm \pm 5%
de descarga	63 mm \pm 5%

Esto no aplica cuando sean proporcionadas las válvulas o el asiento y tapa por el fabricante. El fabricante debe notificar a la autoridad correspondiente.

TABLA 2. Características de los límites admisibles en el acabado de las tazas de los inodoros, grado de calidad "A"

Características	Máximo admisible
Superficies opacas (Acabado "cascarón de huevo")	No más de 2 500 mm ²
Superficies onduladas	No más de 2 500 mm ²
Alabeo cóncavo	3 mm máximo
Alabeo convexo	1,5 mm máximo
Desnivel del anillo (rim)	20 mm/m
Ampollas grandes (Porción de 3,0 mm a 6,0 mm máximo)	No más de dos
Fracturas	Ninguna
Protuberancias (Porción de más de 6,0 mm)	Ninguna
Cuerpo descubierto (Porción no esmaltada de 1,0 mm máximo) (Porción no esmaltada mayor de 1,0 mm)	No más de cinco Ninguna
Grieta de fusión	Ninguna
Manchas de 3,0 mm máximo Ampollas menores de 3,0 mm Burbujas de 0,8 mm máximo Poros de 0,5 mm máximo	No más de diez por defecto en un cuadro de clasificación y en total no más de quince en toda la pieza.

TABLA 3. Características de los límites admisibles, en el acabado de los tanques y tapas de los inodoros. Grado de calidad "A"

Características	Máximo admisible
Superficies opacas (Acabado " cascarón de huevo)	Ninguna al frente y no más de 2 500 mm ² en los lados
Superficies onduladas	No más de 2 500 mm ²
Ampollas grandes (Porción de 3,0 mm a 6,0 mm máximo)	Ninguna
Fracturas	Ninguna
Protuberancias (Porción de más de 6,0 mm)	Ninguna
Cuerpo descubierto (Porción no esmaltada de 2,0 mm máximo) (Porción no esmaltada mayor de 2 mm)	No más de tres Ninguna
Grieta de fusión	Ninguna
Manchas de 3,0 mm máximo Ampollas menores de 3,0 mm Burbujas de 0,8 mm máximo Poros de 0,5 mm máximo	No más de diez por defecto en un cuadro de clasificación y en total no más de quince en toda la pieza.

Además de los requisitos de calidad anteriores, los inodoros deben cumplir con lo siguiente:

El desagüe de la taza debe pasar las pruebas referentes que se indican en la cláusula "D".

El inodoro debe tener una descarga máxima de 6 litros de agua en cada servicio, de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-C.N.A., citada en la cláusula "B" de Referencias.

Además de los requisitos de calidad para muebles vitrificados indicados en los sub incisos C.01.a., b. y c. de este capítulo, los mingitorios deben cumplir:

Deben ser de limpieza descendente, con bordes de una sola pieza, trampa y resguardos extendidos, todos moldeados en el mismo cuerpo.

Pueden tener como máximo las imperfecciones anotadas en la Tabla 3 y consumir 4 litros de agua máximo por servicio.

Los lavamanos deben cumplir además de lo señalado en los sub incisos C.01.a., b. y c., con lo siguiente:

El punto más alto del rebosadero o derrame debe estar como mínimo a 15 mm abajo del borde superior del lavamanos. Además ver características en Tabla 4

TABLA 4 Características admisibles en lavamanos

Localización	Características	Máximo permitido
En general	Fracturas	No se permiten
	Grietas	No se permiten
	Alabeo	El alabeo de la plancha, su plano horizontal no debe exceder en 6 mm en todos los tamaños (la misma tolerancia se debe aplicar a los lavamanos para adosar en la pared)

- g. Los muebles sanitarios de barro vitificado no mencionados específicamente en los sub incisos anteriores, se deben someter a los requisitos aplicados a las tazas de inodoro, exceptuando aquellos cuya aplicación sea exclusiva a dichos muebles.

C.02. Las regaderas deben cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

TABLA 5 Regaderas de acuerdo a su intervalo de presión

Regaderas tipo	Rango de presión de trabajo kpa (kgf/cm^2)	Niveles de edificación
Baja presión	20 a 98 (0,2 a 1,0)	1 a 4
Media presión	98 a 294 (1,0 a 3,0)	De 4 a 12 o equipo hidroneumático
Alta presión	294 a 588 (3,0 a 6,0)	Más de 12 o equipo hidroneumático

La conexión de la regadera debe ser compatible con la rosca de tipo cónica para tubo RTC (NPT). al verificarse con un calibrador patrón para roscas “pasa no pasa”, la penetración en la conexión debe quedar dentro de la zona de aceptación.

Al aplicar un par de apriete a la conexión de la regadera para su instalación, ésta no debe presentar al observarse visualmente, daños tales como: barrido de cuerda o agrietamiento.

El diseño de la regadera debe ser tal que permita fácilmente su remoción para proporcionar el mantenimiento necesario.

Las regaderas deben proporcionar un gasto de acuerdo con su presión de operación; en caso de que cuenten con reductores de flujo, éstos deben ser parte integral de su diseño. Las regaderas que cuenten con haz de lluvia ajustable, deben cumplir con esta especificación en todas las posiciones de ajuste. Ver Tabla 6

TABLA 6 Gasto de las regaderas en función de las presiones

Regadera tipo	Límite inferior		Límite superior	
	Presión kpa (kg/cm ²)	Gasto mínimo l/min	Regadera tipo	Presión kpa (kg/cm ²)
Baja presión	20 (0,2)	4,0	Baja presión	20 (0,2)
Media presión	98 (1,0)		Media presión	98 (1,0)
Alta presión	294 (3,0)		Alta presión	294 (3,0)

La eficiencia del haz de lluvia para cada gasto de prueba establecido, debe cumplir con lo señalado en la Tabla 7

TABLA 7 Eficiencia del haz de lluvia

Presión de prueba	Eficiencia del haz de lluvia
	Volumen de agua captado en el recipiente recolector en su diámetro de 0,12 m, 70 % máximo
Baja	20 kpa (0,2 kg/cm ²)
Media	98 kpa (1,0 kg/cm ²)
Alta	294 kpa (3,0 kg/cm ²)

Cuando la regadera esté provista de un obturador, el funcionamiento del mismo en su posición cerrada y con una presión hidráulica, debe permitir un paso de agua que haga evidente que las llaves de control de la regadera estén abiertas.

Los empaque utilizados como parte de la regadera no deben presentar una variación en su dureza y dimensiones básicas ni alteraciones (tales como

escamas o cuarteaduras), después de haber permanecido en el horno a una temperatura determinada por un periodo de tiempo.

Los componentes de la regadera no deben presentar fugas ni deformaciones al someterse a una presión hidráulica que se especifica para cada tipo, posteriormente, la regadera debe satisfacer la prueba de gasto especificada. Ver Tabla 8

TABLA 8 Resistencia a la presión hidráulica

Regadera tipo	Presión de prueba kpa (kgf/cm ²)
Baja presión	294 (3,0)
Media presión	588 (6,0)
Alta presión	882 (9,0)

Al suministrar agua caliente durante un tiempo determinado y a su máxima presión de trabajo, la regadera no debe presentar fugas, deformaciones y ninguna irregularidad en su funcionamiento.

Después de removerse e instalarse un determinado número de veces la tapa distribuidora (exceptuando regaderas libre de mantenimiento), de acuerdo con las instrucciones del fabricante, no debe manifestarse: barrido de la cuerda o cabeza del tornillo y falta de apriete.

El nudo móvil de la regadera no debe presentar fugas ni anomalías después de aplicarle ciclos de movimiento oscilante, cuando simultáneamente suministra un flujo de agua de 1 a 2 litros por minuto.

Todas las partes externas de la regadera, incluyendo las de la conexión, no deben presentar fallas de recubrimiento (burbujas, desprendimiento y/o corrosión), después de permanecer un determinado tiempo en la cámara de niebla salina.

- C.03. El embalaje o paquete que contengan muebles sanitarios deben estar contruidos con materiales apropiados que tengan la resistencia necesaria para que mantengan la calidad de fábrica de los muebles durante su manejo. El embalaje debe presentar impresas por el exterior de manera visible, el nombre del fabricante o razón social, el nombre del producto con su modelo o clave, el grado de calidad, así como la leyenda "Hecho en México" o país de procedencia; con el fin de que no sea necesario abrir el paquete o envase para examinar su contenido.

Los muebles de calidad "B" (segundas), deben ser diferenciados de la calidad "A", marcando sobre la superficie del embalaje de los primeros dos líneas paralelas; así mismo, colocarlas en el mueble, en un lugar accesible aunque no a la vista, cubierta con un barniz o esmalte rojo resistente al agua caliente.

C.04. Independientemente del grado de calidad “A” o “B” de los muebles sanitarios fabricados en cerámica, el marcado debe hacerse en idioma español de forma indeleble y permanente y además:

- a. Debe efectuarse antes del proceso de horneado, en un lugar visible, mediante la aplicación de una etiqueta autoadherible de monococción, resistente a temperaturas de hasta 1 673 K (1 400 °C) en ciclos de horneado de hasta 28 horas para lograr su impresión en forma permanente.

Debe colocarse en lugar visible.

Debe contener en idioma español legible, sin perjuicio de que además se exprese en otro idioma, de manera enunciativa no limitativa los datos siguientes:

Leyenda de “Hecho en México” o país de procedencia.

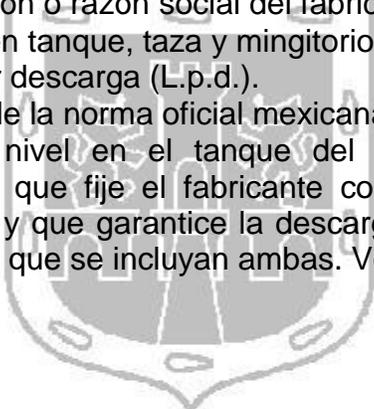
Modelo, tipo, clave o contraseña que permita su identificación.

Denominación o razón social del fabricante o importador.

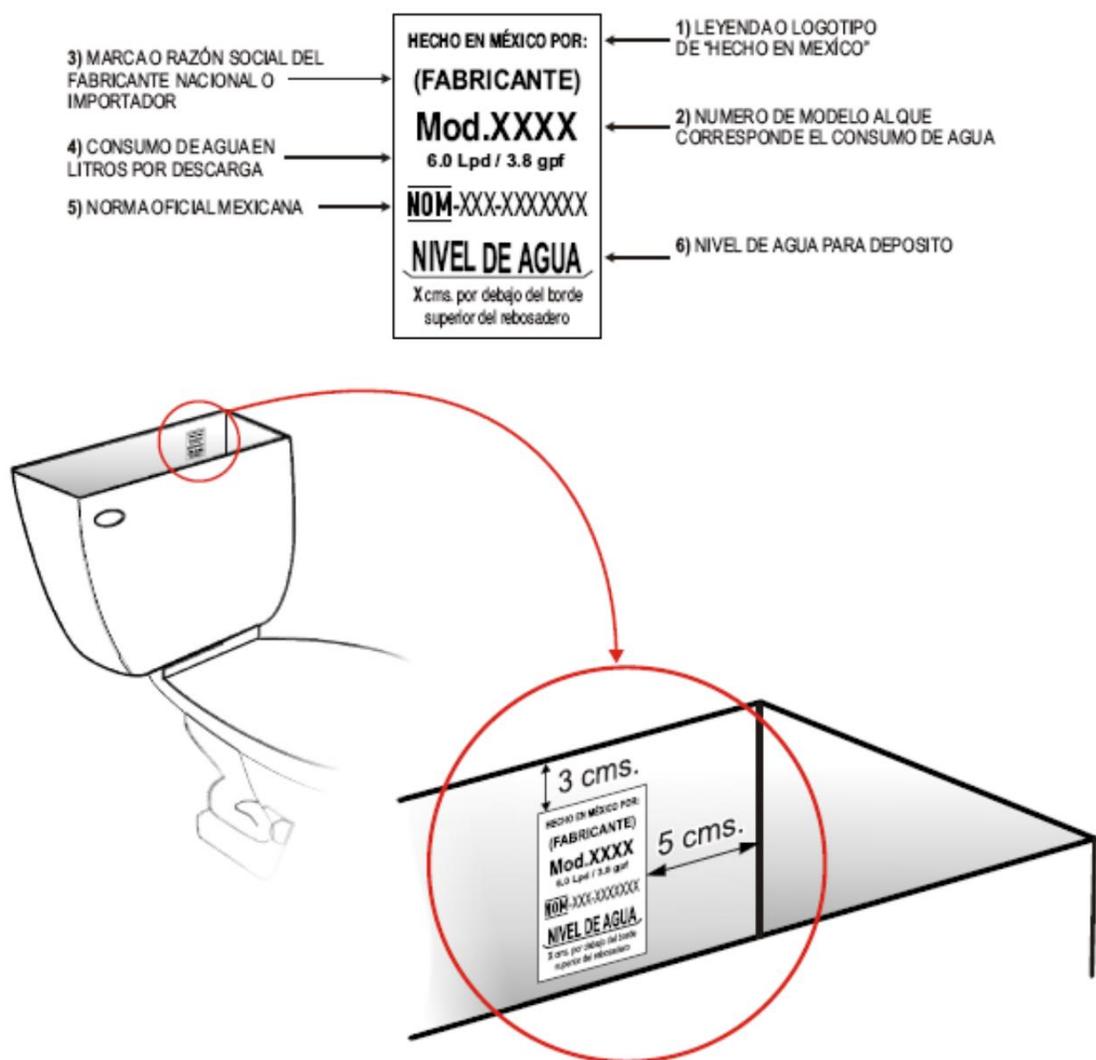
Indicación en tanque, taza y mingitorio, del número de litros de consumo de agua por descarga (L.p.d.).

El nombre de la norma oficial mexicana con la que se fabricó.

Marca del nivel en el tanque del agua, o leyenda que indique los centímetros que fije el fabricante con respecto a la parte superior del rebosadero y que garantice la descarga de agua indicada; una u otra sin demeritar el que se incluyan ambas. Ver Figuras 1, 2, 3 y 4



CIUDAD DE MÉXICO



CIUDAD DE MÉXICO

FIGURA. 1 Marcado en el interior del tanque

NOTA: Lpd: Litros por descarga
gpf: galones por descarga

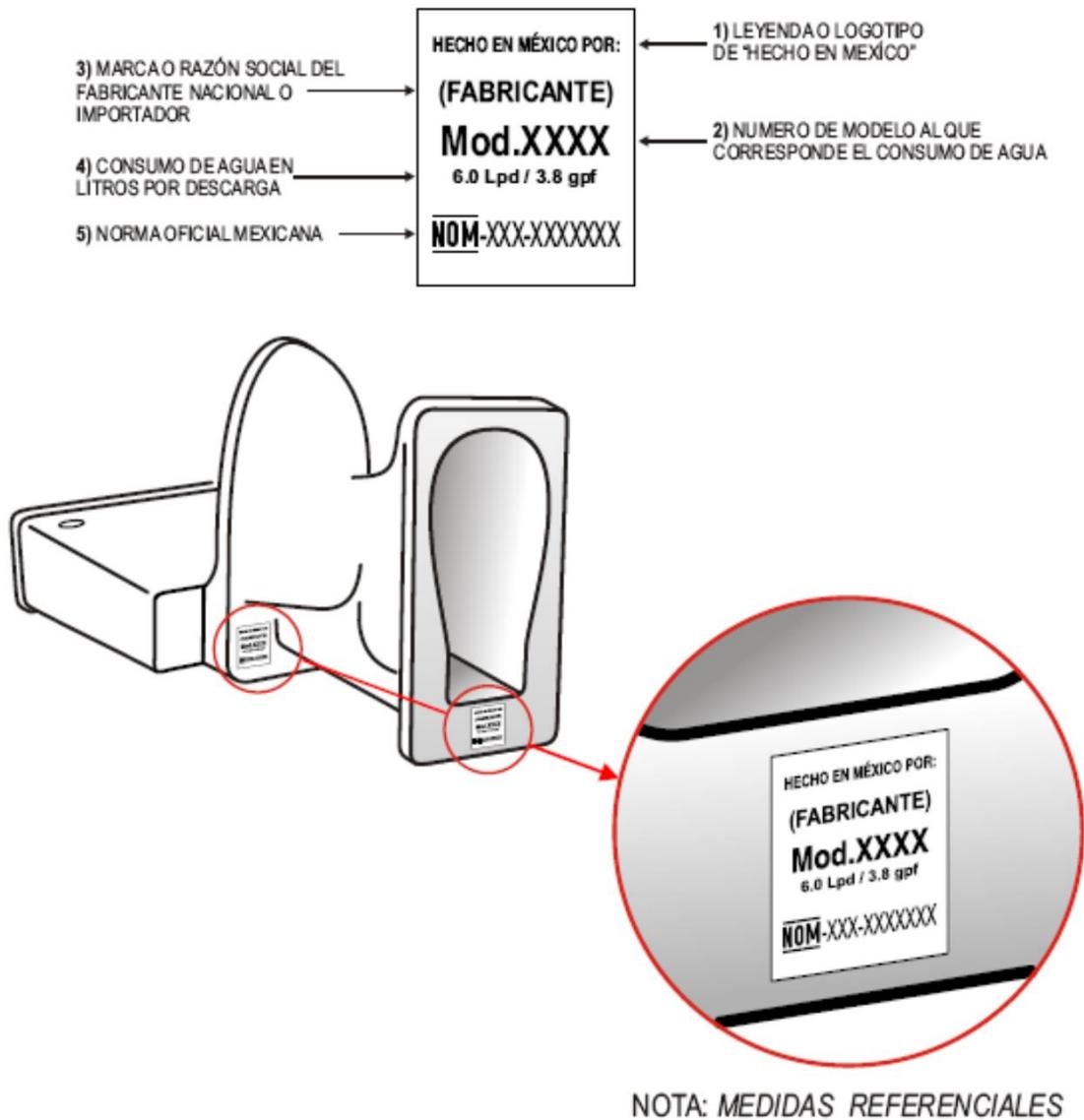


FIGURA 2.-Marcado en taza

NOTA: Lpd: Litros por descarga
gpf: galones por descarga

MINGITORIO

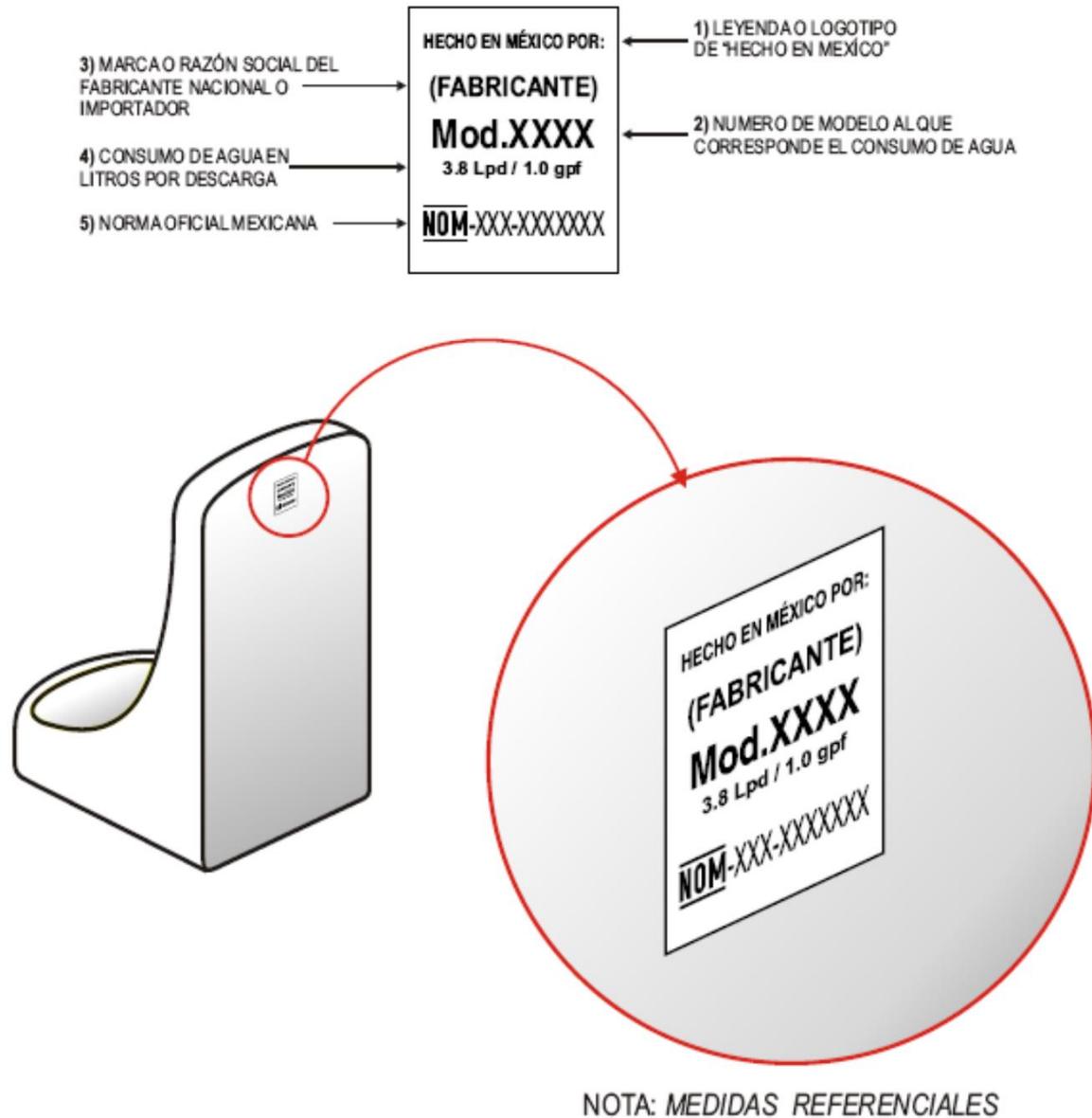


FIGURA 3.- Marcado en mingitorio

NOTA: Lpd: Litros por descarga
gpf: galones por descarga

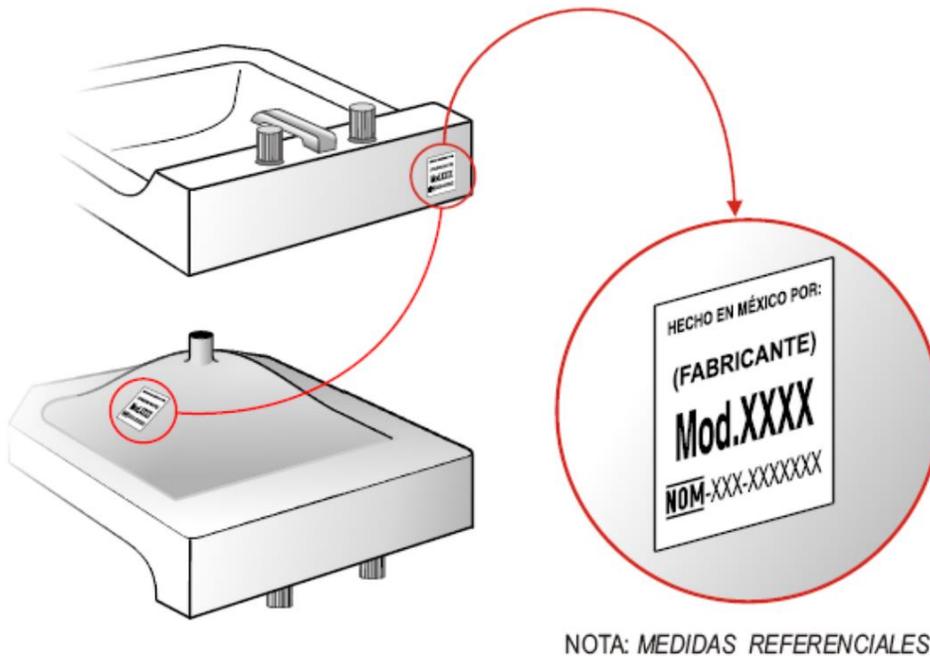


FIGURA. 4- Marcado en lavamanos

C.05. El marcado de las llaves de agua de regaderas, tinas, lavamanos y bidets, debe efectuarse en un lugar visible, mediante una etiqueta en realce, fabricada en poliéster auto adherible con adhesivo acrílico y recubierta con resina de alta resistencia a los rayos ultra violeta, agua, jabón, aceite, alcoholes. Ver figuras 5 y 6 y además:

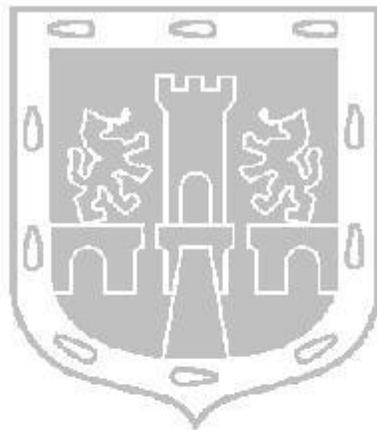
Para indicar el flujo del agua caliente, el marcado de estas llaves se debe realizar sobre el maneral de la llave, mediante dos círculos de un centímetro de diámetro, cuyas características están descritas en el párrafo inmediato anterior, con realce para su identificación por personas débiles visuales y su

color debe ser rojo fuego; la disposición de los círculos debe permitir identificar la letra “c” en el sistema Braille.

La indicación del agua fría se debe colocar sobre el maneral de la llave y debe ser de tres círculos de las mismas características descritas anteriormente para el color rojo fuego, pero ahora en color azul, dichos círculos deben estar dispuestos de tal forma que permitan identificar la letra “f” en el sistema Braille.

La misma disposición aplica en los casos en que las llaves de agua para el lavamanos o el bidet, se fabriquen para que el agua caliente o fría fluya mediante una llave de tipo monomando (en el costado izquierdo para el agua caliente y en el costado derecho para el agua fría).

Cuando sea el caso en el que de la llave del mueble sólo fluya agua fría, se debe colocar el etiquetado como se establece en el sub inciso C.05.b. de este capítulo.



CIUDAD DE MÉXICO

LLAVES PARA LAVAMANOS Y BIDETS BRAILLE

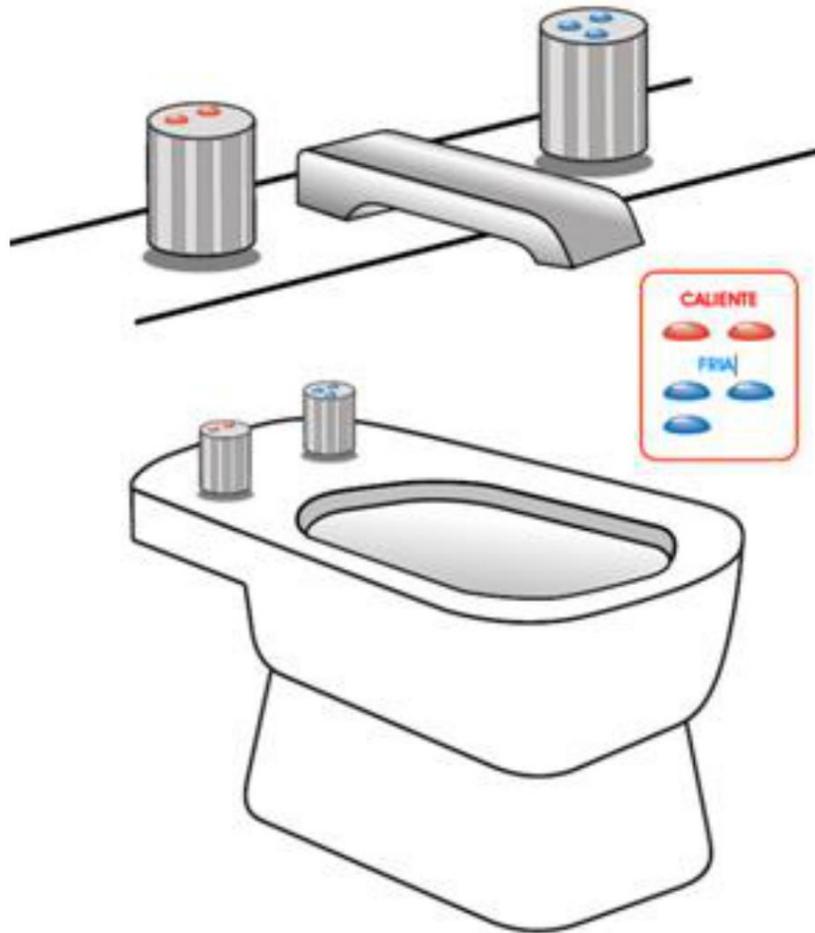


FIGURA 5
CIUDAD DE MEXICO

FIGURA 5 Marcado de llaves en sistema Braille

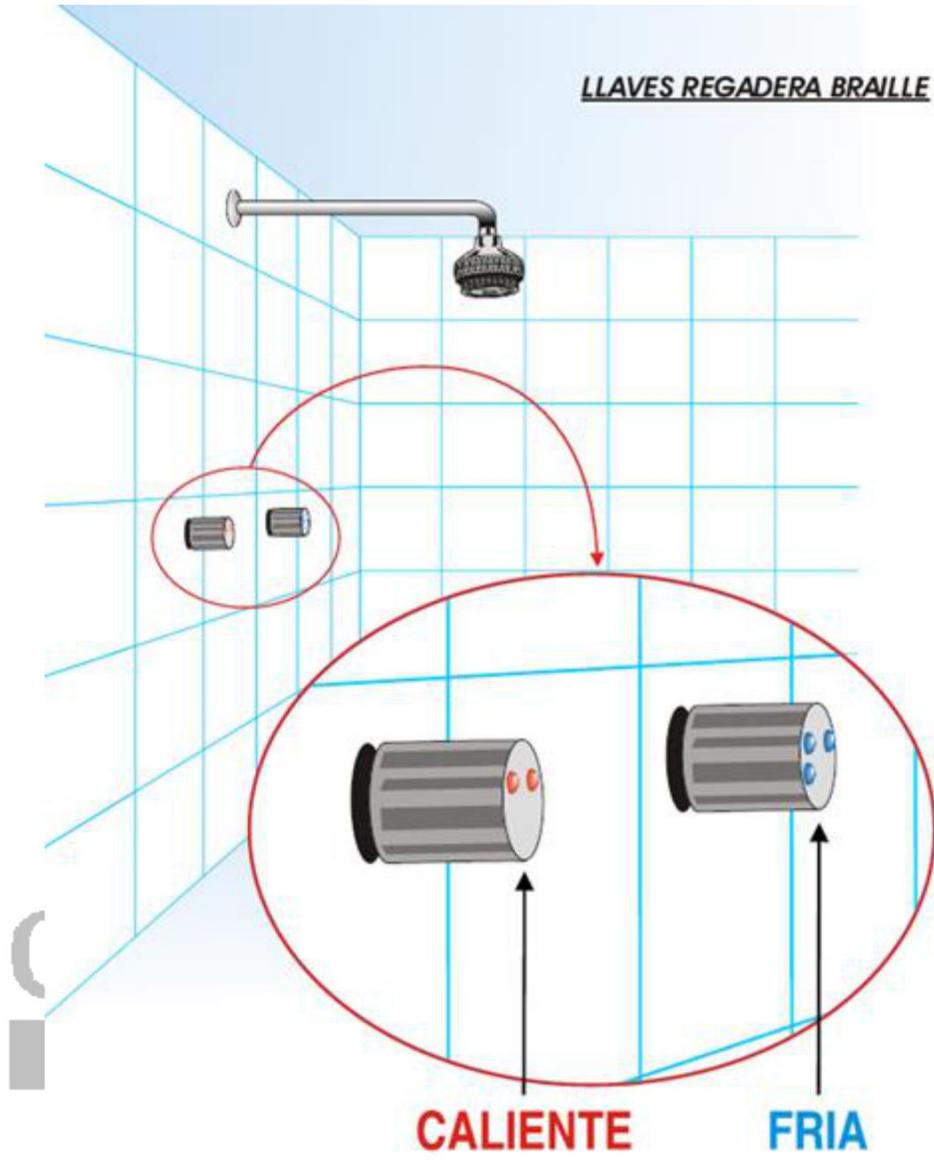


FIGURA 6

FIGURA 6 Marcado de llaves en sistema Braille

- C.06. La vigilancia del cumplimiento del presente capítulo corresponde al área contratante de la Administración Pública del Distrito Federal y las violaciones a la misma, una vez establecidas las especificaciones en la requisición o pedido y trasladadas a contrato, el representante del Gobierno del Distrito Federal, debe rechazar los muebles que no cumplan con los requisitos de calidad así como el marcado especificado en este capítulo de norma.

MUESTREO Y PRUEBAS

- D.01. Las muestras para pruebas de absorción, agrietamiento y alabeo deben ser tomadas al azar, una por cada 500 piezas del lote o fracción. La prueba de lavado en inodoros se debe efectuar tomando una muestra por cada 1 000 piezas o fracción del lote.

La inspección visual para detectar defectos de vitrificados, color, y acabados se debe efectuar a todas las piezas del lote; se debe rechazar aquella que no cumpla con las tolerancias permitidas, indicadas en las tablas de esta norma para dimensiones se debe medir una pieza elegida al azar de un lote de 100 piezas o fracción.

- D.02. Los métodos de pruebas se deben llevar a cabo como se indica en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-CNA, citada en la cláusula "B" de Referencias:

Prueba de absorción

Método de ebullición

Prueba de agrietamiento

Prueba de eliminación de desperdicios en inodoro

Método para determinar el tiempo de absorción del papel

Método para determinar la eliminación de desperdicios en inodoro

Prueba para la determinación del alabeo

BASES DE ACEPTACIÓN

- E.01. Los diferentes tipos de muebles para baño deben cumplir con lo estipulado en este capítulo, debiendo revisarse los lotes. Los muebles que no satisfagan las especificaciones indicadas en este capítulo se deben marcar y retirar de la obra en caso de que hubieran sido transportados a ella.

- E.02. Si una pieza no satisface los requisitos en alguna prueba, se aparta del lote, se deben probar otras dos piezas del mismo lote; si falla alguna de éstas, se debe rechazar el lote. Si es satisfactoria la prueba para ambas se debe aceptar el lote.
- E.03. Los muebles sanitarios en grados de calidad "A" o "B", que no cumplan con lo establecido en el inciso C.04 y sus sub incisos, no deben ser aceptados por el representante del Gobierno del Distrito Federal.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
 PARTE 01 OBRA CIVIL
 SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
 CAPÍTULO 037 CERRADURA PARA PUERTAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Elementos que se instalan en puertas para dar seguridad y privacidad, constan de uno o más mecanismos; que permiten mantener unida una puerta a su marco, por medio del pestillo o cerrojo, que pueden ser accionados por llave, seguro, manija, perilla o una combinación de éstas.

A.02 Las cerraduras se clasifican como se indica a continuación:

a. De acuerdo a su grado y tipo de calidad

Tipo	Grado
1.Cerraduras cilíndricas (Ver fig. 1)	A,B,C
2.Cerraduras tubulares (Ver fig. 2)	A,B,C
3. Cerraduras de embutir (Ver fig. 3)	A,B,C
4.Cerraduras de sobreponer (Ver fig. 4)	A,B,C

De acuerdo con su funcionamiento para cada tipo y grado en:

Tipo 1.- Cerraduras cilíndricas, con grado de calidad A,B,C

Funcionamiento

Descripción

Perilla exterior de accionamiento libre (ciegas). Perilla interior de accionamiento libre (ciega). Se recomienda para recámaras, armarios y cualquier puerta donde no se requiere llave.

Perilla exterior sin movimiento (ciega). Perilla interior de accionamiento libre (ciega) Se recomienda para salidas de emergencia.

03 Perilla exterior de accionamiento libre (ciega) con mariposa en el interior. Se recomienda para puertas de armarios que no requieren llave y para utilizarse cuando no haya suficiente espacio para permitir el uso de una perilla normal en la parte interior de la puerta.

04 Con chapetón ciego en el exterior. Perilla interior de accionamiento libre (ciega). Se recomienda para salidas de emergencia.

05 Perilla exterior de accionamiento libre (ciega). Perilla interior de accionamiento libre (con seguro de oprimir). Se recomienda para terrazas, patios, sótanos o puertas interiores de oficina que no requieran llave.

06 Perilla exterior de accionamiento libre (ciega). Perilla interior de accionamiento libre (con seguro de giro). Se recomienda para salidas de emergencia que no requieren llave.

07 Perilla exterior de accionamiento libre (con orificio para llavín) o con orificio para llavín en el chapetón. Perilla interior de accionamiento libre (con seguro de oprimir) o con seguro en el chapetón. Se recomienda para baños o recámaras de menores.

08 Perilla exterior de accionamiento libre (con seguro de giro). Perilla interior de accionamiento libre (con seguro de giro). Se recomienda para puertas de intercomunicación de una hoja que no requieran llave.

09 Perilla exterior de accionamiento libre (con seguro de giro) con mariposa en el interior. Se recomienda para puertas dobles de intercomunicación que no requieran llave.

10 Perilla exterior de accionamiento libre (con cilindro). Perilla interior de accionamiento libre (con seguro de oprimir). Se recomienda para puertas interiores de oficina o recámaras.

11 Perilla exterior de accionamiento libre (con

- cilindro). Perilla interior de accionamiento libre (con seguro de giro). Se recomienda para puertas de entrada o puertas de oficina.
- 12 Perilla exterior de accionamiento libre (con cilindro). Perilla interior de accionamiento libre (con seguro universal, retractor abierto). Se recomienda para puertas de oficina, recámaras, de pasillos o de entrada.
- 13 Perilla exterior de accionamiento libre (con cilindro). Perilla interior con accionamiento libre (con seguro universal, retractor cerrado). Se recomienda para puertas de baños de gasolineras o servicios públicos).
- 14 Perilla exterior de accionamiento libre (con cilindro, se fija con la llave). Perilla interior de accionamiento libre (ciega). Se recomienda para aulas o áreas públicas.
- 15 Perilla exterior de accionamiento libre (con cilindros, se fija con la llave) con mariposa en el interior. Se recomienda para armarios o para utilizarse cuando no haya suficiente claro para una perilla estándar en el interior de la puerta.
- 16 Perilla exterior de accionamiento libre (con cilindro, se fija con la llave). Perilla interior de accionamiento libre (con cilindro, se fija con la llave).
Se recomienda para intercomunicaciones en establecimientos comerciales o industriales.
- 17 Perilla exterior sin movimiento (con cilindro). Perilla interior de accionamiento libre (ciega). Se recomienda para puertas de entrada a bodegas o áreas públicas.
- 18 Perilla exterior sin movimiento (con cilindro). Perilla interior de accionamiento libre (ciega). Se recomienda para puertas de entrada a bodegas o áreas públicas.

19 Perilla exterior sin movimiento (con cilindro). Se recomienda para hospitales de enfermos mentales o para puertas de pasillos que requieran cierre permanente.

20 Perilla exterior sin movimiento (con cilindro). Perilla interior de accionamiento libra (con seguro de privacidad) o con seguro en el chapetón. Se recomienda para puertas de cuartos de huéspedes en hoteles y moteles

21 Perilla exterior sin movimiento (con cilindro) Perilla interior de accionamiento libre (con cilindro, se fija con la llave). Se recomienda para puertas de entrada.

Notas:

Estas cerraduras pueden ser suministradas con pestillo sencillo o con pestillo de seguridad.

Estas cerraduras son para intemperie, siempre que se utilicen los siguientes acabados: Aluminio anodizado, mate u otro; cromo brillante o mate; latón o bronce oxidado.

Tipo 2.- Cerraduras tubulares, con grados de calidad A, B y C.

Funcionamiento

Descripción

01

Perilla exterior de accionamiento libre (ciega). Perilla interior de accionamiento libre (ciega). Se recomienda para recámaras, armarios y cualquier puerta donde no se requiera llave.

Perilla exterior de accionamiento libre con orificio. Perilla interior de accionamiento libre con seguro. Se recomienda para recámaras y baños.

Perilla exterior de accionamiento libre (ciega). Perilla interior de accionamiento libre, con seguro. Se

recomienda para patios y terrazas.

04 Perilla exterior de accionamiento libre, con cilindro. Perilla interior de accionamiento libre con seguro. Se recomienda para puertas de oficina, recámaras, de pasillos y de entrada.

05 Perilla exterior sin movimiento, con cilindro. Perilla interior de accionamiento libre (ciega). Se recomienda para puertas de entrada, bodegas o áreas públicas

3. Tipo 3.- Cerraduras de embutir, con grados de calidad A, B y C.

Funcionamiento

Descripción

1 Perilla o manija exterior de accionamiento libre, con orificio para de giro. Perilla o manija interior de accionamiento libre, con segu giro. Se recomienda para puertas de intercomunicación o baño.

2 Perilla o manija exterior de accionamiento libre, con orificio para llavín que opera el cerrojo. Perilla o manija interior de accionamiento, libre, con mariposa que opera el cerrojo. Se recomienda para baños.

3 Perilla o manija exterior de accionamiento libre y cerrojo operado con la llave. Perilla o manija interior de accionamiento para puertas de baño, armarios, terrazas y recámaras.

4 Cerrojo con cilindro operado por el exterior únicamente. Se recomienda para ármanos y alacenas

5 Cerrojo operado con cilindros por el exterior y cerrojo operado con mariposa desde el interior. Se recomienda para armarios y

alacenas.

6 Cerrojo operado con cilindro exterior e interiormente. Se recomienda para puertas de entrada auxiliar.

7 Perilla o manija exterior de accionamiento libre y cilíndrico que opera el cerrojo. Perilla o manija interior de accionamiento libre, con mariposa que opera el cerrojo. Se recomienda para puertas de baño, armarios, terrazas y recámaras

8 Perilla o manija exterior de accionamiento libre y cerrojo operado con cilindro. Perilla o manija interior de accionamiento libre y cerrojo operado con cilindro. Se recomienda para puertas de entrada, terraza o patio.

9 Jaladera exterior y cilindros que opera pestillo y cerrojo. Perilla o manija o jaladera interior de accionamiento libre y cilindro que opera cerrojo y/o pestillo. Se recomienda para puertas de entrada principal.

10 Jaladera exterior y cilindro que opera el cerrojo. Jaladera interior y cilindro que opera el cerrojo. Pestillo cilíndrico retráctil que opera al abrir o cerrar. Se recomienda para puertas de aulas.

11 Jaladera exterior con gatillo que opera el pestillo y cilindro, que opera cerrojo y/o pestillo. Jaladera interior con gatillo que opera pestillo y cilindro, que opera cerrojo. Se recomienda para puertas de entrada principal.

12 Jaladera exterior y cilindro, que opera cerrojo y pestillo. Jaladera interior con gatillo, que opera pestillo y cilindro, que opera cerrojo. Se recomienda para puertas de entrada principal.

4. Tipo 4.- Cerraduras de sobreponer, con grado de calidad A, B y C

Funcionamiento

Descripción

01

Cilindro exterior que opera pestillo, excepto cuando se bloquea

con seguro interior. Perilla o tirador interior que opera el pestillo, excepto cuando se bloquea con el seguro. Se recomienda para puertas de rejas, entrada, patio o servicio.

02 Cilindro exterior que opera cerrojo y pestillo excepto cuando se bloquea con seguro interior. Tirador y botón interior que opera pestillo, excepto cuando se bloquea con el seguro y cilindro que opera cerrojo. Se recomienda para puertas de rejas, entrada, patio y servicio.

03 Cilindro exterior que opera cerrojo-pestillo, excepto cuando se bloquea con seguro interior. Cilindro o perilla interior que opera cerrojo pestillo, excepto cuando se bloquea con seguro se recomienda para puertas de reja, entrada, patio o servicio

04 Cilindro exterior que opera cerrojo, excepto cuando se bloquea con seguro interior. Cilindro interior que opera cerrojo, excepto cuando se bloquea con seguro. Se recomienda para puertas de rejas, entrada, patio o servicio y cortinas de abatir.

05 Cilindro exterior que opera cerrojo. Tirador interior que opera cerrojo excepto cuando se bloquea con el cilindro por el exterior.

06 Cilindro común que opera cerrojo exterior e interiormente, excepto cuando se bloquea con seguro interior.

07 Cilindro común que opera cerrojo exterior e interiormente, excepto cuando se bloquea con seguro interior. En determinada posición del cilindro el cerrojo opera libre.

08 Cilindro común que opera cerrojo y doble pestillo exterior e interiormente, excepto cuando se bloquea con seguro interior. Perilla interior que opera el doble pestillo. Se recomienda para puertas de rejas, entrada, patio o servicio.

09 Cilindro común que opera doble cerrojo exterior e interiormente. Se recomienda para cortinas de abatir.

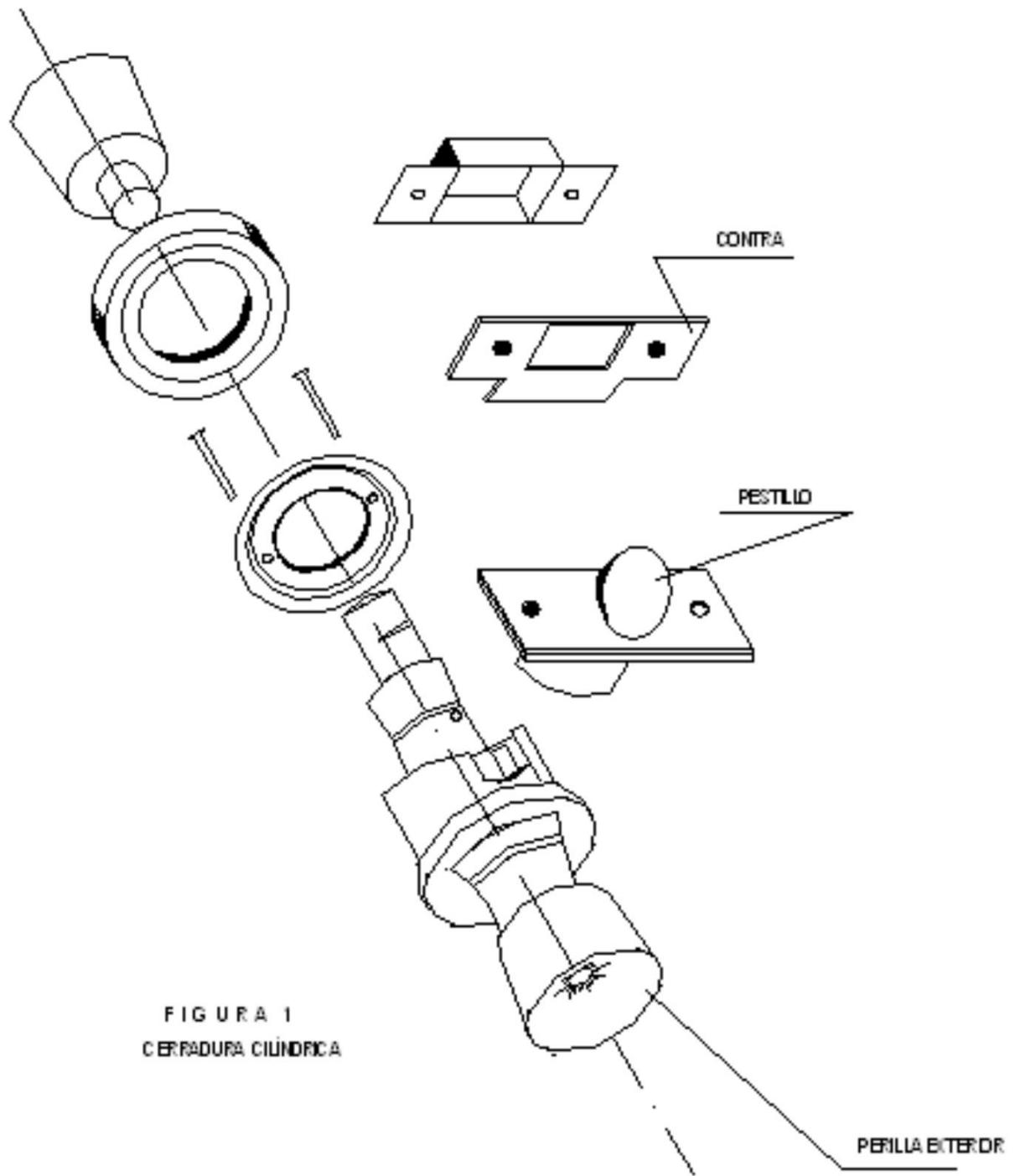


FIGURA 1
CERRADURA CILÍNDRICA

FIGURA 1
CERRADURA CILÍNDRICA

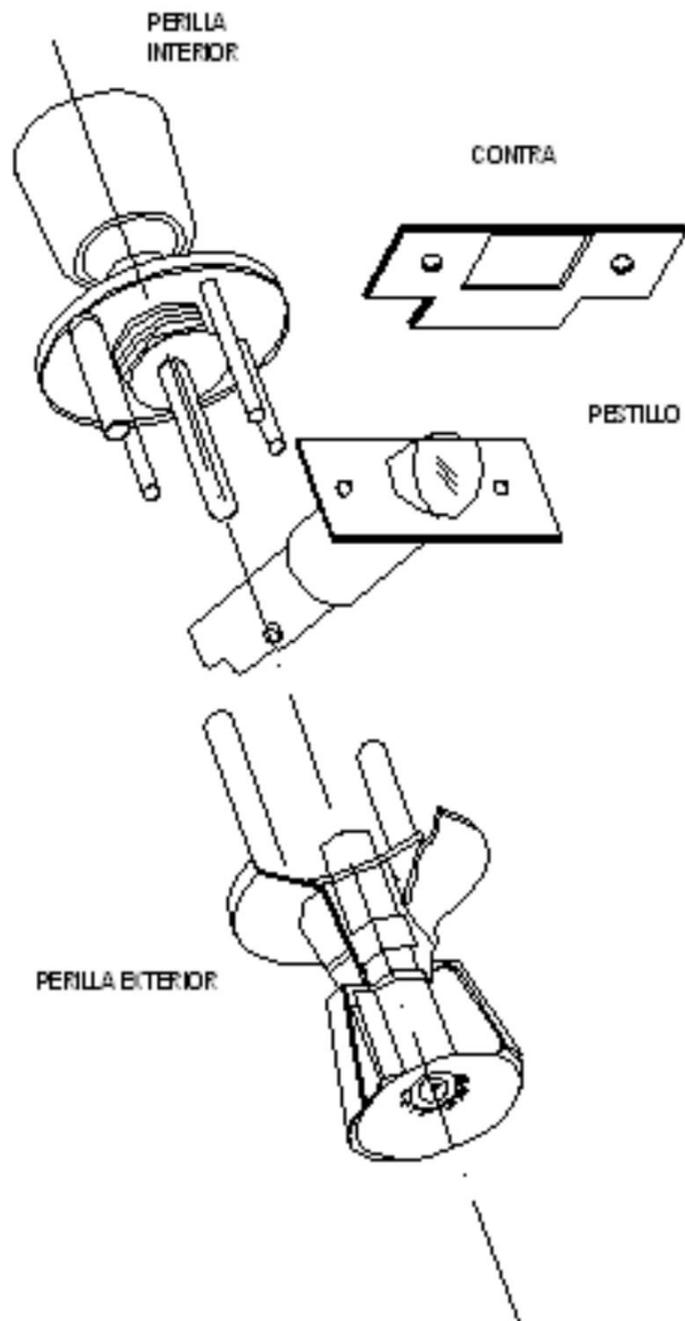


FIGURA 2

CERRADURA TUBULAR



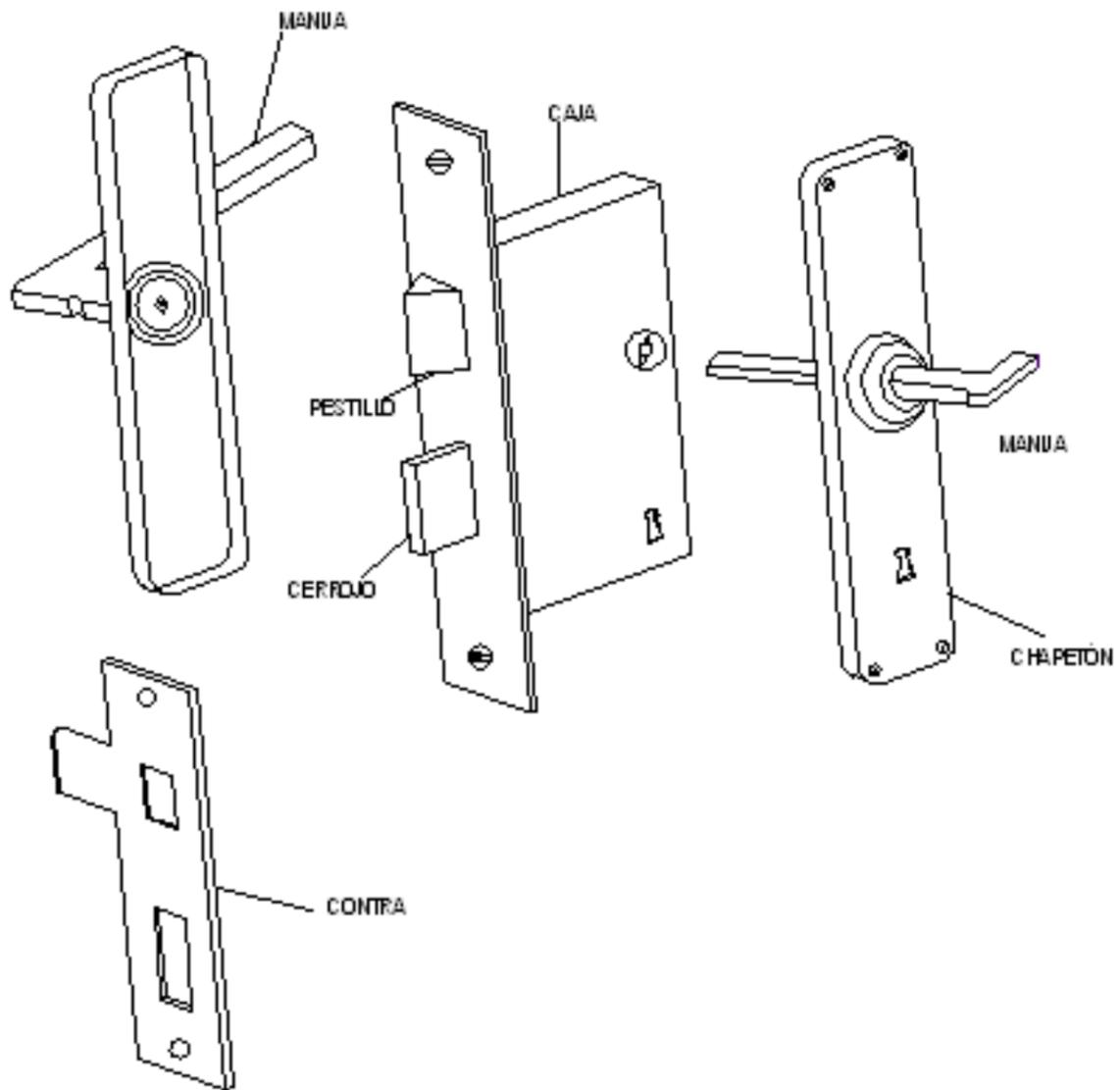


FIGURA 3

CERRADURA DE EMBUTIR

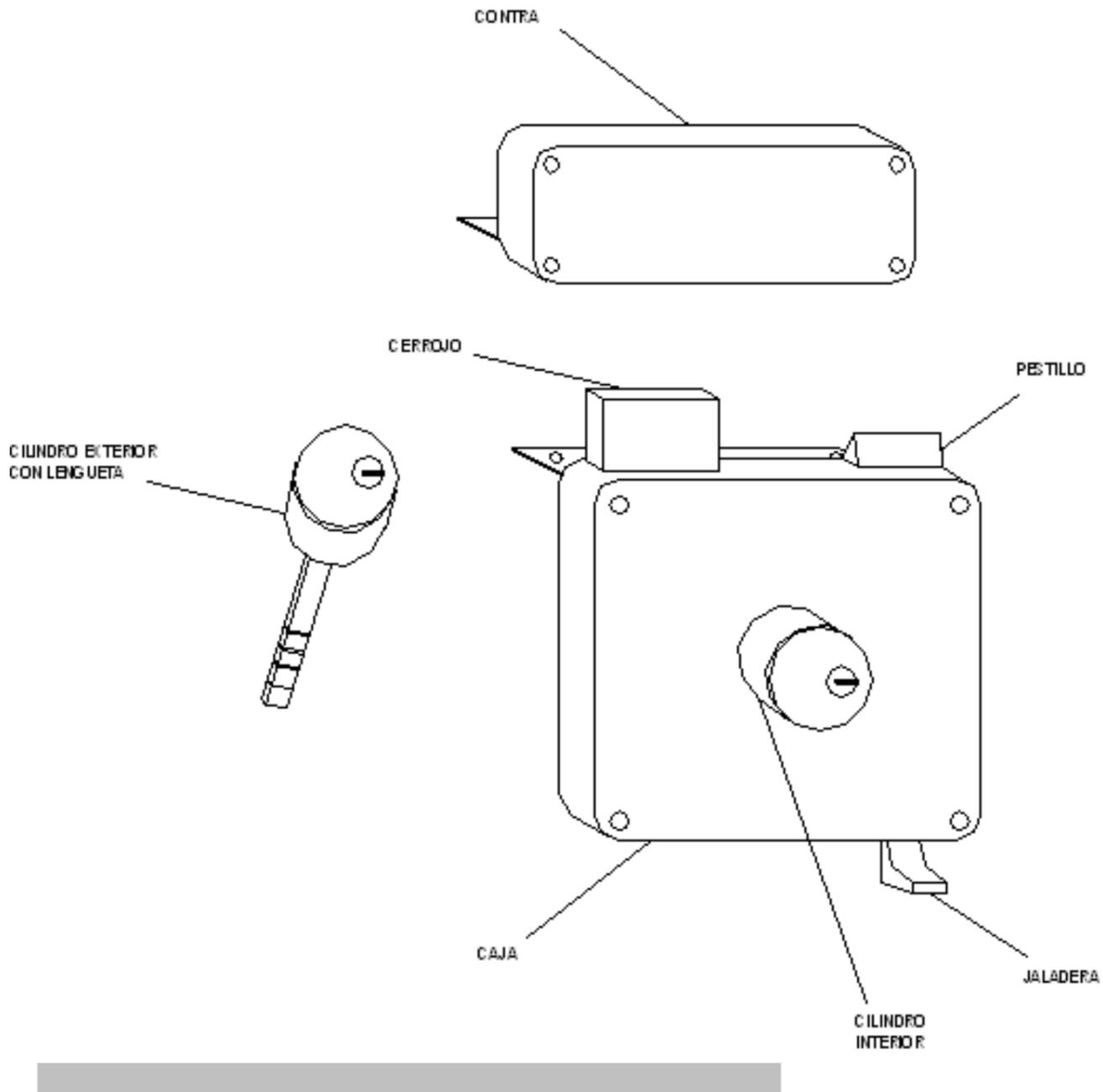


FIGURA 4

CERRADURA DE SOBREPONER

REFERENCIAS

B.01 Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Cerraduras para Puertas y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Vida útil de la cerradura (destruictiva). Resistencia a la retracción (no destructiva). Resistencia a la retracción proyección del pestillo (destruictiva). Resistencia al momento de torsión (destruictiva). Resistencia a la carga vertical (destruictiva). Determinación de la duración del cilindro de la cerradura (destruictiva). Resistencia a la corrosión (destruictiva).	NOM-R-193	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01 Los requisitos indicados en las tablas 1 y 2. Se aplicarán a las cerraduras para puertas.

CIUDAD DE MÉXICO

Requisitos físicos para cerraduras

Especificaciones	Tipos y grados											
	Cilíndricas			Tubulares			Embutidas			Sobrepuestas		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Vida útil de la cerradura (miles de ciclos) mínimo	250	200	175	250	200	175	250	200	175	250	200	175
Resistencia a la retracción de pestillo (en kgf), máximo.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Resistencia a la retracción proyección del pestillo (en miles de ciclos), mínimo.	100	80	60	80	60	40	80	60	40	80	60	40
Manijas y/o perillas. Resistencia a la torsión (en kgf-m), mínima.	2,6	1,5	1,5	2,6	1,5	1,5	2,6	1,5	1,5	--	--	--
Resistencia a la tracción (en kgf), mínima.	100	70	70	100	70	70	100	70	70	--	--	--
Resistencia a la carga vertical (en kgf), mínima	70	50	40	70	50	40	70	50	40	--	--	--
Resistencia al desgaste del cilindro (miles de ciclos), mínimo.	80	60	40	80	60	40	80	60	40	80	60	40
Número de cavidades, mínimo.												
En cilindro de pernos.	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4
Exterior de teclas.	6	6	6	6	6	6	--	--	--	--	--	--
Sin cilindro.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2

Requisitos de resistencia a la corrosión (en horas)

Tipo de material	Tipos y grados											
	Cilíndricas			Tubulares			Embutidas			Sobrepuestas		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Acero inoxidable	300	150	150	300	150	150	300	150	150	300	150	150
Recubierta de pintura	100	70	50	100	70	50	100	70	50	100	70	50
Aluminio anodizado	150	100	60	150	100	60	150	100	60	150	100	60
Laqueado sobre bronce o latón	100	100	60	100	100	60	100	100	60	100	100	60
Cromado sobre latón, bronce o ligas de fundición; plástico.	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30
Galvanizado tropicalizado, latonado o bronceado y laqueado sobre acero o ligas de fundición.	25	18	18	25	18	18	25	18	18	25	18	18
Niquelado	16	12	12	16	12	12	16	12	12	16	12	12



CIUDAD DE MÉXICO

C.02 Marcado y almacenamiento

Según el tipo, funcionamiento y grado de calidad, las cerraduras se marcarán en forma indeleble y permanente, como se indica a continuación:

Tipo	Funcionamiento	Grado de calidad
1	01	A

debiéndose marcar : 1-01-A

- b. La razón social, marca y otros, deberán cumplir con la Norma Oficial Mexicana correspondiente.
- c. Las cerraduras deben ser protegidas para su almacenamiento y transporte con bolsas de plástico, cajas de cartón o similares, con resistencia capaz de soportar el peso propio del producto y un estibamiento máximo hasta de 10 piezas, no debiendo colocarlas junto o en contacto con materiales húmedos o sobre el terreno natural.

MUESTREO Y PRUEBAS

- D.01 De cada lote de 100 piezas se someterá una pieza a todas las pruebas; si muestra falla en alguna de ellas, se muestrearán otras dos y si persiste la misma u otra falla cualquiera, el lote se desechará.
- D.02 La elección de las muestras se llevará a efecto al azar de entre las piezas del lote.
- D.03 Las pruebas y métodos para efectuarlas se llevarán a cabo según lo indique la Norma NOM-R-193.

BASES DE ACEPTACIÓN

- E.01 Los diferentes tipos de cerradura deberán cumplir con lo estipulado en esta Norma, debiendo rechazarse los lotes que no lo hagan, para lo cual se marcarán y retirarán de la obra en caso de que a ésta hubieran sido transportadas.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 038 POSTES PARA SERVICIO DE ALUMBRADO
PÚBLICO

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

- A.01 Son los elementos esbeltos (dos dimensiones son significativamente menores a la tercera), sujetos a una base de sustentación (cimiento y éste al suelo) y cuya función es la de sujetar luminarios elevados.
- A.02 Se clasifican según el material de que están fabricados en postes de acero y postes de concreto y se subclasifican según las características de su forma, longitud y sección en:

Postes de acero

Cilíndrico en varias longitudes y diámetros.

Troncocónicos en varias longitudes y diámetros.

Rectangulares en acero PTR, en varias longitudes y secciones.

Postes de concreto:

Cilíndrico sólido.

Cilíndrico hueco.

Troncocónico sólido

Troncocónico hueco

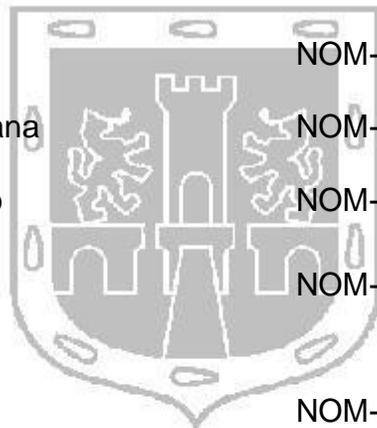
Hexagonal

Octagonal

B.REFERENCIAS

- B.01 Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la calidad de los Postes para Servicio de Alumbrado Público que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muéstreos y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Recubrimientos anticorrosivos	NOM-J-306	SECOFIN
Protecciones anticorrosivas	NOM-U-018	SECOFIN
Tubos sin costura o soldados de acero al carbono formados en frío para usos estructurales	NOM-B-199	SECOFIN
Tubos de acero al carbono, sin costura o soldados, conformados en caliente para usos estructurales	NOM-B-200	SECOFIN
Postes de acero troncocónicos empleados en la conducción de energía eléctrica	NOM-J-380	SECOFIN
Cemento Pórtland	NOM-C-001	SECOFIN
Cemento Pórtland puzolana	NOM-C-002	SECOFIN
Agregados para concreto	NOM-C-111	SECOFIN
Agua para concreto	NOM-C-122	SECOFIN
Reactividad potencial de los agregados	NOM-C-271	SECOFIN
Concretos	MANUAL ACI	ACI
Postes de concreto sección octagonal	NOM-C-016	SECOFIN
Postes de concreto sección octagonal	I.5.0	CFE
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.



CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01 Químicos

La composición química del acero de los postes, debe cumplir con lo establecido en las normas de referencia, atendiendo a los dos niveles de análisis, de colada y de producto, tomando en consideración las tolerancias allí establecidas.

Al igual que en el inciso anterior, la composición química de los cementos, como componentes de los concretos para fabricar postes, deberán cumplir con los requisitos establecidos en las NOM-C-001 y NOM-C-002 según el tipo de cemento utilizado en la fabricación del concreto.

C.02 Físicos

Postes de acero

Límite de fluencia.- El acero empleado en postes, debe tener un límite de fluencia no menor a:

Cilíndrico	2,500 kgf/cm ²	(245 MPa)
Troncocónico	2,500 kgf/cm ²	(245 MPa)
Rectangular	1,825 kgf/cm ²	(179 MPa)

Resistencia última.- El acero empleado en postes, debe tener una resistencia a la ruptura no menor a:

(402 MPa)

Cilíndrico	4,100 kgf/cm ²	(402 MPa)
Troncocónico	4,100 kgf/cm ²	(402 MPa)
Rectangular	3,300 kgf/cm ²	(323 MPa)

Alargamiento.- Al rompimiento de la probeta en la tensión, el alargamiento mínimo en 50.0 mm de longitud calibrada, no debe ser inferior a:

Cilíndrico	23%
Troncocónico	23%
Rectangular	28%

Resistencia a la flexión.- La resistencia a la flexión de los postes, debe

ser tal que aplicando una fuerza con magnitud según el tipo de tubo, en un extremo que estará libre de apoyo y sujeto el otro a manera de empotramiento (en caso de poste troncocónico, el extremo empotrado será el de mayor diámetro), no deben presentarse deformaciones permanentes en cualquier sección del tubo. La magnitud de la fuerza debe calcularse en función de la resistencia nominal del acero en su límite de fluencia dividida entre 1.25; También será función de la sección más fatigada y de la posición de la fuerza con respecto de la citada sección la que dependerá de la longitud del tubo.

Deflexiones extremas.- Las deflexiones en los puntos de aplicación de la carga utilizada para verificar resistencia, no serán mayores a aquellas calculadas con las expresiones para ello aplicables de la mecánica de materiales para cada caso de poste probado. Para postes troncocónicos, además de verificar la prueba de deflexión anterior, deberán probarse ante cargas de 750 kg y en ningún caso se admitirá que la deflexión pase de los siguientes valores:



Tipo de poste	Longitud (m)	Peso (kg)	Deflexión máxima (cm)
A 13	12.60	403	56
A 14	13.90	463	68
A 15	15.20	527	82
A 17	17.00	621	98

Aspecto exterior.- La presentación externa de este tipo de postes debe ser lisa, exenta de escoriaciones, laminaciones, oxidaciones perjudiciales, aberturas por mal soldado (sin soldadura con costura) u ocasionadas por golpes, deformaciones locales ni generales mayores a las estipuladas en la calidad dada por las Normas Mexicanas, según el tipo de producto y recubiertas tanto en su interior como exterior con pintura anticorrosiva a nivel primario, debiendo cumplir las siguientes características:

6.1 Recubrimiento interior.- La preparación de la superficie debe hacerse con una limpieza manual o mecánica seguida de un desgrasado con disolvente (véase NOM-J-306). El pintado debe hacerse con un primario a base de óxido de hierro-cromato de zinc-vinil alquidálico con espesor no menor a 38 micras.

6.2 Recubrimiento exterior.- Además de hacer lo señalado para recubrimiento interior, dar una segunda mano de alquidálico con espesor de 38 micras, como mínimo.

Dimensiones.- Las dimensiones de los postes deben cumplir con lo señalado en la NOM-B-200 para tubos de sección cilíndrica circular con la NOM-B-199 para los tubos de sección no circular y con los catálogos de fabricación para los tubos de sección rectangular en PTR.

Postes de concreto.- Los postes de concreto deberán cumplir con lo establecido en la NOM-C-016, con lo indicado en la Norma I.5.0 de la CFE y con lo señalado a continuación.

Resistencia de concreto.- El concreto empleado deberá tener una resistencia mínima de 300 kgf/cm^2 a los 28 días de edad y ser elaborado con cemento tipo I.

Módulo de elasticidad del concreto.- Los cilindros de muestra obtenidos del concreto elaborado para postes, deberán someterse a la prueba de compresión para determinar el módulo de elasticidad, el que no deberá ser menor a:

10,000 f`c

Resistencia a la flexión del poste.- La resistencia a la flexión debe ser tal que aplicando una fuerza en un extremo, con magnitud según el tipo de tubo, y sujeto el otro extremo a manera de empotramiento (en caso de poste troncocónico, el extremo de empotramiento debe ser el de mayor diámetro), resista a la ruptura, una carga mayor o igual a:

TIPO DE POSTE	PESO (kg)	RESISTENCIA (kg)
c-7-900	550	600
c-7-450	670	450
c-11-500	910	500
c-11-700	950	700
c-13-600	1,400	600

Acero de refuerzo.- La varilla será corrugada y de grado 42, con las características de resistencia en la fluencia, máxima y de alargamiento indicadas en la NOM-B-006.

Los estribos de alambón de acero de 1/4" de diámetro y con grado 25 (2500 kgf/cm²).

Cementos.- Se empleará en la fabricación del concreto, cemento portland tipo I o puzolánico los que deberán cumplir con lo establecido en las NOM-C- y NOM-C-002 respectivamente.

Agregados.- Los agregados pétreos y el agua deben cumplir con lo establecido en las NOM-C-111 y la NOM-C-122 no debiendo tener el agregado grueso tamaños mayores a 20 mm ni exceder el contenido de finos en 1% del peso, evitando en lo posible los contenidos de materias orgánicas o sales; el agregado fino no debe tener tamaños mayores a 5.5 mm y su contenido de finos no debe ser mayor a 3% en peso (arcilla y polvos).

Reactividad a la alcalinidad.- La reactividad de los agregados con los álcalis de los cementos empleados en la fabricación de postes, debe cumplir con lo señalado en la NOM-C-271.

Dimensiones.- La longitud de los postes puede variar en hasta $\pm 1\%$. Las dimensiones transversales exteriores pueden variar en $+ 5\%$ y las interiores en hasta -5% . No se aceptan variaciones en menos para las dimensiones exteriores ni en más para los interiores. La curva máxima no debe exceder del 0.4% de su longitud total, midiendo la flecha con relación a la cara externa más deformada del poste.

Aspecto exterior.- El aspecto externo debe ser liso con acabado equivalente a colado en cimbra metálica o de madera en triplay de primera, sin oquedades ocasionadas por vibración deficiente, rebordes por el mal junteo o apareamiento de las partes de cimbra, cuarteaduras por deficiencias en el curado, ni cambios de color por efecto de segregación del concreto entre vertidos al molde. Deberán apegarse a lo establecido en la NOM-C-16 y las indicadas por el Departamento.

MUESTREO Y PRUEBAS

D.01 Postes de Acero.- La definición de tamaños de muestra, muestreo y pruebas deberán determinarse de acuerdo con lo siguiente:

Cilíndrico circulares NOM-B-200
Truncocónico circulares NOM-B-380
Rectangulares en PTR NOM-B-199

D.02 Postes de concreto.- La definición de tamaños de muestra, muestreo y pruebas deberán determinarse de acuerdo con lo siguiente:

Sección octagonal NOM-C-016
y con la Norma I.5.0 de la CFE

BASES DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

E.01 Tanto la postería de acero como de concreto, deberá manejarse para efectos de aceptación o rechazo, según la clasificación siguiente:

Resistencia a la flexión	Defecto crítico
Dimensiones	Defecto mayor
Marcado	Defecto menor

Para la característica de resistencia a la flexión, se seleccionará un nivel de inspección de 5-3, con NCA=2.5, para las dimensiones un nivel de inspección 5-4 con NCA=10.0.

La aceptación o rechazo será en función de las tabla que al respecto se encuentran anexas al presente capítulo.

°NCA : Nivel de calidad aceptable.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 039 PIEZAS DE POLIESTIRENO

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Son los elementos fabricados con material liviano, a base de espuma de poliestireno expandido cuyo peso volumétrico debe ser inferior a 17 kg por metro cúbico sólido y compactado en términos volumétricos, producto de los residuos del tratamiento y refinamiento del petróleo.

A.02. Se clasifican en productos para:

Piezas para aligerar losas de concreto.

Piezas para integrar elementos divisorios

Piezas para uso ornamental

Piezas para rellenar huecos en muros de concreto que no deben ser colados.

REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en piezas de Poliestireno y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Concreto hidráulico	3.01.02.008	D.D.F.
Muros divisorios	3.01.02.015	D.D.F.
Resistencia a la compresión	DIN-53421	RFA
Resistencia al corte	DIN-53422	RFA
Resistencia a la flexión	DIN-53423	RFA
Contenido de aire	NOM-C-165	SECOFIN

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos

Peso volumétrico.- El peso volumétrico debe ser inferior a 17 kg/m^3 pero no menor a 10 kg/m^3

Resistencia a la compresión.- El esfuerzo de compresión debe estar comprendida entre 0.6 y 1.4 kgf/cm^2 , pero debe soportar una carga uniforme que transmita un esfuerzo de 125 kgf/cm^2 sin que se deforme más de 5 mm .

Resistencia al corte.- Debe estar comprendida entre 4.5 y 7.0 kgf/cm^2 , pero una pieza de sección de $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ debe soportar sin romperse una carga de 31.25 kgf o la equivalente proporcional en una pieza de sección diferente.

Configuración externa.- Las superficies deben ser planas, con una deflexión no mayor a 1 mm , medido conforme a lo señalado en la cláusula D. La corrugación debe ser tal que no permita introducir partículas mayores al equivalente de una partícula prismática de $2.5 \times 2.5 \times 2.5 \text{ mm}$.

Contenido de aire.- Las piezas deben estar constituidas por pequeñas esferas de poliestireno pegadas entre si, que contengan hasta un 98% de aire respecto del volumen total.

Conductividad.- El coeficiente de conductividad del poliestireno a 10°C de temperatura debe ser cuando más de $117.235/\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$ ($0.28 \text{ kcal./m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$), para evitar la transmisión y pérdida del calor generado en el concreto de manera rápida a su contacto o en la interacción con espacios abiertos.

MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El peso volumétrico deberá determinarse de la siguiente manera:

Se medirán la pieza o piezas de la muestra en sus dimensiones, largo, ancho, y grueso y se obtendrán sus volúmenes; luego se pesarán en báscula con precisión de 0.1% del peso y se determinará el peso volumétrico promedio en función de la siguiente expresión:

$$P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

$$V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$P_v = \frac{\dots}{n}$$

En donde:

P_v = es el peso volumétrico buscado.

P_1, P_2, \dots, P_n = son los pesos de las n piezas de la muestra.

V_1, V_2, \dots, V_n =son los volúmenes de las n piezas de la muestra

n = es el número de piezas probadas.

- D.02. Resistencia a la compresión.- Este requisito se verificará de acuerdo con lo establecido en la Norma DIN-53421; en cuando al primer requisito y en cuando al segundo se colocará un peso uniformemente distribuido en la superficie más amplia de la pieza debiendo estar apoyada en la superficie opuesta en toda su amplitud y uniformemente. La carga será tal que suministre un esfuerzo vertical a la pieza de 12.5 kgf/cm². Se tomará el desplazamiento sufrido por la placa de transmisión de la carga y la de sustentación, entre las situaciones antes y después de aplicar la carga, esperando un tiempo de por lo menos 5 minutos para permitir la deformación.
- D.03. Resistencia al corte.- Se verificará de acuerdo con lo establecido en la Norma DIN 53422.
- D.04. Resistencia a la flexión.- En cuanto al primer requisito, de resistencia a la flexión se verificará de acuerdo con lo establecido en la Norma DIN 53423; en cuanto al segundo requisito se probará tomando en consideración una pieza de sección cuadrada de x centímetros de lado, apoyada en sus extremos y aplicándole una carga concentrada del equivalente proporcional a la sección probada, tomando como referencia que a una sección de 50 x 50 cm debe aplicársele una carga de 32.25 kg.
- D.05. Configuración externa.- La deflexión se medirá colocando una regla con superficie completamente plana que abarque en longitud toda la pieza. La deflexión máxima se medirá de la regla a la parte más alejada de la superficie de la pieza.
- D.06. Contenido de aire.- Se deberá verificar mediante la prueba que para el efecto tiene, la norma NOM-C-165.
- D.07. Muestreo en almacén.- Deben tomarse 5 piezas de cada 1,000 para verificar

cada uno de los requisitos que se han mencionado en la cláusula C.

De los resultados, si dos o más piezas no cumplen cualquiera de los requisitos establecidos, se investigará si el producto comprende piezas de un solo fabricante; si son varios, se aplicará el análisis del producto por fabricante para detectar cual o cuales fabricantes son los que no cumplen para rechazar su producto.

- D.08. Muestreo en el proceso productivo.- Debe tomarse el historial estadístico de resultados de pruebas para cada una de las características en esta Norma, de las que para muestras de tamaño mayor a 30 y a promedio de grupos de más de 6 muestras se haya determinado promedio y desviación estándar. Con esta información se procederá a determinar el tamaño de muestra mediante la expresión.

$$n = \frac{s^2 \times z^2}{e^2}$$

en donde :

n = tamaño de la muestra (número de elementos que deberán formar parte del estudio)

s = desviación estándar.

Z = valor que está en función del nivel de confianza con que deseamos obtener los resultados.

e = error o desviación máxima permitida entre el resultado a obtener y el real del inverso estudiado.

BASES DE ACEPTACIÓN

- E.01. De las piezas probadas en todas las características aquí señaladas, cuando menos el 60% deben pasar todos los requisitos, de lo contrario se rechazará el o los lotes.

DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Sustancias que se emplean para unir de modo duradero, dos superficies del mismo o diferentes materiales de uso común en la construcción.

A.02. Los adhesivos se clasifican:

a. Por su origen:

1. Vegetales
 - 1.1 Almidón
 - 1.2 Dextrina
 - 1.3 Esteres celulósicos
 - 1.4 Gomas
 - 1.5 Hule
2. Minerales
 - 2.1 Cemento
 - 2.2 Bitumen o betún
 - 2.3 Alquitrán de hulla
3. Animales
 - 3.1 Caseína
 - 3.2 Colágeno
4. Sintéticos
 - 4.1 Elastómeros
 - 4.2 Polisulfuro
 - 4.3 Acrílicos
 - 4.4 Poliésteres
 - 4.5 Hules
 - 4.6 Aglutinantes tixotrópicos
 - 4.7 Resinas epóxicas
 - 4.8 Cloruro de polivinilo (PVC)

b. Por el medio o base (solvente) en el que los componentes de adhesivos estén disueltos o difusos.

1. Agua
2. Sintéticos

- 2.1 Aromáticos
- 2.2 Alifáticos
- 2.3 Nafténicos
- 2.4 Oxigenados
- 2.5 Cetonas
- 2.6 Esteres

c. Por su uso, para unir:

- 1. Concreto hidráulico nuevo a viejo
- 2. Concreto hidráulico nuevo o viejo a placas metálicas
- 3. Morteros a muros de tabique y/o elementos de concreto hidráulico
- 4. Concreto hidráulico fisurado (por inyección)
- 5. Azulejos y piezas de cerámica, mármol y losetas vidriadas en muros con superficies porosas o lisas.
- 6. Aplanados de yeso y/o tirol a muros y plafones
- 7. Recubrimientos de papeles policromados sobre:
 - 7. 1 Madera
 - 7. 2 Elementos de concreto
 - 7. 3 Aplanados de yeso o mortero

8. Losetas vinílicas o asfálticas en pisos de:

- 8. 1 Madera
- 8. 2 Mosaico
- 8. 3 Cemento

9. Parquet sin machihembrado a:

- 9. 1 Madera
- 9. 2 Mosaico
- 9. 3 Cemento

10. Hule sobre:

- 10.1 Concreto hidráulico
- 10.2 Lámina
- 10.3 Mosaico
- 10.4 Madera

11. Poliuretano a:

- 11.1 Superficies metálicas (acero galvanizado, aluminio)
- 11.2 Concreto

- 11.3 Madera
- 11.4 Poliestireno

12. Fibra de vidrio sobre:

- 12.1. Superficies metálicas (fierro galvanizado, aluminio)
- 12.2 Concreto
- 12.3 Madera

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad de los adhesivos que se utilizan en las obras de las instalaciones a cargo de la Administración Pública del Gobierno de la Ciudad de México.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. Este capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	CAPITULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Industria de la Construcción - Sistemas de Adhesivos a Base de Resinas Epóxicas para Concreto Hidráulico - Especificaciones y Método de Ensayo	NMX-C-241	ONNCCE
Industria de la Construcción - Mezclas Adhesivas para Instalación de Recubrimientos Cerámicos y Piedras Naturales - Especificaciones y Métodos de Prueba – Parte 1: Base Cementantes Hidráulicos	NMX-C-420-1	ONNCCE
Acuerdo que fija el contenido neto, tolerancias e información comercial de las presentaciones de adhesivos base agua, envasados. *Fecha en que se publicó el acuerdo en el Diario Oficial de la Federación	11- VIII-88*	SECOFI
Acuerdo que fija el contenido neto, tolerancias e información comercial de las presentaciones de adhesivos base solvente orgánico, envasados. * Fecha en que se publicó el acuerdo en el Diario Oficial de la Federación.	10- VIII-88*	SECOFI
Adhesivos - Determinación de la resistencia a la tracción por cizallamiento de conjuntos de rígido a rígido.	4587	ISO

CONCEPTO	CAPITULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Adhesivos - Directrices para la preparación de superficies de metales. Norma Anulada 17/05/2004	4588	ISO
Adhesivos - Uniones adhesivas de madera a madera - Determinación de la resistencia al corte por carga de tracción. Norma Anulada 30/11/2017	6237	ISO
Adhesivos - Uniones adhesivas de madera a madera - Determinación de la resistencia al corte por carga de compresión. Norma Anulada 06/08/2018	6237	ISO
Adhesivos. Determinación de la resistencia a la tracción de las juntas a tope. Norma Anulada 17/03/2008	6922	ISO
Adhesivos - Prueba de despegado para un conjunto de muestra de prueba de unión flexible a rígida - Parte 1: desprendimiento de 90 grados.	8510-1	ISO
Adhesivos – Ensayo de pelado para una unión encolada de adherente flexible sobre rígido - Parte 2: pelado a 180 grados.	8510-2	ISO
Adhesivos - Guía para la selección de condiciones de envejecimiento normalizadas de laboratorio para someter a ensayo juntas pegadas.	9142	ISO
Adhesivos. Métodos de ensayo para la resistencia a la fatiga por esfuerzo de cizalla de adhesivos estructurales.	9664	ISO
Adhesivos. Determinación de cizallamiento. Comportamiento de los adhesivos estructurales. Parte 2. Método de prueba de tracción utilizando adherentes gruesos. Norma Anulada 20/12/2001	11003-2	ISO
Muestra de uniones metálicas, resistencia a la cizalladura.	D 1002	ASTM

CONCEPTO	CAPITULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Guía definitiva para los ensayos de tracción en plásticos.	D 638	ASTM
Especificación estándar para aislamiento térmico de poliestireno celular rígido.	C 578	ASTM
Métodos de prueba estándar para la resistencia a la compresión de morteros superficies monolíticas y concretos de polímeros.	C 579	ASTM
Plásticos. Determinación de las propiedades de flexión.	178	ISO
Ensayo de compresión de plásticos rígidos.	D 695	ASTM
Parte 1: Determinación de la retracción lineal de los polímeros y de los sistemas de protección superficial (SPS).	12617-1	EN
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto) Métodos.	13412	EN
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto). Métodos de ensayo. Determinación del coeficiente de dilatación térmica.	1770	EN
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto). Métodos de ensayo. Determinación de la temperatura de transición vítrea de los polímeros.	12614	EN
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto). Métodos de ensayo. Determinación de la durabilidad de los productos para unión estructural.	13733	EN
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto). Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 4: Adhesión estructural.	1504-4	EN

Vigencia a partir del 25 de septiembre del 2019

040-005

CONCEPTO	CPITULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto). Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 9: Principios generales para el uso de productos y sistemas.	1504-9	EN
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto). Métodos de ensayo. Determinación de la adhesión por tracción directa.	1542	EN
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto). Métodos de ensayo. Determinación de la adhesión concreto-concreto.	12636	EN
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto). Métodos de ensayo. Determinación de la resistencia al cizallamiento.	12615	EN
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto). Métodos de ensayo. Determinación de la resistencia a compresión de los morteros para reparación.	12190	EN
Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón (concreto). Métodos de ensayo. Determinación de la adhesión acero-acero para la caracterización de los productos para unión estructural (adhesivos).	12188	EN

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los adhesivos deben estar compuestos por los elementos básicos siguientes:

- a. Resinas, que le dan las propiedades físico-químicas de adherencia y solventes, que es el vehículo que contiene la resina. Además, pueden contener otras sustancias para mejorar o modificar sus propiedades, tales como:

- b. Cargas minerales, materiales que al tiempo de dar dureza y resistencia al rayado economizan resinas.
- c. Pigmentos, para dar color y poder cubriente al adhesivo.
- d. Aditivos.

C.02. Las resinas más usuales en la fabricación de adhesivos se indican a continuación.

a. Naturales

1. Vinsol, proveniente de la madera.
2. Lignina (ligno sulfonato de calcio y sodio)
3. Brea, residuos de la destilación de la trementina

b. Resinas artificiales

1. Acetato de polivinilo PVA
2. Acrílicas, provenientes del ácido acrílico
3. Estiren-acrílicas
4. Epóxicas
5. Poliuretano
6. Poliéster
7. Vinílicas
8. Hule sintético (neopreno)



C.03. Los solventes deben ser los adecuados para proporcionar al adhesivo la densidad, la viscosidad, la flexibilidad, los tiempos de trabajo y secado, y demás propiedades requeridas en cada aplicación particular, a la temperatura óptima.

C.04. Entre los pigmentos se pueden usar bióxido de titanio, óxido rojo, óxido amarillo, ftalocianina verde o azul y cromatos, según sea lo indicado para la combinación resina-solvente.

C.05. Los aditivos que se agreguen en dosificaciones pueden variar entre el 0,01% al 2,5% del peso del producto adhesivo constituido, o en el porcentaje que, por características propias del producto, determine el fabricante, pueden ser:

- a. Formaldehidos, para evitar proliferación de bacterias.
- b. Plastificantes
- c. Espesantes
- d. Anti-espumantes
- e. Tenso-activos, para romper la tensión superficial
- f. Catalizadores
- g. Amidas y poliamidas

C.06. Cuando se requieran cargas minerales podrán usarse, entre otros:

- a. Arenas sílicas o de cuarzo
- b. Caolín
- c. Fibra de vidrio
- d. Polietileno de alta densidad
- e. Carbonato de calcio
- f. Bentonita
- g. Diatomita

C.07. El adhesivo de dos componentes diseñado para reparar, unir y sellar elementos estructurales primarios de concreto hidráulico, colados en sitio y pre esforzados (después de 28 días de curado sobre su superficie seca, firme y limpia), elementos secundarios (cadenas, castillos, muros de mampostería), concreto hidráulico simple endurecidos, mortero cemento-arena, entre otros, para fraguado normal, para fraguado lento, debe tener las características de calidad siguientes:

- a. El adhesivo debe contener en su composición, insumos de calidad controlada, como pueden ser a base de resinas epóxicas, áridos de granulometría fina y aditivos, entre otros; que permitan la función a desempeñar establecida en las especificaciones de proyecto.
- b. La mezcla de los componentes (base y catalizador), debe hacerse vertiéndose uno en el otro según establezca el fabricante y homogeneizar los componentes mediante un agitador mecánico con bajo número de revoluciones. Por ningún motivo se deben realizar mezclas parciales de los componentes, debido a que no es posible garantizar la dosificación correcta en campo.
- c. Una vez preparada la mezcla de los dos componentes (base y catalizador), ésta debe proporcionar el tiempo suficiente de trabajabilidad antes de endurecer y permitir que los cambios de temperatura ambiente desde 278K a 296K (5 °C a 23 °C) y mayores estén considerados en el desempeño de la calidad de la mezcla para ser aplicada sobre o en los sustratos.
- d. La valoración de la calidad del adhesivo epóxico debe acreditarse con el cumplimiento de las especificaciones que se muestran en la Tabla 1 a la que se debe considerar, además, que la consistencia de este producto sea

una pasta densa tixotrópica, con una masa volumétrica de 1 500 kg/m³ y cuya coloración puede variar según fabricante; además, su duración en almacén en envase original no abierto, debe ser cuando menos 24 meses a temperaturas que pueden variar entre 283K y 303K (10 °C y 30 °C).

TABLA 1 Propiedades que deben cumplirse en la aplicación de la mezcla de adhesivos epóxicos bi componentes y tixotrópicos, para unir, reparar y sellar elementos estructurales

Tiempo de aplicación del adhesivo para trabajabilidad apropiada		
a 283K (10 °C) en minutos	60	150
a 296K (23 °C) en minutos	40	60
a 303K (30 °C) en minutos	25	35
Tiempo de fraguado		
a 283K (10 °C) en horas	7 a 8	14 a 16
a 296K (23 °C) en horas	3 a 3,5	4 a 5
a 303K (30 °C) en horas	1,5 a 2	2 a 3,5
Característica universal de la mezcla		
Residuos sólidos %	100	100
Adhesión del concreto hidráulico-acero (rotura del soporte en N/mm ²)	>3	>3
Adhesión del concreto hidráulico con fibra de carbono en N/mm ²	>3	>3
Adhesión acero-acero, según ASTM D-1002, en N/mm ²	19	19
Resistencia a tracción, según ASTM D-638, en N/mm ²	30	30
Alargamiento a tracción según ASTM D-638 en %	1	1
Resistencia a flexión, según ISO 178, en N/mm ²	40	40
Módulo elástico a flexión, según ISO 178, en N/mm ²	4 000	4 000
Resistencia a compresión, según ASTM-C-579, en N/mm ²	70	70
Módulo elástico a compresión, según ASTM-C-579 en N/mm ²	8 000	8 000
Consumo por milímetro de espesor en kg/m ²	1,5 a 1,6	1,5 a 1,6

Además, como complemento al adhesivo epóxico, sin disolventes, de dos componentes pre dosificados para mezclarse entre ellos antes de su uso; diseñado para reparar, unir y sellar elementos estructurales primarios de concreto hidráulico colados en sitio, pre esforzados y elementos secundarios señalado en el subinciso C.07 de este capítulo, puede utilizar previamente una resina epóxica super fluida para ser inyectada a baja presión en sustratos con fisuras provocadas por sobrecargas, golpes, movimientos sísmicos; entre otros.

- C.08. El adhesivo epóxico de viscosidad media (consistencia gelatinosa), exento de disolventes, de dos componentes, diseñado para impregnar tejido, o mallas que se colocarán sobre superficies de concreto hidráulico fisurado o agrietado dañado por sismo, mediante el "sistema seco", debe tener las características de calidad siguientes:

- a. La mezcla de los componentes (base y catalizador), debe hacerse vertiéndose uno en el otro según establezca el fabricante y homogeneizar los componentes mediante un agitador mecánico con bajo número de revoluciones preferentemente. Por ningún motivo se deben realizar mezclas parciales de los componentes, debido a que no es posible garantizar la dosificación correcta en campo.
- b. Una vez preparada la mezcla de los dos componentes (base y catalizador), ésta debe proporcionar el tiempo suficiente de trabajabilidad (40 minutos mínimo) antes de endurecer y permitir que los cambios de temperatura ambiente desde 278K a 303K (5 °C a 30 °C) y mayores estén considerados en el desempeño de la calidad de la mezcla para ser aplicada sobre o en los sustratos.
- c. La valoración de la calidad del adhesivo epóxico de viscosidad media debe acreditarse con el cumplimiento de las especificaciones que se muestran en la Tabla 2, a la que se debe considerar además, que la consistencia de este producto debe ser una pasta gelatinosa, con una masa volumétrica de 1 060 kg/m³, una viscosidad de 7 000 mPas y cuya coloración puede variar según fabricante; además, su duración en almacén en envase original no abierto, debe ser cuando menos 24 meses a temperaturas que pueden variar entre 283K y 303K (10 °C y 30 °C).

TABLA 2. Datos de aplicación de la mezcla de adhesivo epóxico de viscosidad media de consistencia gelatinosa, exento de disolventes, de dos componentes, diseñado para impregnar tejido o mallas

Tiempo de aplicación del adhesivo para trabajabilidad apropiada	
a 283K (10 °C) en minutos	60
a 296K (23 °C) en minutos	40
a 303K (30 °C) en minutos	20
Tiempo de fraguado	
a 283K (10 °C) en minutos	90
a 296K (23 °C) en minutos	50
a 303K (30 °C) en minutos	30
Temperatura de aplicación	278K a 303K (5 °C a 30 °C)
Endurecimiento completo	7 días
Adhesión del concreto hidráulico (rotura del soporte en N/mm ²)	>3 (después de 7 días a 296K (23 °C))
Resistencia a tracción, según ASTM-D-638 en N/mm ²	40
Alargamiento a tracción, según ASTM-D-638, en %	1,8
Resistencia a la compresión, según ASTM-D-695, en N/mm ²	70

Resistencia a flexión, según ISO 178, en N/mm ²	70
Módulo elástico a flexión, según ISO 178, en N/mm ²	3 000
Resistencia a compresión en N/mm ²	70
Módulo elástico a la compresión, según ASTM-D-695, en N/mm ²	1 400

Consumo por milímetro de espesor en kg/m² En función del tipo de tejido (unidireccional, bidireccional o cuadriaxial)

Una vez aplicado el adhesivo epóxico de viscosidad media (consistencia gelatinosa), exento de disolventes, de dos componentes, diseñado para impregnar tejido o mallas que se colocarán sobre superficies de concreto hidráulico fisurado o agrietado dañado por sismo, mediante el "sistema seco", señalado en el subinciso C.08. de este capítulo, se debe aplicar una pasta a base de resinas epóxicas, inertes seleccionados, de grano fino y aditivos especiales para regularizar las superficies de estructuras de concreto hidráulico que deban ser reparadas o reforzadas mediante el tejido de fibras de carbono o fibra de vidrio.

C.09. El adhesivo, sin disolventes (consistencia fluida), diseñado para unir concreto hidráulico nuevo a viejo, unir concreto hidráulico a acero y para el sellado monolítico de fisuras.

El adhesivo debe contener en su composición, insumos de calidad controlada, como pueden ser a base de resinas epóxicas y aditivos, entre otros; que permitan la función a desempeñar establecida en las especificaciones de proyecto y debe tener las características de calidad siguientes:

- a. La mezcla de los componentes (base y catalizador), debe hacerse vertiéndose uno en el otro según establezca el fabricante y homogeneizar los componentes mediante un agitador mecánico con bajo número de revoluciones preferentemente. Por ningún motivo se deben realizar mezclas parciales de los componentes, debido a que no es posible garantizar la dosificación correcta en campo.
- b. Una vez preparada la mezcla de los dos componentes (base y catalizador), ésta debe proporcionar el tiempo suficiente de trabajabilidad que puede variar de acuerdo con la temperatura (90 a 40 minutos) antes de llevar a cabo la adhesión y permitir que los cambios de temperatura ambiente desde 283K a 303K (10 °C a 30 °C) y mayores estén considerados en el desempeño de la calidad de la mezcla para ser aplicada sobre o en los sustratos.

La valoración de la calidad del adhesivo epóxico de consistencia fluida debe acreditarse con el cumplimiento de las especificaciones que se muestran en la

Tabla 3, a la que se debe considerar además, una masa volumétrica de 1 035 kg/m³ y cuya coloración puede variar según fabricante; además, su duración en almacén en envase original no abierto, debe ser cuando menos 24 meses a temperaturas que pueden variar entre 278K y 303K (5 °C y 30 °C); y en la Tabla 4, se muestran los resultados que se deben obtener una vez aplicado el adhesivo epóxico para unir, reparar o sellar el sustrato.

TABLA 3 Requisitos de calidad de adhesivo epóxico, sin disolventes (consistencia fluida), diseñado para unir concreto hidráulico nuevo a viejo, unir concreto hidráulico a acero y para el sellado monolítico de fisuras

Requisitos de calidad de la mezcla de adhesivo epóxico	
Consistencia de la mezcla	Pasta fluida
Masa volumétrica de la mezcla en kg/l	1,35
Tiempo de aplicación del adhesivo para trabajabilidad apropiada	
a 283K (10 °C) en minutos	90
a 296K (23 °C) en minutos	60
a 303K (30 °C) en minutos	40
Tiempo de fraguado	
a 283K (10 °C) en horas	5 a 6
a 296K (23 °C) en horas	3 a 4
a 303K (30 °C) en horas	1,5 a 2,5
Temperatura de aplicación	278K y 303K (5 °C y 30 °C)
Endurecimiento completo	7 días

TABLA 4. Resultados que se deben obtener una vez aplicado el adhesivo epóxico para unir, reparar o sellar el sustrato.

Resultados finales		
Especificaciones de norma (ver la Cláusula de Referencias de este capítulo)	Requisitos de prueba	Resultados del adhesivo
Contracción lineal en %	$\leq 0,1$	0,02 a 296K (23 °C) 0,10 a 343K (70 °C)
Módulo de elasticidad en compresión en N/mm ²	$\geq 2\ 000$	3 000
Coefficiente de dilatación térmica	$\geq 100 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$ (medida entre 248 y 333K) (-25 °C y 60 °C)	$97 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$
Temperatura de transición vítrea	$\geq 313\text{K}$ (40 °C)	>313K (40 °C)
Vigencia a partir del 25 de septiembre de 2019		040-012

Durabilidad (congelación/descongelación y el cálido/húmedo)	De compresión de la carga > de la resistencia a la tracción del concreto hidráulico	Supera la especificación de la norma
Adherencia Concreto hidráulico-acero en N/mm ²	No lo solicita la norma	>3 (rotura del concreto hidráulico)
Resultados unión concreto hidráulico nuevo a viejo		
Resistencia al corte en N/mm ²	≥5	>9
Resistencia a la compresión en N/mm ²	≥30	>70
Resultados unión concreto hidráulico con acero		
Resistencia al corte en N/mm ²	≥12	323K (50 °C) 35 333K (60°C) 37 343K (70°C) 34
Resistencia al corte angular en N/mm ²	323K (50 °C) ≥ 50 333K (60 °C) ≥ 60 343K (70 °C) ≥ 70	323K (50 °C) >73 333K (60 °C) >87 343K (70 °C) >107

C.07. Estos materiales deben envasarse en recipientes hechos con materiales inertes a los compuestos químicos del adhesivo y sellarse herméticamente para evitar la evaporación de la base (agua o solvente, en su caso).

C.08. El fabricante de adhesivos debe indicar claramente en los envases los datos siguientes:

- a. Nombre, fórmula química y descripción del producto.
- b. Nombre o razón social del fabricante.
- c. Propiedades físico-químicas más importantes.
- d. Usos recomendados y condiciones de aplicación.
- e. Rendimiento.
- f. Precauciones en su aplicación y antídotos, en caso de ingestión o contacto.
- g. Fechas de fabricación y de caducidad,
- h. Contenido neto del adhesivo envasado.
- i. La expresión "Hecho en México" o país de procedencia

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Las muestras para verificación de composición química y propiedades físico-químicas del producto, se deben tomar al azar, de la totalidad de unidades que constituyan el lote.

D.02. El tamaño de la muestra para cada tipo de adhesivo y carácter de la prueba se debe determinar de acuerdo con lo que establezca el representante del Gobierno de la Ciudad de México, en función del número de unidades que constituyan el lote, atendiendo a lo especificado en el capítulo 4.01.01.001 de Generalidades, citado en la Cláusula B de Referencias.

D.03. Para la verificación del contenido neto de adhesivos con agua o solvente, se deben seguir los procedimientos fijados en los acuerdos mencionados en la cláusula B de Referencias. El tamaño de la muestra no debe ser menor a:

UNIDADES DEL LOTE	UNIDADES DE MUESTRA
Hasta 50	3
De 51 hasta 150	5
De 151 a 500	8
De 501 a 1 200	13
De 1 201 a 35 000	20

D.04. Para determinar las propiedades físicas de los adhesivos, el representante del Gobierno de la Ciudad de México debe indicar las pruebas y el método a seguir en cada tipo de adhesivo. A título enunciativo, pero no limitativo, se pueden realizar las pruebas siguientes:

- a. Color
- b. Olor
- c. Toxicidad
- d. Peso específico
- e. Materia no volátil
- f. Densidad
- g. Viscosidad
- h. Penetración
- i. Secado al tacto
- j. Secado total
- k. inflamabilidad
- l. Intemperismo acelerado
- m. Resistencia a diversos ambientes:
 - 1. Húmedo
 - 2. Cálido
 - 3. Seco
 - 4. Ácido
 - 5. Alcalino
- n. Resistencia al desprendimiento o exfoliación
- o. Resistencia al esfuerzo cortante
- p. Resistencia al impacto
- q. Resistencia a la tensión
- r. Resistencia a determinados agentes químicos
- s. Propiedades eléctricas

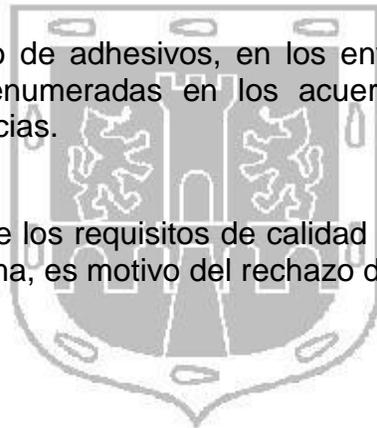
D.05. Para determinar algunas propiedades mecánicas de resistencia, se indican las Normas ISO respectivas, en la Cláusula B de Referencias.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Para aceptar un lote de adhesivos, los resultados de las pruebas deben quedar dentro de las tolerancias que determine para cada caso el representante del Gobierno de la Ciudad de México.

Respecto al contenido de adhesivos, en los envases de lote, deberán cumplir con las tolerancias enumeradas en los acuerdos respectivos citados en la cláusula B de Referencias.

E.02. El no cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos en el contenido de este capítulo de norma, es motivo del rechazo del lote.



CIUDAD DE MÉXICO



LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 041 IMPERMEABILIZANTE A BASE DE MEMBRANAS
CON ASFALTO MODIFICADO

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Producto fabricado mediante una serie de capas consistentes en un núcleo de poliéster o fibra de vidrio, recubierta por ambos lados con película de asfalto modificado y terminada en la parte superior con material granular y en la parte inferior, con arena sílica o una película de propileno.

A.02. Las mezclas asfálticas modificadas que constituyen las capas del producto, están formadas a base de:

Elastómero.- Material natural de tipo SBS (estireno - butadieno - estireno), cuya elasticidad se asemeja a la del hule natural.

Plastómero.- Material plástico del tipo APP (polipropileno atáctico), cuyas deformaciones elásticas permanecen constantes y desaparecen mediante un calentamiento apropiado.

A.03. La membrana modificada se clasifica de acuerdo a:

a.- El tipo de mezcla que la integra:

1.- Mezcla tipo SBS (estireno-butadieno-estireno), con grados de elasticidad mayores del 2 000 % y gran flexibilidad a temperaturas hasta - 30° C y resistente al calor hasta 130° C.

2.- Mezcla tipo APP (polipropileno atáctico), con excelente punto de ablandamiento y gran flexibilidad a temperaturas hasta - 20° C y resistente a esfuerzos mecánicos.

b.- Los componentes que se utilizan para aumentar la resistencia mecánica, indicados en las tablas 1 y 2 de la membrana, deben tener las siguientes características:

1.- Poliéster no tejido de 0.180 kg/m²

2.- Fibra de vidrio de 0.090 kg/m²

c- Su acabado superior:

- 1.- Con gravilla cerámica o reolita pigmentada y esmaltada a fuego con resina de silicón
- 2.- Con arena silicón.

d.- Su acabado inferior:

- 1.- Con película de polipropileno para aplicación por termofusión para mezclas APP y SBS.
- 2.- Con arena sílica para aplicación con adhesivo y/o asfalto oxidado, únicamente para SBS.

REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01 Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la fabricación de Impermeabilizantes a Base de Membranas con Asfalto Modificado y que son tratados en otros capítulos de estas u otras normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas y Bases de Aceptación, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Materiales asfálticos	4.01.01.008	G.D.F.
Métodos de prueba para determinar la viscosidad del asfalto rebajado	NMX-C-96	SECOFI
Material bituminoso. Determinación del tiempo de flotación	NMX-C-100	SECOFI
Métodos de muestreo de materiales bituminosos	NMX-C-203	SECOFI
Viscosidad de emulsiones asfálticas	NMX-C-256	SECOFI

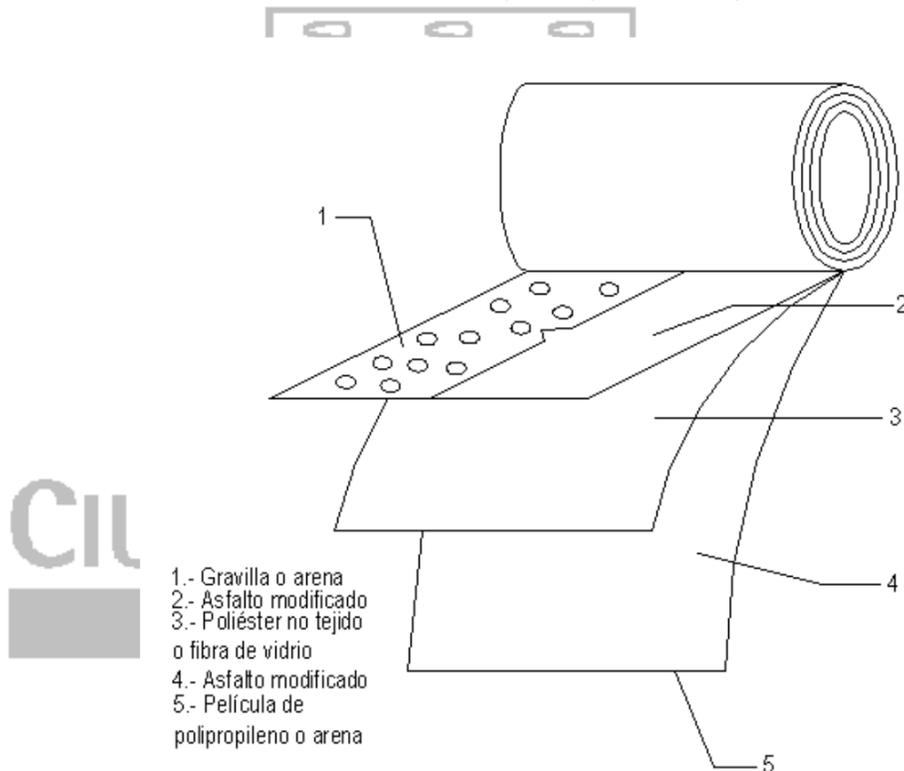
Vigente a partir del 1º de septiembre de 2002
041-02

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Emulsiones asfálticas. Recubrimiento de material pétreo	NMX-C-266	SECOFI
Arena de sílice	NMX-C-330	SECOFI
Método de prueba para determinación de sílice en arena de sílice.	NMX-C-331	SECOFI
Métodos estándar de muestreo y pruebas a hojas impregnadas de material bituminoso.	D-5147	ASTM
Especificación estándar para prefabricado modificado con SBS utilizando fibra de vidrio de refuerzo	D-6163	ASTM
Verificación estándar para prefabricado modificado con SBS, usando poliéster de refuerzo.	D-6164	ASTM
Verificación estándar para prefabricado, dosificado con APP, usando poliéster de refuerzo	D-6222	ASTM
Especificación estándar para prefabricado modificado con APP, usando fibra de vidrio de refuerzo	D-6509	ASTM

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los impermeabilizantes a base de membranas con asfalto modificado, conocidos como membranas bituminosas asfálticas (ver figura 1), deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a.- Tener la suficiente consistencia para adecuarse a las condiciones específicas de diseño y calidad solicitadas en el proyecto.
- b.- El espesor no debe ser menor de 4.50 mm.
- c- Todos sus componentes deben asegurar calidad, duración y textura después de su aplicación, cuidando que se apliquen los procedimientos de colocación especificados por el fabricante.
- d.- El impermeabilizante debe contar con el certificado de calidad, expedido por el proveedor o fabricante, donde se especifique el tiempo de duración mínimo.



- 1.- Gravilla o arena
- 2.- Asfalto modificado
- 3.- Poliéster no tejido o fibra de vidrio
- 4.- Asfalto modificado
- 5.- Película de polipropileno o arena

FIGURA 1.- Componentes de un impermeabilizante a base de membrana asfáltica

C.02.- En la Tabla 1, se muestran las características del impermeabilizante con refuerzo de fibra de vidrio, acabado superior con gravilla y acabado inferior con polipropileno, para aplicación por termo fusión o con arena sílica para aplicación con adhesivos o asfalto oxidado.

TABLA 1.- Características del impermeabilizante con refuerzo de fibra de vidrio

Punto de reblandecimiento	403 K (130°C)
Flexibilidad a baja temperatura	243 K (- 30°C)
Permeabilidad al vapor *	50 máximo
Resistencia a la tensión:	
Longitudinal (kgf/5cm)	30
Transversal (kgf/5cm)	30
Elongación a la ruptura (%):	
Longitudinal	6
Transversal	6
Acabado	polietileno
Absorción de agua	5% máximo respecto a la masa del impermeabilizante

* De acuerdo a la norma ASTM-D-1653

TABLA 2.- Características del impermeabilizante con refuerzo de fibra poliéster

Punto de reblandecimiento	403 K (130°C)
Flexibilidad a baja temperatura	243 K (- 30°C)
Permeabilidad al vapor *	pasa
Resistencia a la tensión:	
Longitudinal (kgf/5cm)	70
Transversal (kgf/5cm)	70
Elongación a la ruptura (%):	
Longitudinal	50
Transversal	50
Acabado	polietileno
Absorción de agua	5% máximo

* De acuerdo a la norma ASTM-D-1653

C.03.- Se debe evitar que el producto presentado en rollo tenga contacto con objetos cortantes, además se debe prevenir el daño en los extremos del mismo.

Los rollos se deben almacenar siempre en posición vertical; sin embargo, se pueden dejar en posición horizontal por periodos cortos, siempre y cuando los rollos contengan un refuerzo al centro provisto de fábrica.

Se aceptarán como máximo dos estibas de rollos, siempre que se utilice una base para estibar. Se deben almacenar en lugares secos, evitando la exposición a la luz solar y se debe dejar suficiente ventilación.

C.04.-Independientemente del tipo de refuerzo y acabado que tenga el impermeabilizante, éste debe resistir sin desprendimiento de la gravilla cerámica el traslado, colocación, flexiones, sacudidas, pisadas y demás movimientos que se originen durante su colocación.

E.- MUESTREO Y PRUEBAS.

E.01.- Se debe muestrear el material básico (asfalto) para garantizar la calidad del producto preparado.

E.02.- El muestreo consiste en obtener una porción representativa del volumen del material asfáltico durante las maniobras de descarga, la que debe incluir además las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras.

E.03- Para el muestreo del material asfáltico almacenado en un solo depósito como tanque fosa o carro tanque, se debe observar si existen cantidades apreciables de impurezas tales como sedimentos, agua, espuma, etc. De ser necesario, se deben tomar muestras de dichas impurezas para su identificación.

E.04.- Los materiales asfálticos líquidos se deben muestrear antes de ser calentados y si no es posible, la muestra debe tomarse a la temperatura que tenga el producto registrado, con aproximación de un grado centígrado 274 K (1°C); los materiales asfálticos sólidos o semisólidos no deben calentarse más que lo indispensable para facilitar el muestreo.

E.05.- En la tabla 3 se describe el muestreo en tanques horizontales:

TABLA 3.- Muestreo del material asfáltico en tanques horizontales.

Tirante del asfalto en por ciento del diámetro vertical	Nivel de muestreo en por ciento del diámetro vertical			Porcentajes en volumen para formar la muestra integral		
	Superior	Medio	Inferior	Superior	Medio	Inferior
100	80	50	20	30	40	30
90	75	50	20	30	40	30
80	70	50	20	20	50	30
70	-	50	20	-	60	40
60	-	50	20	-	50	50
50	-	40	20	-	40	60
40	-	-	20	-	-	100
30	-	-	15	-	-	100
20	-	-	10	-	-	100
10	-	-	5	-	-	100

TABLA 4.- Muestreo en depósitos.

E:06.- En la tabla 4 se indica el número de muestras que se deben tomar de los depósitos:

Número de depósitos que forman el lote	Número de depósitos que deben muestrearse (*)
2 a 8	1 a 2
9 a 27	2 a 3
28 a 64	3 a 4
65 a 125	4 a 5
126 a 216	5 a 6
217 a 343	6 a 7
344 a 512	7 a 8
513 a 729	8 a 9
730 a 1 000	9 a 10
1 001 a 1 331	10 a 11

Este número es aproximadamente igual a la raíz cúbica del total que constituya el lote.

E.07. La temperatura de prueba para el asfalto AC-20, debe ser de 355 K (82°C).

E.08.- Las pruebas a las que debe someterse el impermeabilizante para garantizar su calidad, deben ser las que se establecen en la Norma ASTM D-5147.

a.-En las probetas especificadas en la norma de referencia respectiva, se debe determinar:

- Contenido de humedad.
- Absorción de agua.
- Flexibilidad a baja temperatura
- Intemperismo acelerado
- Tensión — elongación.
- Estabilidad dimensional
- Resistencia a la tensión transversal y longitudinal

Estabilidad del compuesto.
Estabilidad térmica.
Contenido de gravilla en % del peso

b.-Los requerimientos de material para la realización de las pruebas especificadas en la norma ASTM-D-5147, se expresan en la tabla 5.

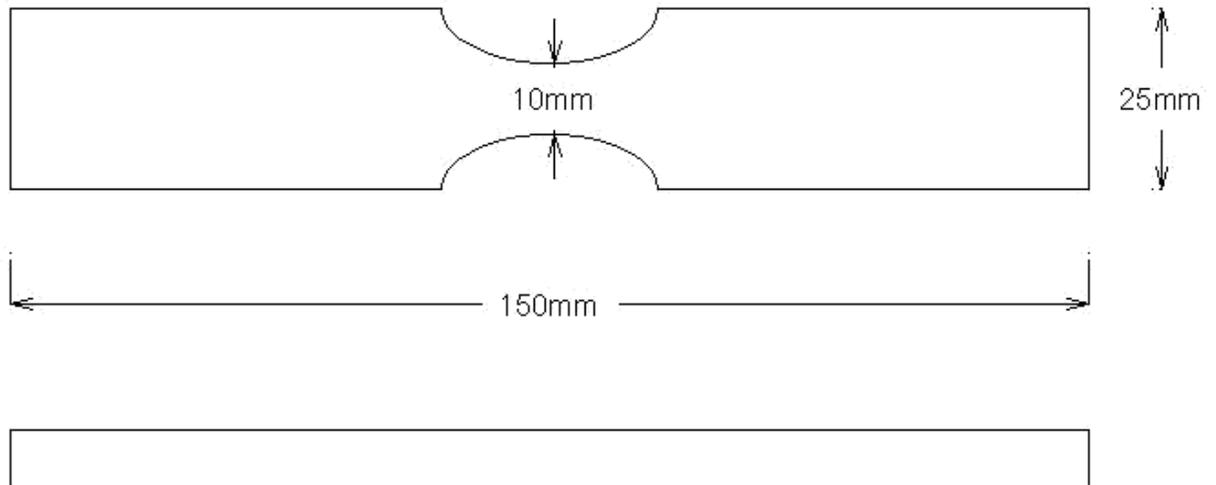
TABLA 5.- Requerimientos de material para realizar pruebas por el método ASTM-D-5147

Prueba	Número de probetas	Ancho en mm	Largo en mm
Resistencia a la tensión longitudinal	5	25	150
Resistencia a la tensión transversal	5	25	150
Elongación longitudinal	5	25	150
Elongación transversal	5	25	150
Flexibilidad en frío	5	25	150
Envejecimiento acelerado	20	100	150
Punto de ablandamiento	1	1000	1000
Espesor	1	1000	200
Peso	1	1000	200
Absorción de agua	5	100	100

E.09.- Los componentes integrantes del producto como son la fibra de vidrio o poliéster no tejido, la gravilla cerámica y la arena sílica, deben tener la calidad y características particulares del compuesto y se debe someter a las pruebas especificadas en la norma respectiva, indicada en la cláusula B de Referencias

E.10.- El fabricante debe efectuar las pruebas de resistencia y de dimensiones a los componentes que forman parte del producto y garantizar la calidad del impermeabilizante para que éste cumpla con los requisitos de calidad requeridos.

E.1 1.- Los procedimientos de inspección establecidos por el Gobierno del Distrito Federal pueden estar referidos o no en el contrato, definiendo la forma de inspección del impermeabilizante ya colocado, que no deberán distorsionar las especificaciones propias que influyen en su caso.



Probeta tipo para pruebas de:

- a.- Tensión-elongación
- b.- Estabilidad dimensional
- c.- De resistencia

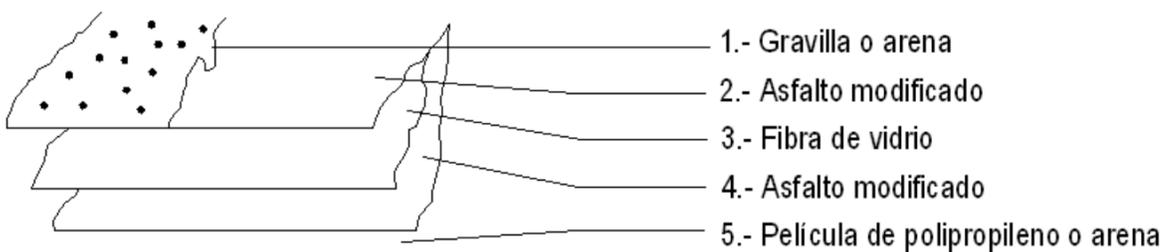
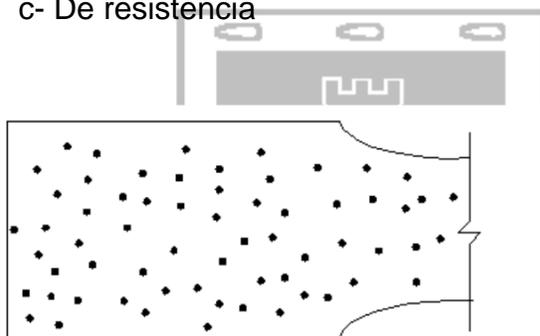


FIGURA 2.- Esquema y componentes de la probeta

E. 12. El muestreo y pruebas de la membrana impermeabilizante deben hacerse de acuerdo a lo establecido en la Norma ASTM-D-S147.

BASES DE ACEPTACIÓN.

- F.01.- Las tolerancias de las mezclas asfálticas para la impregnación de los refuerzos (de fibra de vidrio o poliéster no tejido), así como la arena sílica o gravilla cerámica que forman el impermeabilizante, deben garantizar: estabilidad dimensional, adherencia, flexibilidad, resistencia a cambios bruscos de temperatura e intemperismo acelerado. Además el producto ya colocado no debe permitir filtraciones, ni humedad, en cualquiera de sus aplicaciones.
- F.02.- Es motivo de rechazo si el impermeabilizante no cumple con las especificaciones y tolerancias señaladas en esta norma, si éste presenta secciones sin gravilla, o si se observa abolsamiento en la adherencia de sus componentes, o existe variación en su espesor. Así mismo, si este no cumple con el espesor solicitado.
- F.03.- El fabricante debe presentar un certificado de calidad que garantice la vida útil mínima del material colocado, cuando se cumplan sus procedimientos de aplicación del impermeabilizante especificados.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPITULO 042 PIEDRA PRECOLADA ARTIFICIAL

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01 Son piezas regulares o irregulares que simulan piedras naturales; dichas piezas se forman en base a un concreto hidráulico en donde como agregado pétreo se utiliza granito, basalto, mármol, pizarra u otros tipos de roca fraccionada, coladas en moldes hechos a propósito para obtener estos elementos en las condiciones de similitud citadas.

Este capítulo se crea como ampliación al capítulo 003 que versa sobre "piedras para recubrimientos" en la sección 01 de la parte 01 en este mismo libro 4, con el objeto de considerar aspectos de detalle no tomados en cuenta en aquel.

A.02. Las piedras precoladas artificiales se clasifican:

a. Por el origen del agregado pétreo en:

Piedra de roca ígnea intrusiva (formada con agregados tipo granito, sienita, diorita, etc.)

Piedra de roca ígnea extrusiva (formada con agregados tipo andesita, basalto, toba, pómez, etc.)

Piedra de roca sedimentaria (formada con agregados tipo calizas, areniscas, conglomerados, brechas, etc.)

Piedra de roca metamórfica (formada con agregados tipo pizarras, mármoles, gneis, cuarzitas, etc.)

b. Por el cementante a usar en:

Piedra con junteo en gris (formada con cemento gris)

Piedra con junteo en blanco (formada con cemento blanco)

Piedra con junteo en color (formada con cemento blanco y un colorante)

Por su uso en:

Piedra para recubrimiento en muros.

Piedra para pisos.

Piedra para arriates y otros elementos de ornato.

Piedra para andaderos y vialidad.

Por el peso de la pieza en:

Pesada (con una densidad mayor a 2 kg/dm^3)

Intermedia (con una densidad entre 1.5 y 2 kg/dm^3)

Liviana (con una densidad menor a 1.5 kg/dm^3)

Por su acabado

Textura lisa

Textura rugosa

Textura ranurada



CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la definición de la calidad de la Piedra Precolada Artificial y que son tratados en otros capítulos de esta u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Normas de referencia	Dependencia
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Piedras naturales	4.01.01.002	D.D.F.
Piedras para recubrimientos	4.01.01.003	D.D.F.
Agua para mezclas	4.01.01.018	D.D.F.
Muestreo en campo	2.02.01.004	D.D.F.
Concreto hidráulico	4.01.02.003	D.D.F.
Aditivos para concreto hidráulico	4.01.02.004	D.D.F.
Tezontle	4.01.01.009	D.D.F.
Materiales para mampostería, piedras naturales, absorción	IX-1a.10-1.3	S.C.T.
Materiales para mampostería, piedras naturales, densidad aparente	IX-1a.10-1.4	S.C.T.
Prueba de sanidad de los agregados	IX-1.a-11-5.9	S.C.T.
Muestreo para la inspección por atributos	NHX-Z-12/1,2 y 3	SECOFI
Determinación del agua absorbida por los ladrillos y bloques para la construcción	NMX-C-037	SECOFI
Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto	NMX-C-083	SECOFI
Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto	NMX-C-160	SECOFI
Determinación del peso unitario, cálculo del rendimiento y contenido de aire del concreto fresco por métodos gravimétricos.	NMX-C-162	SECOFI
Dimensiones y tolerancias de los elementos prefabricados tipo arquitectónico	NMX-C-247	SECOFI
Edificaciones, Componentes. Resistencia al fuego. Determinación	NMX-C-307	SECOFI

Vigente a partir del 15-10-97
042-03

REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Fabricación:

Los métodos de fabricación de las piedras precoladas artificiales, quedan a libre arbitrio de los proveedores y/o contratistas, debiendo en caso de requerirlo el Departamento, proporcionar los procedimientos de fabricación utilizados y permitir el acceso del personal que señale éste a revisar y constatar cualquier etapa del proceso y la forma de llevar a cabo la verificación de la calidad.

Si dentro de los considerados de fabricación se determinan emplear elementos de refuerzo para las piezas, de manera de incrementar las resistencias para mejorar el comportamiento de las piezas para manejo, transporte, almacenamiento e incluso su desempeño ya colocada la pieza, se procederá a utilizarlos.

En todo caso, si el Departamento requiere de algún procedimiento específico en la fabricación, se atenderá a lo que se especifique en el proyecto, en el pedido o en lo señalado concretamente por aquél.

En todos los casos de fabricación de este tipo de piezas, el mezclado de agregados, cementantes, colorantes en su caso y aditivos, deberá hacerse en seco antes de agregar el agua. En el caso de uso de colorantes, estos con el cementante deberán mezclarse y homogeneizarse previamente a la integración de los demás componentes.

En todos los casos se sujetará en lo que corresponda en cuanto a fabricación a lo señalado en el capítulo 4.01.02.003 de "Concreto Hidráulico".

El curado de las piezas constituidas en piedras precoladas artificiales, deberá sujetarse a lo señalado en la norma NMX-C-160 de SECOFI, con el fin de lograr resistencia uniforme, superficies sin grietas y evitar porosidad indeseable y ablandamientos en las esquinas.

C.02. Producto terminado.

De composición:

En el caso de piezas con junteo gris, se utilizará cemento gris tipo I o cemento puzolánico 1 ó 2, de acuerdo con las características de la velocidad de resistencia durante el fraguado que se requiera y de las de comportamiento según el uso a que se vayan a destinar las piezas.

En caso de piezas con junteo blanco o de color, se utilizará cemento blanco con el fin de lograr una base neutra que facilite la obtención de cualquier color o matiz deseado en el segundo caso o junteo blanco en el primero.

En el caso de piezas con junteo de color, la materia colorante deberá mezclarse homogéneamente con el cemento blanco en seco.

Físicos

La resistencia a la ruptura por fuerza de compresión en estado seco, será de 14.70 MPa (150 kgf/cm²) como mínimo. Para ello se procederá como se señala en los procedimientos de prueba y la aplicación de la carga será sobre las superficies opuestas de mayor dimensión de la pieza.

La resistencia a la penetración del agua, sea de lluvia, lavado en el proceso de conservación u otros, deberá medirse con prueba a la absorción, misma que no deberá exceder de 4% respecto del volumen de la pieza, medida de acuerdo al procedimiento señalado en métodos de prueba.

La resistencia al fuego y/o cambios de clima, deberá medirse en función a la capacidad de no agrietamiento ante cambios de temperatura entre 15 y 80 grados centígrados, probada de acuerdo a lo señalado en métodos de prueba.

El color de las piezas dependerá de los agregados pétreos que se utilicen por lo que la gama de colores de las piedras podrá variar entre piezas de una misma colada o entre piezas de varias coladas y en todo caso se atenderá para efectos de cumplimiento con lo señalado en el proyecto y/o pedido del Departamento, en cuyo caso se podrá fijar de acuerdo con una muestra testigo de las piezas a utilizar.

La textura podrá ser lisa, en cuyo caso deberá cumplirse con un máximo de deflexiones en número y dimensión, según lo señalado en las tolerancias, respecto de una superficie plana o rugosa o ranurada, en cuyo caso deberán tomarse como referencia de calidad, lo establecido en cada caso en el proyecto o el pedido del Departamento.

El acabado de este tipo de piezas se referirá simplemente a la verificación de que no presenten grietas, porosidad excesiva, fracturas, manchas, costras, grasa o aceite que puedan reducir la adherencia (si se presentan en la superficie de la unión) o mermar la presentación y apariencia (si se presentan en la superficie que va a quedar expuesta).

El peso deberá calificarse de acuerdo con la densidad de la pieza, la cual será:

menor a 1.50 kg/dm³ si el pedido ha sido en base a piezas ligeras

entre 1.50 y 2.00 kg/dm³ si el pedido ha sido en base a piezas intermedias

mayor a 2.00 kg/dm³ si el pedido ha sido en base a piezas pesadas.

Químicos:

Los requisitos químicos serán tales que se restringirán a verificar que los componentes de las piezas no contengan elementos tales que en contacto con el agua, aire o en función del tiempo puedan afectar el comportamiento en resistencia, color, integración o forma de las piezas.

Dimensionales:

En el caso de piezas regulares, las dimensiones de ancho y longitud serán las que se señalen en el proyecto y/o pedido, pero el espesor en ningún caso podrá ser menor a 2 centímetros y para casos específicos, deberá cumplirse con lo que se señale en el proyecto y/o el pedido, con las tolerancias indicadas en el inciso correspondiente.

En el caso de piezas irregulares, las dimensiones se sujetaran a lo señalado en el proyecto y/o pedido, o a la oferta que en particular disponga el ofertante de este

Vigente a partir del 15-10-
97 042-06

tipo de producto, pero al menos se identificarán las tres dimensiones más importantes de la pieza.

En el caso de piezas regulares en su forma geométrica, deberán contar con aristas y esquinas perfectamente definidas y en el caso de formas rectangulares los lados entre si deberán formar ángulos rectos.

C.03. Identificación, manejo y almacenamiento.

El embalaje de este tipo de piezas, deberá llevar la identificación en base a una etiqueta que contendrá los siguientes datos:

Nombre del fabricante (marca registrada)

Contenido (en cuanto al tipo de producto)

Número de piezas (que contiene el embalaje y la superficie con ellas que se puede cubrir)

Peso (del embalaje completo y su neto de producto).Color (si se ha identificado éste con alguno)

Dimensiones (nominales si se trata de piezas regulares o las tres principales si se trata de piezas irregulares)

Número del lote (bajo el cual se ha identificado en el proceso de fabricación)

Número de estibas máxima (para el tipo de embalaje usado)

País de origen o la leyenda "Hecho en México" (según sea el caso)

b. Manejo.

El manejo del producto embalado o por piezas separadas, del almacén del fabricante al almacén de la obra y las maniobras o movimientos de estos dentro de la obra, desde el almacén de la obra hasta el sitio donde se emplearán en la obra, se realizará de acuerdo con las especificaciones y características dictadas por el fabricante para lo cual dentro del pedido o proyecto se establecerá con claridad que el importe del precio incluirá lo correspondiente a la definición de las formas de manejo.

c. Almacenamiento.

El almacenamiento de las piezas embaladas o sueltas, se sujetará a lo señalado en la etiqueta de identificación del producto, respetando en particular lo referente a la altura de las estibas, para evitar sobrecargas y rompimiento de piezas.

Por lo que hace a las condiciones de almacenaje, en general se mantendrá el producto embalado o por piezas, bajo techo, para cuidarlo de viento, agua y maltrato de la gente.

MUESTREO, PRUEBAS Y TOLERANCIAS.

D.01. Muestreo.

a. Dependiendo de las características específicas de este producto, entre proveedor y Departamento se establecerán los procedimientos para la realización del muestreo, tomando en consideración lo siguiente:

El tamaño de la muestra a que en principio debe sujetarse el producto para verificar la calidad, dependerá del tamaño de lote de las piedras precoladas artificiales del cual se desee emitir opinión, salvo que el Departamento indique otro criterio y se llevará a cabo considerando la siguiente tabla:

LOTE	DE ENTREGA	TAMAÑO DE MUESTRA
51	A 90	2
91	A 150	3
151	A 280	5
281	A 500	8
501	A 1,200	13
1,201	A 3,200	20
3,201	A 10,000	32
10,001	A 35,000	50
35,001	A 150,000	80
150,001	A 500,000	125
500,001	A MAS	200

- b. En fábrica, durante el proceso de fabricación, el número de elementos <piezas> que deben seleccionarse para determinar cada característica, será de una pieza por cada 10 000 salidas en el proceso cuando más, debiéndose sujetar en todo caso a lo que en el procedimiento elegido se determine.
- c. Salvo que el productor y/o el Departamento indiquen lo contrario, el muestreo de las piezas para la verificación de la calidad se llevará a cabo conforme a lo señalado en la norma NMX-Z-12, en sus partes 1, 2 y 3 citada en la cláusula B de Referencias, así mismo atendiendo en lo que corresponda respecto de este aspecto, a lo señalado en el capítulo 001 del libro 4, parte 01, sección 01.

D.02. Pruebas.

Las pruebas a que se someterán las piezas de piedra precolada artificial convertidas en especímenes, serán:

Resistencia a la fuerza de compresión; de acuerdo con el método propuesto en la norma NMX-C-083. A esta prueba se someterán todos los especímenes de la muestra seleccionada de acuerdo con lo establecido en D.01.a.1; esta prueba siendo la más importante se realizará al final de todas, es decir una vez que se hayan probado para todas las otras características.

Penetración de agua; de acuerdo con el método propuesto en la norma NMX-C-037 a la cual se someterán todas las piezas componentes de la muestra. Esta será la primera prueba a que se someterán dichas piezas.

Resistencia al fuego y/o cambio de clima; que deberá probarse de acuerdo al método de prueba de la norma NMX-C-307 a la cual se someterán todas las piezas componentes de la muestra. Esta será la segunda prueba a dichas piezas. Si después de sometidas las piezas a esta prueba alguna pieza se agrietara, ésta no se someterá a la última prueba (es decir a la de compresión) y se sustituirá por otra procedente del lote, la cual se probará a esta resistencia al fuego y si pasa, se probará a la resistencia a compresión.

El color, la textura y el acabado serán pruebas que se realizarán a simple vista. Esta será la tercera prueba que se realice.

Peso; se medirá en una báscula con precisión de 100 gramos (la báscula debe ser de marca reconocida y calibrada por un organismo de certificación). A esta prueba se someterán todos los especímenes de la muestra. Esta será la quinta prueba que se realice.

Dimensiones; se harán mediciones de las dimensiones características de las piezas, mediante un instrumento con precisión de un milímetro (el instrumento deberá ser de marca reconocida calibrada por un organismo de certificación). A esta prueba de acuerdo a la NMX-C-247 se someterán todas las piezas de la muestra y será la cuarta prueba que se realice.

03. Tolerancias.

Resistencia a la fuerza de compresión; la resistencia mínima será de 14.70 MPa (150 kgf/cm²) con una variante en más no limitada. Sin embargo, cuando se trate de piezas para recubrimiento y/u ornato, se aceptarán individualmente piezas con resistencia menor, siempre que el promedio del conjunto sea superior a 19.6 MPa (200 kgf/cm²) y las piezas individuales no resulten inferiores a 9.8 MPa (100 kgf/cm²).

Resistencia a la penetración del agua; se aceptarán con una tolerancia en cuanto a la absorción establecida del 4%, en más de 0.4% o en menos del 0.6%.

Resistencia al fuego y/o cambios en el clima; se aceptará que se presenten grietas ante la aplicación de las temperaturas citadas en la cláusula de pruebas siempre y cuando el número de piezas que se agrieten no resulten en número superior al 10 por ciento de las piezas que conforman la muestra, para los casos en que el tamaño de muestra sea superior a 10 piezas.

Como se ha citado en el inciso 0.02.a.3, el número de piezas que pudieran resultar deficientes serán sustituidas por otras en igual número procedentes del lote que se prueba, a las cuales se les aplicará la prueba de resistencia al fuego, todas deben pasarla y deberán probarse a la resistencia a la fuerza de la compresión.

El color, la textura y el acabado, serán sometidas a las pruebas ya señaladas y las tolerancias sobre de los resultados esperados serán las que se indiquen según las piezas testigo que se hayan entregado como muestras para la elaboración del producto.

e. Peso; la especificación en sí está constituida en tolerancias, por lo que los rangos establecidos deberán ser respetados.

Dimensiones; las tolerancias para las dimensiones de las piezas respecto de las señaladas en el proyecto, pedido o solicitud no serán en más o menos de 2% para largos, anchos y espesores hasta de 300 mm, 300 mm y 40 mm, respectivamente.

Para largos, anchos y espesores de 300 mm, 300 mm y 40 mm a 500 mm, 500 mm y 50 mm, será de más o menos 3% respectivamente.

Para largos, anchos y espesores superiores a los señalados en el párrafo anterior se aplicará una tolerancia de más o menos 4%

E. BASES DE ACEPTACIÓN.

E.01. La fabricación de estas piezas se rige por una o varias normas mexicanas (NMX) y los productos que se fabriquen bajo estas normas, podrán aceptarse con el certificado de calidad correspondiente, el cual tal como se señaló en el capítulo 001, parte 01, sección 01 de este libro, deberá ser emitido por un organismo de certificación autorizado por SECOFI, de acuerdo con la Ley de Metrología y Normalización, no obstante el Departamento se reserva el derecho de realizar las pruebas que estime convenientes.

Las condiciones de aceptación se sujetarán estrictamente a lo establecido en esta norma.

LIBRO 4 CALIDAD DE MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 043 PREFABRICADOS ARQUITECTÓNICOS

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Definición

Losetas de forma regular, compuestas por fragmentos rocosos obtenidos por efecto de explotación de bancos mediante uso de explosivos o rompimiento por medios mecánicos, los que unidos mediante mezclas cementantes forman piezas prefabricadas que sirven para acabados arquitectónicos o de ornato, pudiendo utilizarse en muros o fachadas.

A.02. Clasificación

La heterogeneidad de los componentes que forman estas piezas de ornato llamadas prefabricados arquitectónicos y debido a la gran variedad de combinaciones posibles en su composición por lo que hace al tamaño o la forma, al color y otros, permite una gran gama de productos, mismos que también son fabricados con agregados finos, cementantes y colorantes en formas geométricas regulares, las que se clasifican en:

Por su apariencia:

Piezas por su acabado de arenisca roja.

Piezas con caliza gris.

Piezas tipo normal, en una diversidad de colores.

Por el agregado con que se componen estos prefabricados:

Granito.

Caliza o silicato de calcio.

Arenisca.

Conglomerado.

Mármol.

Pizarra.

Concreto.

c. Por su presentación:

En forma de emparedado (sandwich) con aislantes de poliestireno.

En una sola pieza sólida en todo su

espesor. d. Por su relación de dimensiones:

Cuadradas.

Rectangulares.

Poligonales.



A.03. Este capítulo se estipula como un complemento al capítulo 003, parte 01, sección 01 denominado Piedras para Recubrimiento y como un caso especial del capítulo 042 denominado Piedra Precolada Artificial de la parte 01, sección 01, ambos de este libro 4.

B. REFERENCIAS

CIUDAD DE MÉXICO

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en los Prefabricados Arquitectónicos y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas del mismo D.D.F. u otras dependencias, conceptos que deberán sujetarse a lo establecido en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Aditivos para concreto hidráulico	3.01.02.008	D.D.F.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Piedras para recubrimiento	4.01.01.003	D.D.F.
Agregados pétreos	4.01.01.004	D.D.F.
Cementantes hidráulicos	4.01.01.013	D.D.F.
Aguas para mezclas	4.01.01.018	D.D.F.
Piedras naturales	4.01.02.002	D.D.F.
Aditivos para concreto hidráulico	4.01.02.004	D.D.F.
Cemento pórtland	NMX-C-001	SECOFI
Mortero-cemento Pórtland	NMX-C-021	SECOFI
Industria de la construcción, concreto, bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto. Determinación de la absorción del agua	NMX-C-37	SECOFI
Cementantes hidráulicos determinación de la consistencia normal	NMX-C-057	SECOFI
Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto	NMX-C-083	SECOFI
Materiales termo aislantes en forma de bloque o placa. Densidad. Determinación	NMX-C-126	SECOFI
Muestreo de cementantes hidráulicos	NMX-C-130	SECOFI
Industria de la construcción. concreto. Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto	NMX-C-160	SECOFI
Industria de la construcción. Pigmentos. Determinación de compuestos de cromo expresados como óxidos de cromo	NMX-C-310	SECOFI

Industria de la construcción.
Pigmentos. Determinación del contenido de silicio total expresado como óxido de silicio (IV) NMX-C-311 SECOFI

Industria de la construcción.
Pigmentos. Determinación del contenido de silicio total expresado como óxido de silicio (IV) NMX-C-312 SECOFI

Industria de la construcción.
Cemento pórtland, morteros y concretos. Pigmentos NMX-C-313 SECOFI

Métodos de muestreo y pruebas para la inspección por atributos NMX-Z-12/1,2 Y 3 SECOFI

Pruebas de sanidad de agregados para concreto IX-2^a. 11-5.9 S.C.T.

Prueba de intemperismo acelerado 6.01.03.010N S.C.T.



C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Fabricación

- a. Los métodos de fabricación de los prefabricados arquitectónicos quedan a libre arbitrio de los proveedores y/o contratistas, debiendo en caso de requerirlo el Departamento, proporcionar los procedimientos de fabricación a utilizar y permitir el acceso del personal que señale éste para revisar y constatar cualquier etapa del proceso y la forma de llevar a cabo la verificación de la calidad.
- b. En general y para todos los casos, el proceso de fabricación se sujetará en lo que corresponda en cuanto a fabricación, a lo señalado en el capítulo 4.01.02.003 que versa sobre Concreto Hidráulico.
- c. El curado de las piezas constituidas en prefabricados arquitectónicos deberá sujetarse a lo señalado en la norma NMX-C-160, con el objeto de tener en dichas piezas resistencia uniforme, superficies lisas y sin grietas, y evitar porosidades indeseables y ablandamientos en las esquinas.

d. El procedimiento de curado variará de acuerdo al tamaño de la pieza y de los medios que se dispongan, que podrán ser:

Dimensión total de la pieza en agua.

Riego de agua mediante atomización en forma intermitente.

En cámara húmeda de vapor.

La fabricación de este tipo de piezas deberá realizarse en moldes de vibrocompresión.

Antes de entrar formalmente al proceso de producción deberán prepararse muestras de ensayo con diversas proporciones de ingredientes, especialmente en lo referente a pigmentos minerales, hasta obtener los resultados requeridos.

C.02. Producto terminado

De composición

Dada la heterogeneidad de conformación de los componentes para este tipo de producto, las características de cada uno de ellos y la proporción en cuanto a su participación quedará sujeta en lo que en cada caso acuerden el proveedor y/o el contratista con el Departamento, en cuyo caso quedará el antecedente escrito como anexo al pedido, solicitud o contrato.

Cuando los agregados pétreos sean silicatos, pizarra, arenisca o similares, deberá tenerse cuidado de atender lo señalado en el subinciso C.01.f de este capítulo.

Como cementante se deberá utilizar únicamente cemento pórtland color blanco.

Físicos

La resistencia a la ruptura de las piezas sometidas a fuerza de compresión a los 28 días posteriores a la fecha de su elaboración, deberá ser de 9.80 MPa (100 kgf/cm²) como mínimo, la prueba se llevará a cabo como se indica en el inciso de métodos de prueba.

La resistencia a la penetración de agua deberá medirse mediante prueba de absorción, misma que en general no deberá exceder del 5 % del volumen de la pieza que se prueba.

En el caso particular de los prefabricados arquitectónicos, cuya composición principal sea el concreto, la elaboración estará en función a la resistencia mínima a la ruptura y la absorción máxima permitida será de acuerdo con lo señalado en la siguiente tabla No. 1:

Tabla1

Resistencia mínima a la ruptura por compresión en MPa (kgf/cm ²)		Absorción máxima de agua en 24 horas
Promedio de 5 piezas	Mínimo individual por pieza	L/m ³
14.7 (150)	9.8 (100)	40
13.3 (135)	6.9 (70)	50
11.8 (120)	4.9 (50)	60

La resistencia al intemperismo acelerado deberá ser como máximo de 10 % (diez por ciento) de pérdida de peso medida respecto del peso de la pieza en su condición original.

La contracción al secado, medida a partir de la dimensión de recién colada la pieza, para piezas elaboradas a base de concreto, deberá estar comprendida en un rango que estará entre 0.028 y 0.033 del 1 (uno) % (por ciento). Dado que la contracción en piezas elaboradas en otra base, como son silicatos, pizarra, areniscas y otras, es diferente, el rango previsto para estos casos es entre 0.048 y 0.080 del 1 (uno) % (por ciento).

Tratándose de paneles para fachadas:

- 6.1. Las piezas deberán tener un alto grado de aislante térmico (no deberá pasar el 8% de la temperatura del medio ambiente exterior
- 6.2 Las piezas deberán ser resistentes al fuego, soportarán sin agrietarse cambios de temperaturas entre 15 y 60°C.
- 6.3 Las piezas podrán ser de concreto sólido o de alto y bajo relieve, con textura formada por láminas que sirvan de cimbra, con moldes no repetitivos trabajados con espuma de estireno o con el relieve que se especifique en el proyecto. En este último caso, las características de resistencia se sujetarán a lo especificado en particular por el Departamento.

El peso será especificado concretamente según sea el tipo de piezas, sólidas o en placas con espuma de estireno intermedio indicadas en el contrato o pedido por parte del Departamento.

Dimensionales

Las dimensiones serán las que en su procedimiento de fabricación tenga establecidas el fabricante y las haya aceptado el Departamento o las que específicamente haya establecido éste en el pedido o proyecto y a las cuales se sujetará la fabricación y el proveedor o contratista.

Sin embargo, el espesor mínimo en este tipo de prefabricados será de 3 (tres) centímetros.

Cuando se trate de paneles o losetas para fachadas, éstas deberán ajustarse en las dimensiones por diseñar, al entorno de la estructura o muro del edificio que se pretenda cubrir, lo que se tendrá en cuenta desde el momento de diseñar los elementos en el proceso de fabricación.

d. Acabados.

Los acabados serán aquellos que expresamente se señalen en el proyecto o pedido, considerando específicamente la aspereza y color.

Las piezas deberán ser sanas y con alta consistencia.

No deberán presentar fracturas o grietas aparentes ni porosidad excesiva.

Deberán estar exentas de cuarteaduras, desportilladuras, manchas, grasa, fisuras o cualquier otra imperfección.

C.03. Identificación, manejo y almacenamiento

Identificación

Cuando el fabricante entregue las piezas recubiertas en un embalaje, este último deberá tener una etiqueta autoadherible, localizada en el área visible con la siguiente información.

Nombre del fabricante
Marca del producto
Módulo (en su caso)
Dimensiones

Peso
Color
Lote
Número de cajas en estiba
Tipo de ambiente en el almacén
Cuidados en el manejo
Leyenda Hecho en México o país de procedencia

Cuando el fabricante entregue las piezas sin recubrimiento o embalaje, el Departamento fijará concretamente la forma de identificación de las piezas.

Manejo

Las piezas deberán ser entregadas en obra o en el sitio que el Departamento señale, realizando el transporte desde el lugar de fabricación de manera apropiada.

Almacenamiento

El almacenamiento de las piezas embaladas o sueltas se sujetará a lo señalado en la etiqueta de identificación del producto, respetando particularmente lo que se refiere a altura de las estibas para evitar sobrecargas o acomodo de las piezas individuales para evitar rompimiento de éstas.

MUESTREO, PRUEBAS Y TOLERANCIAS

D.01. Muestreo

- a. El tamaño de la muestra a que en principio debe sujetarse el producto para verificar la calidad en todas las características señaladas, dependerá del tamaño del lote que se desee verificar en la cual se tomará como base la siguiente tabla No. 2:

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA
281 A 500	8
501 A 1,200	13
1,201 A 3,200	20
3,201 A 10,000	32
10,001 A 35,000	50

Tabla No. 2.- Tamaño de muestras vs tamaño de lote.

En fabrica, durante el proceso de elaboración, el número de elementos (piezas) que deben seleccionarse para determinar cada característica, será de una pieza cuando menos por cada 100 obtenidas en el proceso o bien una por cada seis metros cúbicos de mezcla.

Salvo que el productor y/o el Departamento indiquen lo contrario, el muestreo de las piezas para la verificación de la calidad se llevará a cabo conforme a lo señalado en la Norma NMX-Z-12 en sus partes 1, 2 y 3 citadas en la clausula B de Referencias.

La elección de los componentes de la muestra, deberá ser en el número según tamaño determinado, pero al azar de entre las piezas que se encuentran en el lote o procedentes en el proceso de fabricación. Dicha selección al azar podrá realizarse con una tabla de números aleatorios.

D.02. Pruebas

Las pruebas a que se someterán las piezas de prefabricados arquitectónicos, convertidas en especímenes de prueba, serán:

Resistencia a la fuerza de compresión; que se llevará a cabo de acuerdo con lo propuesto en la norma NMX-C-082. A esta prueba se someterán todos los especímenes de la muestra seleccionada; esta prueba siendo la mas importante, se realizará una vez que se hayan efectuado todas las demás indicadas del 2 al 8.

Penetración del agua; se llevará a cabo de acuerdo con el método propuesto en la norma NMX-C-37 a la cual se someterán todas las piezas componentes de la muestra. Esta será la primera prueba a que se someterán dichas muestras.

Resistencia al fuego; la que deberá llevarse a cabo de acuerdo con lo establecido en la norma NMX-C-307 a la cual se someterán todas las piezas componentes de la muestra. Esta será la segunda prueba a dichas piezas. Si una vez probadas las piezas a esta prueba, alguna o algunas de ellas se agrietan, no se someterá a la prueba de compresión (que es la última), y se sustituirá por otra(s) provenientes del lote; estas nuevas piezas se someterán a la prueba de resistencia al fuego y si pasan, se probarán a la resistencia de la fuerza de compresión. Si volvieren a agrietarse, el lote no pasa la prueba de resistencia al fuego y el Departamento evaluará la trascendencia del asunto para decidir si acepta o no el lote.

Resistencia al intemperismo; que deberá llevarse a cabo según lo señalado en la Norma de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes 6.01.03.010. A esta prueba deberán someterse todas las piezas de la muestra. Esta será la tercera prueba a dichas piezas.

Contracción al secado; prueba que deberá llevarse a cabo según lo señalado en la NMX-C-024. A esta prueba deberán someterse también todas las piezas de la muestra y será la cuarta prueba a que se sometan dichas piezas.

El color, la textura y el acabado; serán pruebas que se realizarán a simple vista. Esta será la quinta prueba que se realice a estas piezas.

Peso; se medirá en una báscula con precisión de 100 gramos (la báscula debe ser de marca reconocida y de calidad certificada por un organismo de certificación autorizado para el efecto). A esta prueba se someterán todas las piezas de la muestra y será la sexta prueba que se realice a ellas.

Dimensiones; se llevará a cabo la medición de cada una de las longitudes de las piezas según el pedido y/o el proyecto, mediante un instrumento con precisión de un milímetro (el instrumento debe ser de marca reconocida y certificada por un organismo de certificación autorizado). A esta prueba se someterán todas las piezas y será la séptima prueba que se realice a dichas piezas.

D.03. TOLERANCIAS

- a. Resistencia a la fuerza de la compresión; la resistencia mínima será de 9.8 MPa (100 kgf/cm^2), con una variante en más no limitada, tampoco se aceptan piezas con resistencia inferior a la establecida.
- b. Resistencia a la penetración del agua; se aceptarán con una tolerancia en cuanto a la observación establecida de 5%, en más de 0.5 % o en menos de 0.75% en el primer caso y en más o menos 2% del volumen establecido en el segundo caso.
- c. Resistencia al fuego; no se aceptará que se presenten grietas ante la aplicación de las temperaturas de prueba.
- d. Resistencia al intemperismo; en la prueba acelerada al intemperismo, se aceptará que las piezas se degraden en hasta un 10 % más sobre el 10 % de pérdida de peso que debe medirse respecto del peso original de la pieza.
- e. Contracción por secado. La especificación misma esta constituida en tolerancias.

El color de la textura y el acabado, las tolerancias que se puedan aceptar en este caso, serán las que en las pruebas testigos si es el caso, se hayan establecido, de no haber testigos, se sujetará a lo previsto en el pedido, solicitud, orden de trabajo o proyecto.

- g. Peso; con relación a la especificación de peso dada, no se aceptarán piezas en lo individual que vayan mas allá del 5 % por arriba o por abajo.
- h. Dimensiones; las tolerancias en dimensiones serán entre más o menos 2 % respecto de las dimensiones nominales establecidas.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

- E.01. Si el producto terminado cumple con los requerimientos del proyecto y/o pedido y con lo establecido en este capítulo, debe ser aceptado.
- E.02. De existir organismo certificador, para las características de este producto en cuanto a su cumplimiento por lo que hace a su calidad, podrá ser aceptado este sin previa verificación, siempre y cuando dicho organismo certifique la calidad y el organismo de referencia esté debidamente autorizado para el efecto.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 044 MORTERO DE COLOR

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es una mezcla seca a base de materiales cementantes (cemento pórtland y cal), agregado fino (generalmente arena) y colorantes a base de sales óxidos metálicos, presentado en sacos con peso y volumen determinados, mezcla que al ponerse en contacto con agua y luego de su fraguado, forma un compuesto de alta resistencia a la compresión con la característica importante de no presentar contracción al fraguado.

A.02. El mortero de color se clasifica:

En función al procedimiento de mezclado

Dosificado por peso

Dosificado por volumen

En función al tipo de agregados

CIUDAD DE MÉXICO

Mortero fino: Con agregado fino (arena) que pasa por la criba 4,75 (No. 4)

Mortero mediano: Con agregado intermedio (gravilla) que pasa la criba 12,5 y es retenida por la criba 4,75 (No. 4)

Mortero grueso: Con agregado grueso (grava) que es retenido por la criba 4,75 (No. 4)

En función a los aglutinantes

Con cementante gris

1.1 Normal

2.- Con cementante blanco

En función a los tintes utilizados

Con color fuerte (azul, rojo, guinda, lila, etc.)

Con color débil (pistache, rosa, etc.)

En función al método de obtención.

Mediante adición de óxidos de hierro.

Mediante adición de agentes colorantes, excepto óxido de hierro.

Por su uso

Acabados arquitectónicos internos

1.1 En muros

1.2 En techos

1.3 En adornos

2.- Acabados arquitectónicos externos

1.1 En fachadas

1.2 En sobresalientes

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Morteros de Color y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Cemento Pórtland	NMX-C-001	SECOFI
Cemento Pórtland puzolana	NMX-C-002	SECOFI
Cal hidratada para construcción	NMX-C-003	SECOFI
Cal hidratada	NMX-C-005	SECOFI
Industria de la construcción concreto. Agregado. Especificaciones	NMX-C-011	SECOFI
Determinación del revenimiento	NMX-C-156	SECOFI
Muestreo de materiales en polvo	NMX-K-368	SECOFI
Métodos de muestreo y pruebas para la inspección por atributos	NMX-Z-12-/1,2 Y 3	SECOFI
Cuantificación por impurezas orgánicas en arena	1.1.3.3.e	S.A.R.H.
Muestreo y pruebas a que se somete el concreto hidráulico	IX-2 ^a .-11	S.C.T.
Prueba de sanidad de los agregados	IX-2 ^a .11-5.9	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Agregados pétreos	4.01.01.004	D.D.F.
Agua para mezclas	4.01.01.018	D.D.F.
Aditivos para concreto hidráulico	4.01.02.004	D.D.F.

Agregados para concreto	4.112.01	PEMEX
Agua de mezclado	4.112.02	PEMEX

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. De los componentes de la mezcla

a. Materiales cementantes

Los materiales cementantes como son cemento Pórtland en sus tipos I, II, III, IV o V, los puzolánicos I o II, el cemento blanco en su caso y la cal, deberán cumplir con las especificaciones señaladas en las normas NMX-C-001, NMX-C-002, NMX-C-003 y NMX-C-005 de SECOFI, señaladas en la cláusula B de referencias

Agregados

Granulometría

Los agregados para formar la mezcla en los morteros de color, deberán cumplir con los requisitos de granulometría indicados en la siguiente tabla:

Tabla 1.- Límites granulométricos del fino (arena) (NMX-C-111)

Malla mm. (Pulg.)	(%) Porcentaje retenido		
9,50 (3/8")	0		
4,75(núm. 4)	0	a	5
2,36(núm. 8)	0	a	20
1,18 (núm. 16)	15	a	20
0,600(núm. 30)	40	a	75
0,300(núm. 50)	70	a	90
0,150 (núm. 100)	90	a	98
Charola	100		

2. Limpieza de los agregados.

Los agregados utilizados para formar las mezclas en los morteros de

color, deberán contener un máximo de impurezas del 2%

Proporción cementantes-agregados

El colorante utilizado en los morteros de color no se deben ver afectados ni modificados por el tipo de cemento Pórtland utilizado como cementante ni tampoco modificado por el tipo de arena a utilizar en la mezcla seca.

Si el color del mortero colorante seco hecho pasta se ve modificado por cementantes y/o agregados, será necesario buscar estos de manera que sean los adecuados al colorante de modo que no se vea afectado el color final, para ello se deberán realizar las pruebas previas que sean necesarias.

Toda mezcla al agregarle los colorantes (que son de origen químico), generan gases, en el caso de las mezclas para morteros de color, se deberán elegir colorantes que no produzcan gases y/o vapores dañinos.

Para la elaboración de morteros de color de tonos, el proporcionamiento de pigmentación no deberá ser mayor del 6% y concentraciones de hasta un 10%, solo se aceptarán cuando el Departamento solicite un efecto de gran intensidad en el color.

La forma de pigmentar el mortero de color, difiere dependiendo de los objetivos de uniformidad que se deseen obtener, así en la tabla No. 2 se indican los colores y el porcentaje de pigmento que deberá contener.

Tabla No. 2
Porcentaje de pigmento para obtención del color

Color	Pigmento
Rojo	Óxido de hierro hematítico, 5%
Amarillo	Óxido de hierro, 5%
Verde	Óxido de cromo, 6%
Negro	Óxido de cobalto, 5%
Azul	Óxido de hierro magnetita, 5%

Cuando el Departamento solicite que el mortero sea de color oscuro con una mezcla de negro de carbón, éste deberá combinarse con óxido de hierro negro y el carbón podrá variar entre 3 y hasta 7% de peso del cemento, dependiendo de la intensidad del tono especificado.

Para obtener uniformidad en los colores del mortero, el fabricante utilizará ingredientes de alta calidad, indicados por el Departamento, los cuales deberán verificarse constantemente mediante análisis cualitativos y cuantitativos.

La cantidad de colorante en la mezcla deberá estar comprendida entre 1% y 6% del peso del material cementante.

En casos excepcionales se aceptará un porcentaje mayor al 6% señalado en el inciso anterior, pero nunca mayor al 10%, en virtud a que en esa proporción se puede alterar la resistencia del diseño del mortero.

El color deberá mostrar consistencia en el mortero, por lo que deberá mantenerse en lo posible la proporción cementante agregado como se indica en el subinciso C.01.c.1

10. Los colorantes utilizados en la fabricación de este tipo de morteros deberá cuidarse de que éstos no formen florescencia (formación de capa blanca por la reacción del dióxido de carbono del aire).

No deben utilizarse en estas mezclas, colorantes a base de sales de plomo y/o cromato de plomo y cadmio, así como en general sustancias tóxicas.

C.02 Del proceso de fabricación.

En la mezcla de los componentes, el fabricante a libre arbitrio empleará el procedimiento y equipo que mejor convenga, según la tecnología disponible.

Para medir y dosificar los ingredientes y componentes de la mezcla para formar mortero de color en seco, podrá utilizarse mezcladora de baja velocidad y en cuanto a la cantidad, dependerá de la capacidad de la revolvedora.

En cualquier caso en que el Departamento así lo disponga, podrá solicitar del fabricante, sea dado a conocer el procedimiento de fabricación y la forma en que puede llevarse a cabo la verificación de la calidad de cada paso dentro del proceso.

Para mantener las sombras y matices de gris en el mortero y evitar la presencia de variaciones, se deberá usar durante el proceso de fabricación para la línea de color de que se trate, el mismo color del cemento y del colorante para el mortero a través de todo el proyecto de fabricación.

- e. Cuando el tipo de componentes lo requieran, deberá dosificarse un aditivo en proporción tal que como efecto en el mortero en uso, produzca una expansión que compense la contracción por fraguado, pero que no exceda la citada expansión del uno por ciento respecto de su volumen inicial a las 24 (veinticuatro) horas.

C.03 Del producto terminado,

a. Mezcla seca integrada

La mezcla seca integrada deberá presentar una granulometría que corresponderá a las variantes que se muestran en la tabla No.3

Tabla 3 Granulometría de la mezcla seca integrada

Malla mm. (pulg.)	(X) Porcentaje que pasa
9,50 (3/8")	100
4,75 (núm. 4)	96 a 100
2,36 (núm. 8)	85 a 100
1,18 (núm. 16)	60 a 95
0,600 (núm. 30)	35 a 75
0,300 (núm. 50)	30 a 60
0,150 (núm. 100)	20 a 40

b. Consistencia

La mezcla no deberá presentar diferencia en cuanto a homogeneidad de distribución entre los diferentes integrantes como son cementante, agregado y colorante.

c. Apariencia

Desde la mezcla, el colorante debe estar debidamente integrado al conjunto y debe mostrar la coloración para la que está prevista el mortero en su condición de uso.

d. Densidad

La densidad de la mezcla seca deberá ser mayor a 1,80 kg/dm³.

- e. Cuando se desee elaborar mortero de color para uso directo en obra se

procederá a realizarse en mezcladora con capacidad no mayor a 2 sacos de cemento (100 kg de cementante) en donde se agregarán arena y agua con una proporción en conjunto con el cementante tal que asegure la resistencia deseada y en función al color deseado, se agregará un pigmento que podrá variar entre 0,7 y 3,6 kg por cada 100 kg de cementante.

C.04. Del proyecto para efectos de uso.

De la mezcla en seco, deberán elaborarse probetas en forma de briquetas, agregando agua a la mezcla y probando a la tracción, la cual deberá soportar:

1,03 MPa (10,50 kgf/cm²) a los 3 días

1,72 MPa (17,50 kgf/cm²) a los 8 días

2,11 MPa (21,50 kgf/cm²) a los 28 días

Como referencia, deberá compararse la resistencia del mortero de cemento natural a usar en el mortero de color la que en proporción de 1:2 debe ser aproximadamente igual a la que resulte usando cemento pórtland en proporción 1:4.

- b. La resistencia a la compresión será para el mortero de color producido en fábrica y entregado en bolsas, no menor a 7,35 MPa (75 kgf/cm²), proporcionando agua en una relación no mayor de 1:5.

La resistencia a la compresión será variable para el mortero de color producido en obra, de acuerdo a lo que se especifique en el proyecto y/o el pedido para lo cual se deberá dosificar de tal manera y condiciones que produzcan la resistencia deseada.

La resistencia a la compresión deberá probarse en especímenes que se prepararán de acuerdo a lo señalado en métodos de prueba.

C.05 Identificación, manejo y almacenamiento,

- a. Producto hecho en obra

Deberá utilizarse de inmediato, por lo que no requiere de especificaciones sobre identificación, manejo y almacenamiento.

b. Producto envasado

En el envase de este producto deberá llevar la identificación mediante un rótulo que contendrá los siguientes datos:

Nombre del fabricante (marca registrada)

Contenido (en cuanto al tipo de producto)

Peso (el neto del mortero con color envasado)

Color (si se ha identificado con alguno)

Número del lote (bajo el cual se ha identificado el proceso de fabricación)

País de origen o la leyenda "hecho en México" (según sea el caso)

Fecha de fabricación y en su caso fecha de caducidad.

2. Manejo

El manejo del producto envasado deberá ser de acuerdo con las especificaciones y características dictadas por el fabricante, para lo cual dentro del pedido o proyecto se establecerá con claridad que el importe del precio incluirá lo correspondiente a la definición de forma de manejo.

3. Almacenamiento.

El almacenamiento de los sacos con el mortero con color, se sujetará a lo impreso al respecto en la identificación del producto, pero en general se mantendrán los sacos bajo techo, alejados de humedad y protegidos contra el maltrato de la gente.

MUESTREO, PRUEBAS Y

TOLERANCIAS D.01 Muestreo.

La cantidad de muestras será la que proporcione un nivel de confianza del 90% en el lote que se prueba, aplicable a todas las

características que se han especificado.

- b. En el caso de probarse el producto en el proceso de fabricación, deberán tomarse muestras para efecto de realizar las pruebas requeridas en un número igual a 10 por cada 100 toneladas de cementante utilizado en la mezcla de mortero con color o su proporción sea en más o menos de las 100 toneladas de cementante.

D.02 Pruebas.

a. Producto para usarse.

Dado que por las dimensiones de las probetas en las pruebas las briquetas sufren contracciones independientemente de los componentes de la mezcla, en el mortero de prueba, se agregará un aditivo el que deberá dosificarse en proporción tal que produzca una expansión que compense la contracción por fraguado de dicho mortero, pero que cumpla las condiciones establecidas en el subinciso C.02.a.

Integrantes de la mezcla en seco.

Los métodos y procedimientos de prueba para los elementos integrantes de la mezcla que conforma el mortero de color, deberán sujetarse en lo que corresponda a lo señalado en la cláusula B de Referencias de esta norma.

La limpieza de los agregados deberá verificarse de acuerdo a lo señalado en las normas de referencia, citadas en la cláusula B de este capítulo, pudiéndose utilizar entre otros, los siguientes métodos:

Mecánicos

En seco.

1.1 Mallas y rejillas fijas

1.2 Cribas

1.3 Cilindros giratorios

1.4 Mallas y rejillas vibratorias

2 Húmedos.

2.1 Cilindros giratorios

2.2 Mallas y rejillas vibratorias

Hidráulicos.

Exclusivamente hidráulicos

1.1 Conos (sencillos, dobles o en serie)

Tanques múltiples

Rheax

Vertical

Horizontal

3.3 Combinado

3.4 De chicana

Hidromecánicos.

4.1 Tornillo sinfín

4.2 Espiral de cinta

4.3 Rastrillo

Aerodinámico.

Acero-centrífugos

Selectores ciclones

2.1 Vía seca

2.2 Vía húmeda

D.03 Tolerancias.

Las tolerancias se establecerán de acuerdo a lo que en cada caso establezca el Departamento en el pedido, en el proyecto o en la solicitud expresa.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Los morteros de color, se rechazarán, si no cumplen con cualquiera de las siguientes condiciones:

Han transcurrido más de seis meses de fabricación, aceptándose si al ensayarse siguen cumpliendo con los requisitos señalados.

Si existe variación de color en su aplicación, quedando a criterio del Departamento su aceptación o rechazo.

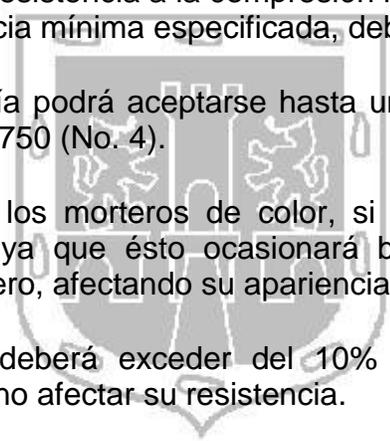
E.02. Los morteros de color preparados en fábrica y enviados a obra, deberán ser colocados en un lapso de tiempo igual o menor a los 60 minutos de haber sido fabricados, deberán rechazarse si exceden de dicho tiempo.

E.03. Si las pruebas de resistencia a la compresión indican valores menores en un 90% de la resistencia mínima especificada, deberán rechazarse.

E.04. En la granulometría podrá aceptarse hasta un 5% en volumen de material mayor a la malla 4,750 (No. 4).

E.05. No se aceptarán los morteros de color, si éstos fueron elaborados con demasiada agua, ya que ésto ocasionará burbujas microscópicas en la superficie del mortero, afectando su apariencia de la superficie coloreada.

E.06. El colorante no deberá exceder del 10% por peso de los materiales cementantes para no afectar su resistencia.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 045 FERROCEMENTO.

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es un material compuesto de una capa de mortero de cemento de espesor delgado, reforzado con una o varias mallas de alambre o parrillas metálicas o de otro tipo, para crear una estructura rígida.

A.02. El ferro cemento se clasifica de acuerdo al tipo de refuerzo y puede ser :

- a. Malla de alambre
- b. Emparrillado de acero de diámetro pequeño

A.03. Por su uso en:

- a. Medios terrestres

Estructuras sencillas para vivienda

Fosas sépticas

Muros

Silos

Tanques para almacenamiento de líquidos y sólidos.

Techumbres

Elementos para plantas de energía solar, tapas de registro

Tubos para recubrimiento interior de pozos.

Recubrimiento de la superficie de canchas de tenis y de campos deportivos similares

Equipos para procesamiento de alimentos

b. Medios marinos

Barcos de pesca, yates

Barcazas y lanchones

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en el Ferrocemento y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las Cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas y Bases de Aceptación, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará mas referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Alambre, corrugado en acero, laminado en frío para refuerzo de concreto	NMX-B-072	SECOFIN
Prueba de doblado para productos de acero	NMX-B-113	SECOFIN
Malla soldada de alambre liso corrugado, de acero, para refuerzo de concreto.	NMX-B-290	SECOFIN
Cemento Pórtland	NMX-C-001	SECOFIN
Cemento Pórtland puzolana	NMX-C-002	SECOFIN
Cal hidratada para construcción	NMX-C-003	SECOFIN
Determinación del revenimiento	NMX-C-156	SECOFIN
Muestreo de concreto fresco	NMX-C-161	SECOFIN
Muestreo de materiales en polvo	NMX-K-368	SECOFIN
Cuantificación de impurezas orgánicas en arena	1.1.3.3.e	S.A.R.H.
Muestreo y pruebas a que se somete el concreto hidráulico	IX-2ª.11	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Agregados pétreos	4.01.01.004	D.D.F.

Agua para mezclas	4.01.01.018	D.D.F.
Cemento hidráulico	4.01.01.013	D.D.F.
Agregados para concreto	4.112.02	PEMEX
Agua de mezclado	4.112.03	PEMEX
Cemento hidráulico	4.112.01	PEMEX
Aditivo reductor de agua, tipo A; retardantes, tipo B; reductor de agua y retardante, tipo D; reductor de agua y acelerante, tipo E.	C-494-71	ASTM

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

C.01. El ferrocemento deberá utilizarse en la fabricación de estructuras de espesores delgados, donde la resistencia y rigidez se desarrollan mediante la forma del elemento, de fácil moldeabilidad y construirse de una sola pieza, bajo costo, incombustibilidad y alta resistencia a la corrosión.

C.02. Los componentes básicos del ferrocemento estarán formados por morteros de cemento y capas de malla de alambre.

El material adhesivo o matriz en el ferrocemento lo constituirán los morteros, fabricados de cemento pórtland y arena común de sílice. Sus propiedades se regirán por el tipo y calidad de los materiales que lo constituyen, la proporción en que estén combinados, sus condiciones de preparación y factores ambientales.

C.03. Los requisitos generales para los elementos del ferrocemento deberán ser:

a. Resistencia a la compresión

Impermeabilidad

Dureza

Resistente al ataque químico

C.04. El componente esencial del ferrocemento, deberá ser la malla sin restar la importancia que tienen los demás componentes. La malla deberá estar formada de alambres delgados, ya sean entretejidos o soldados y con el siguiente requisito principal de que sea fácil de manejar y lo suficientemente flexible para doblar en las esquinas agudas.

C.05. La función de la malla y en su caso de la varilla de refuerzo deberá ser la de marco para dar forma y para sostener el mortero en estado fresco. Cuando el mortero endurezca la función de la varilla o de la malla deberá ser la de absorber los esfuerzos de tensión interna según las fuerzas que se ejerzan sobre la estructura.

C.06. Como el comportamiento mecánico del ferrocemento depende en gran parte del tipo, cantidad, orientación y propiedades de la resistencia de la malla y en su caso de la varilla de refuerzo, deberá ponerse especial interés en el tipo de alambre que constituyen las mallas; para esto se muestra la siguiente tabla 1, en la que se observan las características generales de los distintos tipos de mallas.

Tabla No. 1 Características de mallas

Tipo de malla	Masa de una capa por área de unidad kg/m ²	Espesor de la malla m m	Contenido de acero kg./m ³	Superficie mínima de acero por volumen de unidad m m ² / m m ³
Malla de alambre hexagonal cal. 13 mm\22 (1/2 " x 22)	0,58	1,4	410	0,275
Malla cuadrada soldada, cal. 13 x 13 mm x 19 (1/2 " x 1/2 " x 19)	1,08	2,0	540	0,248
Metal expandido Expamet TCG263	1,22	2,5	490	0,245
Malla tipo Watson	3,53	5,5	605	0,236

C.07. Cuando se utilice malla de alambre hexagonal conocida como malla de alambre para gallinero o tipo económico y por que es fácil de adquirir en el mercado, deberá tener los siguientes requisitos:

- a. Su diámetro del alambre podrá variar de 0.05 a 0.01 cm.
 - b. Las aberturas de la malla podrá variar de 1 a 2.5 cm.
 - c. Deberá permitir su entretrejido y su presentación será en rollos.
- C.08. De preferencia las mallas de este tipo deberán estar fabricadas con alambre galvanizado y así mismo, no será necesario que este tipo de malla de alambre sea soldada.
- C.09. Al utilizar malla de alambre soldado, deberá tenerse cuidado de que el calibre de los alambres varíe entre 18 y 19 pues este tipo de mallas pueden ser sujetas a esfuerzos de tensión además es mucho más rígido que el que se utiliza en las mallas hexagonales, esta malla deberá ser galvanizada.

Este tipo de malla deberá utilizarse cuando además de lo indicado anteriormente en este inciso, se necesite facilidad para moldear y conformar curvas especiales de la estructura.

- C.10. La malla entretrejida al ser utilizada en el ferrocemento, deberá proporcionar una mejor trabajabilidad que las mallas soldadas o hexagonales y para facilitar su manejo deberá estirarse y sujetarse para someterla a las curvas deseadas.
- C.11. La malla de metal desplegado deberá tener la ventaja con respecto a otros tipos de mallas de permitir mayor adherencia mecánica y facilidad de colocación del mortero.

Sus aberturas podrán variar entre 0,19 y 2,54 cm.

- C.12. La malla Watson que consiste en alambres rectos de alta resistencia y un alambre ondulado transversal que mantiene en posición estos alambres, deberá estar constituida por alambres de alta resistencia colocados en dos niveles paralelos uno al otro y separados de los primeros por alambre de acero dulce transversal, para mayores datos ver la tabla 1.

Este tipo de malla deberá ser muy resistente a la ruptura por el manejo o por los esfuerzos provocados por el mortero fraguado. Esta malla deberá permitir una completa flexibilidad y libertad de forma; la característica principal por lo que deberá emplearse este tipo de mallas, es por el ahorro de mano de obra, ya que:

Debido a su forma geométrica y a sus alambres de alta resistencia, se reducirá la necesidad de amarrar, remover, enlazar o sacudir, así como el golpeo del tablero para el acabado final del ferrocemento.

Se deberá reducir el tiempo de aplicación de la malla, ya que una capa

es equivalente a varias capas de otras mallas.

Podrá eliminarse la colocación de varillas de acero del armazón debido a la alta resistencia de la malla.

- C.13. El acero de armazón se empleará cuando así lo indique el Departamento o el proyecto, para hacer el armazón de la estructura sobre la cual se colocarán las capas de malla. Tanto las varillas longitudinales como las transversales se distribuirán uniformemente y se amoldarán a la forma deseada, la separación de las varillas podrá ser de hasta 30 cm donde no sean consideradas como refuerzo estructural, sino como varillas de separación para los esfuerzos de la malla.

Cuando la separación de las varillas sea de 7,5 cm de centro a centro, podrá considerarse como elemento principal de refuerzo con malla de alambre en estructuras altamente esforzadas y de acuerdo a los datos de diseño de los elementos estructurales en cuestión.

- C. 14. En los casos que determine el proyecto o el Departamento, el diámetro de las varillas podrá variar de 0,42 a 0,95 cm.

Los tableros de ferrocemento con varillas longitudinales transversales, deberán tener 2,54 cm de espesor aproximadamente y podrá usarse una combinación de varillas de diferentes medidas con las varillas de diámetro menor en dirección transversal.

- C.15. De manera complementaria a lo que se ha señalado en los incisos correspondientes a mallas de alambre y acero de refuerzo de este capítulo y para obtener información más detallada al respecto, deberá consultarse el libro 4 Materiales Básicos, capítulos 15 y 16, así como las Normas indicadas en sus cláusulas B de referencias correspondientes. En las siguientes tablas 2 y 3 , se observan las características del alambre y de las varillas de acero.

Tabla 2 . Diámetros y calibres del alambre y sus equivalencias en milímetros

Calibre núm.	Diámetros (pulgadas)	El alambre mm.	Calibre núm.	Diámetro (pulgadas)	El alambre mm
1	0,300	7,620	16	0,065	1,651
2	0,284	7,214	17	0,058	1,473
3	0,259	6,579	18	0,049	1,245
4	0,238	6,045	19	0,042	1,067
5	0,220	5,588	20	0,035	0,889
6	0,203	5,156	21	0,032	0,813
7	0,180	4,572	22	0,028	0,717
8	0,165	4,191	23	0,025	0,635
9	0,148	3,759	24	0,022	0,559
10	0,134	3,404	25	0,020	0,508
11	0,120	3,048	26	0,018	0,457
12	0,109	2,769	27	0,016	0,406
13	0,095	2,413	28	0,014	0,356
14	0,083	2,108	29	0,013	0,330
15	0,072	1,829	30	0,012	0,305

Tabla 3 . Dimensiones y pesos de varillas de acero utilizadas para el armazón

Varilla núm.	Diámetro nominal en		Perímetro nominal en mm	Área nominal en cm ²	Peso en kg/m
	mm	pulgadas			
2,5	7,9	5/16	24,8	0,49	0,384
3	9,5	3/8	29,8	0,71	0,557
4	12,7	1/2	39,9	1,27	0,996
5	15,9	5/8	50,0	1,99	1,560
6	19,1	3/4	60,0	2,87	2,250
7	22,2	7/8	69,7	3,87	3,034
8	24,4	1	79,8	5,07	3,975
9	28,6	1(1/8)	89,8	6,42	5,033
10	31,8	1(1/4).	99,9	7,94	6,225
12	38,1	1(1/2)	119,7	11,4	8,938

- C.16. El cemento utilizado en el ferrocemento, deberá tener la propiedad de adherencia y cohesión, que lo hagan capaz de aglutinar fragmentos minerales en una masa compacta. El material adhesivo o matriz en el ferrocemento se considerará el mortero; éste estará hecho de cemento pórtland y arena común de sílice. En presencia del agua, el cemento reaccionará para formar un gel cementante que producirá una masa firme y dura, esta masa llamada pasta en su estado fresco aglutina las partículas del agregado y dará como resultado un material denso y quebradizo. Las propiedades del mortero se regirán por el tipo y calidad de los materiales que lo constituyan, la proporción en que estén combinados, sus condiciones de preparación y factores ambientales.
- C.17. Los requisitos generales para elementos de ferrocemento, serán: Que tengan resistencia a la compresión, impermeabilidad, dureza y resistencia al ataque químico lo más elevado posible; además, su consistencia deberá mantenerse uniforme, compacta, sin huecos, detrás de las concentraciones del refuerzo.
- C.18. Deberá considerarse que la resistencia del mortero es inversamente proporcional a su relación agua/cemento, y su trabajabilidad es directamente proporcional a la cantidad de agua utilizada.
- C.19. Cuando el proyecto no especifique condiciones o propiedades especiales que deberá tener el ferrocemento, podrán emplearse indistintamente cemento pórtland tipo V o tipo II.
- C.20. Por ningún motivo deberá emplearse cemento tipo I cuando las estructuras de ferrocemento puedan estar sujetas a fuertes ataques de sulfatos en el terreno, agua dulce o agua con altas concentraciones de sales, así como a elevaciones excesivas de temperatura debido a hidratación.
- C.21. Cuando se requiera que la estructura al inicio de su fabricación tenga resistencias bajas por necesidades del proyecto, pero resistencias últimas más altas, que además proporcione una estructura de gel más denso, entonces podrá emplearse cemento tipo II.
- C.22. Se utilizará cemento pórtland tipo III, cuando se requiera que el ferrocemento tenga un endurecimiento rápido, que permita con los agregados lograr la resistencia proyectada a los 14 días de edad, como se establece en el Libro 4.01.01.013
- C.23. Cuando por necesidades del proyecto, lo indiquen las especificaciones o lo determine el Departamento, deberá emplearse cemento portland resistente a los sulfatos tipo V, en el ferrocemento y deberá asegurar la propiedad de resistir los embates del ambiente marino o estructuras susceptibles al ataque de sulfatos.
- C.24. El cemento pórtland de escoria de alto horno y cemento pórtland

puzolánico, podrá emplearse en el ferrocemento, cuando las especificaciones determinen que debe tener baja velocidad de fraguado debido a la dificultad de colocación del mortero sobre la estructura, además que se logre el acabado especificado con la característica de alta resistencia al ataque de los sulfatos.

C.25. Si el personal de control de calidad del ferrocemento requiere de mayor información relacionada con las características que deben cubrir los cementantes para fabricar el mortero, deberán consultar la Norma del libro 4.01.01.003, del Departamento.

C.26. El agregado como material inerte disperso dentro de la pasta de cemento, deberá ocupar del 60 al 70% del volumen del mortero. Por lo tanto, los agregados utilizados para la producción de mortero de alta calidad para estructuras de ferrocemento, deberán ser fuertes, impermeables y capaces de producir una mezcla suficientemente trabajable con una relación de agua/cemento mínima para lograr la penetración apropiada en la malla.

C.27. El agregado empleado será arena natural, que puede ser una mezcla de muchos tipos de material tales como sílice, roca basáltica, piedra caliza o aun el coral blando. Se puede obtener una mezcla suficientemente fuerte basada en ciertos tipos de arena de coral, empleando cantidades adicionales de cemento; pero deberá tenerse especial cuidado en la selección de dichas arenas, ya que las arenas blandas pueden verse seriamente afectadas por la abrasión y reacciones químicas; además un material poroso permitirá la entrada de humedad dentro de secciones muy delgadas, lo que afectará la durabilidad y el comportamiento estructural del mortero.

C.28. La granulometría de las partículas de arena deberá cumplir con lo establecido en la norma 4.01.01.004 y los requisitos de calidad establecidos en las normas de la cláusula B de Referencias.

C.29. En la tabla 4 se muestran los límites de granulometría del agregado fino que deberá emplearse en la fabricación del ferrocemento de acuerdo a la especificación C33-74a de la Norma ASTH.

Tabla 4 . Especificación para agregado fino (arena)

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (%)
pulgadas	milímetros	
3/8"	9,50	100
Núm. 4	4,75	95 a 100
Núm. 8	2,36	80 a 100
Núm. 16	1,18	50 a 85
Núm. 30	0,600	25 a 60
Núm. 50	0,300	10 a 30
Núm. 100	0,150	2 a 10

C.30. Cuando se requiera que el peso total del ferrocemento se reduzca (hasta un 30%) para satisfacer necesidades de proyecto, podrá permitirse el uso de agregados finos tales como arena ligera, arcilla esquistosa expandida o vermiculita, con la condición adicional de que la estructura no deberá estar sometida a esfuerzos de compresión.

C.31. Respecto al agua para mezclas, ésta deberá ser potable y deberán tomarse las precauciones necesarias y evitar utilizar agua que contenga impurezas, ya que pueden interferir con el fraguado del mortero y afectar la resistencia del ferrocemento o provocar manchado en la superficie.

El agua no deberá contener impurezas tales como barro, lama, ácidos, sales solubles, materiales vegetales en descomposición y muchas otras sustancias orgánicas que pueden encontrarse aún en agua potable de supuesta buena calidad. Por ningún motivo, deberá emplearse agua con concentraciones de sales o agua de mar para fabricar ferro-cemento.

C.32. Para la utilización del agua en la fabricación del ferrocemento, deberá consultarse la norma 4.01.01.018, del Departamento y las normas de su cláusula B de Referencias.

C.33. De manera adicional a lo establecido en el capítulo 004 Aditivos para Concreto de este libro, deberá entenderse que la mayor parte de los aditivos que se usan, son para mejorar la trabajabilidad del ferrocemento, reducir la exigencia de agua y prolongar el fraguado del mortero, por lo que los aditivos más comúnmente utilizados en la fabricación del ferrocemento, son:

- a. Aditivos reductores de agua. Tipo A
- Aditivos retardantes. Tipo B
- c. Aditivos reductores de agua y retardantes. Tipo D

d. Aditivos reductores de agua y acelerantes. Tipo E

Todos estos aditivos, además de cumplir con las normas establecidas en la cláusula B de Referencias del capítulo 004 de este Libro, deben cumplir también con las Normas ASTM C494-71.

C.34. A continuación en la tabla 5, se muestran los requisitos físicos de los aditivos usados comúnmente, de acuerdo a la Norma ASTM C494-74

C.35. Puesto que los efectos específicos producidos por los diversos tipos de aditivos pueden variar con las propiedades de los otros ingredientes del mortero, es necesario realizar pruebas previas en diferentes tipos de aditivos antes de intentar recubrir las estructuras de ferrocemento.

Tabla 5. Requisitos físicos de aditivos utilizados (ASTM C-494-74)

	Tipo A Reductor de agua	Tipo B retardante	Tipo D, reductor de retardante	Tipo E, reductor de agua y acelerante
Contenido de agua, máximo porcentaje de control	95	----	95	95
Tiempo de fraguado, desviación permisible del control, horas: min.				
Inicial: al menos	Ni 1:00 antes	1:00 después	1:00 después	1:00 después
No más de	Ni 1:30 después	3:30 después	3:30 después	3:30 después
Final: al menos	----	----	----	1:00 antes
No más de	Ni 1:00 antes Ni 1:30 después	3:30 después	3:30 después	
Resistencia a la compresión, mín, por ciento del control				
3 días	110	90	110	125
7 días	110	90	110	110
28 días	110	90	110	110
6 meses	100	90	100	100
1 año	100	90	100	100
Resistencia a la flexión, mín. por ciento del control				
3 días				
7 días	100	90	100	110
28 días	100	90	100	100
	100	90	100	100
Cambio de longitud contracción máxima (requisitos alternativos)				
Porcentaje del control	135	135	135	135
Aumento sobre el control	0,010	0,010	0,010	0,010
Factor de durabilidad relativa, mín.	80	80	80	80

Nota:

a.- Los valores en la tabla incluyen al margen para variaciones normales en los resultados de las Vigente a partir del 05-12-97

045-011

pruebas. El propósito del requisito del 90% de resistencia a la compresión para el aditivo Tipo B, es exigir un nivel de comportamiento comprobable al del concreto de referencia.

- b.- La resistencia a la compresión y a la flexión del concreto que contiene el aditivo bajo prueba, no debe ser menor del 90% del obtenido a cualquier edad previa de la prueba. El propósito de fijar este límite es exigir que la resistencia a la compresión o a la flexión del concreto que contiene el aditivo bajo prueba, no se reduzca con la edad.
- c.- Requisitos alternativos, se aplica el límite de porcentaje del control cuando el cambio de longitud del control es de 0.030% mayor, se aplica el límite de aumento sobre el control cuando el cambio de longitud del control es de menos de 0.030%
- d.- Este requisito se aplica únicamente cuando el aditivo va a usarse en concreto con inclusión de aire que pueda quedar expuesto a congelación o descongelación estando húmedo.

C.36. La cantidad de aditivos para ferrocemento será entre 0,9 y 1,1% del peso total del cemento en la mezcla, para lo cual, el personal de control de calidad, deberá emplear equipo confiable de medición.

C.37. Generalmente las estructuras de ferrocemento no requieren recubrimiento, pero si el Departamento lo considera necesario, para incrementar en lo posible su vida útil, podrá previo aplanado de la superficie, aplicar pintura de esmalte.

Cuando la estructura esté sometida a un ambiente agresivo, contaminante o de cualquier otro tipo, mediante el estudio previo de posibles causas que generen deterioro de la estructura o apariencia, podrán emplearse productos químicos que protejan la corrosión, tales como recubrimientos orgánicos de vinilo y epóxico u otros que garanticen resultados.

C.38. El personal de aseguramiento y control de calidad, debe verificar, los requisitos que deberán tener los elementos que constituyen el ferrocemento como se indica en los incisos C.04 a C.36 de esta cláusula; así mismo, deberán observarse las indicaciones que señalan los incisos C.38 a C.56, relacionados con los requisitos de elaboración del ferrocemento, pero ya como producto terminado.

C.39. Procedimiento de construcción: Las varillas y la malla de alambre de refuerzo deberán distribuirse uniformemente y moldearse a la forma deseada.

El contenido de acero en el ferrocemento podrá variar desde 1 hasta 87% del volumen del concreto. En estructuras altamente reforzadas, la distribución de las, varillas de acero y de la malla deberá hacerse de tal forma que permita la adecuada penetración del mortero, dando como resultado un material denso, libre de huecos. La malla de refuerzo deberá estar firmemente soldada o sujeta de alguna otra manera para que se mantenga en su posición original durante la aplicación del mortero y el vibrado.

C.40. Salvo que el Departamento indique lo contrario la longitud del traslape de
Vigente a partir del 05-12-97

045-012

las mallas podrá variar de 23 a 30 cm máximo y de las varillas 40 diámetros mínimo.

- C.41. La malla de alambre, generalmente galvanizado (aunque en muchos casos podrá usarse no galvanizado previa autorización del Departamento), se colocará tanto en el lado interior como en el exterior de las varillas de acero.

El número de capas podrá variar desde dos hasta ocho, dependiendo del diseño. Las mallas de alambre se amarrarán a las varillas de acero, con alambre galvanizado en intervalos que podrán variar de 15 a 30 cm.

Las mallas deberán colocarse alternativamente, en dos direcciones con el fin de crear un material isotrópico.

- C.42. En los casos que sea necesario, se permitirá que la malla se acomode por sí misma en cuanto sea posible aunque esto signifique un traslape mayor en alguna parte. Si los traslapes ocasionan dificultades para el trazador, entonces se deberá cortar el exceso de traslape, sin embargo en todos los casos deberá mantenerse una longitud mínima de traslape de 5 cm.

- C.43. El mezclado del mortero deberá hacerse en proporciones apropiadas para lograr la resistencia de diseño. Las proporciones de la mezcla deberán estar en relación con el peso, la proporción de cemento-arena podrá variar de 1 parte de cemento por 1,5 a 2 partes de arena. La relación agua-cemento deberá mantenerse lo más baja posible para proporcionar al material calidad y trabajabilidad consistentes y podrá ser equivalente al 40% del peso. De ser necesario, ya sea porque está especificado o por orden del departamento, podrá usarse puzolana u otros aditivos, con la verificación correspondiente del comportamiento de estos materiales antes de usarse.

- C.44. Para la fabricación del mortero, deberá emplearse una revolvedora horizontal de aspas de paleta, para obtener una mezcla de alta calidad. El tiempo mínimo de mezclado será de 3 minutos.

- C.45. Antes de aplicar el mortero a una estructura, debe verificarse que todas las varillas de acero y las mallas de alambre estén en posición apropiada. Los refuerzos que se utilicen deberán estar libres de rebabas de laminado, grasa u otros contaminantes. Deberán cepillarse antes de comenzar el trabajo de aplicación del mortero.

- C.46. La aplicación del mortero podrá hacerse con la mano preferentemente, o con cualquier herramienta que garantice calidad en su aplicación. No se necesita cimbrado, sin embargo en algunos casos podrá emplearse una tabla de madera o una placa metálica como apoyo temporal del mortero y deberá quitarse inmediatamente después de colocar y vibrar el mortero.

- C.47. Las técnicas a emplear para aplicar el mortero podrán ser:

- a. Técnica en una etapa, consiste en una sola aplicación monolítica del mortero para rellenar la malla de acero, en el que se deberá dar el acabado tanto interior como exterior al mismo tiempo, antes de que se inicie el fraguado del mortero de cemento.
 - b. Técnica de dos etapas, se refiere al procedimiento de aplicar el mortero primero en un lado, presionándolo hasta que pase, a las superficies internas del alambre central, se aplica el acabado al lado externo y se cura, los huecos que quedan se llenan después desde el otro lado y posteriormente se les da el acabado y el curado que podrá variar entre 10 y 14 días.
- C.48. Para asegurar una buena penetración y compactación del mortero, deberá emplearse un vibrador. La vibración se llevará a cabo cuando el mortero ya está colocado para evitar que este sea arrojado fuera de la malla; sin embargo deberá vigilarse cuidadosamente el uso de vibrador para asegurar que el mortero ya colocado no sea alterado subsecuentemente.
- C.49. Al aplicar el mortero, se deberá asegurar que el recubrimiento final, o capa de acabado, que conforma la estructura, se coloque antes de que ocurra el fraguado final de la aplicación del mortero principal.
- C.50. Cuando se efectúe la operación de aplicación de mortero de estructuras grandes de ferrocemento, deberá hacerse por secciones utilizando la técnica de una sola etapa, en este caso, deberán mantenerse las juntas de construcción lo más limpias posibles y si es necesario, soplear el mortero excedente de los bordes con aire comprimido antes de que ocurra el fraguado. Las juntas deberán cubrirse con lechadas o con alguna resina epóxica que asegure una unión más perfecta.
- C.51. En el curso de la operación normal de aplicación del mortero deberá llevarse a cabo el acabado de la superficie antes de que ocurra el fraguado final. El recubrimiento libre del refuerzo en el ferrocemento podrá variar entre 1,25 cm y 2,15 cm. Durante todo el tiempo del proceso de aplicación del mortero deben usarse tablas grandes de madera para asegurar que la superficie esté pareja y para evitar la formación de protuberancias o huecos entre las varillas de acero y el armazón. Después de terminar esta operación deberá aplanarse la superficie con llanas de madera. Al finalizar la operación anterior se dará un aplanado a la superficie para obtener un acabado liso. Si se requiere de una superficie áspera que proporcione una buena adherencia para la pintura, debe utilizarse una esponja.
- C.52. El curado podrá realizarse mediante las técnicas más apropiadas para el caso, como pueden ser:
- a. Curado por humedad mediante aspersión o anegamiento, o cubriendo la superficie con arena, tierra, aserrín o paja mojados. También podrá hacerse

utilizando mantas de algodón impregnadas de agua o estopa manteniéndolas constantemente mojadas utilizando aspersores de agua.

- b. Curado con membrana impermeable, en este tipo de curado se utilizará una membrana impermeable o papel a prueba de agua para cubrir la superficie terminada. La cubierta no deberá estar perforada o dañada para evitar la evaporación del agua del mortero. La membrana estará formada por elementos selladores que puedan ser transparentes, blancos o negros.

El curado deberá continuarse al menos durante 7 días, para evitar efectos perjudiciales tales como contracción, agrietamiento o menor desarrollo de resistencia debido a un secado prematuro.

- c. El curado con vapor deberá emplearse cuando sea necesario el desarrollo temprano de resistencia o cuando exista clima muy frío (menor de 5°C).

Esta técnica de curado de vapor, deberá emplearse siempre que sea necesario o cuando sea posible terminar la operación de aplicación del mortero en una estructura de ferrocemento en una sola etapa y en un solo día.

Cuando se vaya a emplear esta técnica de curado, se deberá esperar de 4 a 5 horas después de haber aplicado el mortero, antes de aplicar el vapor, para dar tiempo al fraguado final. La temperatura máxima de curado de vapor no deberá exceder de 71°C (160°F).

Durante el curado con vapor, toda la estructura deberá estar cubierta con láminas de plástico apropiadas y las juntas deberán estar selladas para evitar las pérdidas de vapor. La temperatura de curado deberá iniciar con 40°C, durante dos horas irá variando hasta llegar a los 71°C, mantener esta temperatura durante un periodo de 6 horas, después de lo cual deberán emplearse 4 horas mínimo para enfriamiento y por ningún motivo deberá permitirse enfriamiento brusco.

- C.53. Las estructuras de ferrocemento, recubiertas adecuadamente, no necesitarán una protección especial, a no ser que vayan a estar expuestas a condiciones ambientales severas.

El trabajo de pintura en algunas ocasiones podrá cumplir con funciones del tipo estético; sin embargo, el recubrimiento protector será necesario cuando la estructura se someta a intensos ataques químicos que puedan dañar la integridad estructural de sus elementos, cualquier tipo de recubrimiento deberá tener entre otras, las características siguientes:

- a. La preparación deberá tener buena adherencia al mortero

- b. Debe tener tolerancia a la alcalinidad en el ferrocemento
- c. Debe tener buena resistencia química a la abrasión
- d. Capacidad de aislar corrientes eléctricas
- e. Impermeabilidad al agua y a las sustancias químicas
- f. Los materiales no deben ser tóxicos sino apropiados para usarse con mano de obra no calificada
- g. De técnica de aplicación sencilla, preferentemente con brocha
- h. Un producto de empaque sencillo
- i. Sin intervalo crítico de tiempo entre las capas de recubrimiento
- j. Todos los productos deberán ser de secado rápido
- k. La exposición fuera del agua no deberá afectar los recubrimientos lavables
- l. El mantenimiento deberá ser fácil.

C.54. El recubrimiento deberá aplicarse a temperaturas no inferiores a 10°C (50°F), y para la aplicación de adhesivos de resinas epóxicas al mortero, podrá ser una temperatura mínima de 15°C (60°F).

Al aplicar el recubrimiento epóxico o algún otro recubrimiento de dos componentes en el mortero, su temperatura podrá variar entre 21 y 32°C (70 y 90°F), para asegurar un curado apropiado.

El espesor requerido para el recubrimiento de protección, dependerá del tipo de recubrimiento, de su formulación y de la aspereza de la superficie, pero no tendrá menos de tres capas con colores alternados en cada aplicación para asegurar un recubrimiento completo sobre toda la superficie.

C.55. La primera capa de recubrimiento deberá ser un sellador inhibidor de vinilo o de base epóxica. Esta capa deberá ser capaz de sellar la superficie agrietada mediante absorción y también prevenir la corrosión del armazón de acero y de la malla expuesta.

Después de haber aplicado la primera capa vinílica o de base epóxica y permitido su curado, deberá examinarse cuidadosamente la superficie. En esta etapa puede mejorarse la apariencia de la estructura mediante la aplicación de un relleno de mastique vinílico aplicado con escoba de goma o

con espátula, al espesor deseado. Este mastique deberá secar en 24 horas.

La segunda capa de recubrimiento deberá aplicarse para asegurar que cualquier parte del mortero o del refuerzo, expuesto o descubierto durante el aplanado, quede apropiadamente cubierto por la capa final y deberá ser del mismo tipo que la primera capa de recubrimiento.

Si la estructura de ferrocemento estuviera sujeta a un medio ambiente corrosivo, aguas negras o con alta concentración de sales, el recubrimiento final se aplicará en todas las partes de la estructura de dos a cuatro capas de recubrimiento vinílico. Las diferentes marcas de recubrimiento en el mercado tiene tiempos diferentes de curado y en cada caso deberán seguirse las recomendaciones del fabricante. De cualquier manera, nunca deberá aplicarse una capa de recubrimiento hasta que la capa anterior haya sido apropiadamente curada. El tiempo de curado podrá variar desde 30 minutos, hasta 48 horas.

C.56. El ferrocemento es un material compuesto homogéneo que contiene un alto porcentaje de malla de alambre de acero dúctil, con alta relación de superficie a volumen en una matriz frágil de cemento-mortero, lo que permitirá que la matriz asuma las características dúctiles del refuerzo, ligados íntimamente para crear una estructura rígida.

Idealmente el ferrocemento actúa como un material homogéneo en el rango elástico, y el esfuerzo del compuesto se obtiene de las características de la mezcla. Cuando una muestra de ferrocemento se someta a esfuerzos de tensión crecientes, se observarán tres niveles de comportamiento. Estos niveles o campos se clasifican de acuerdo con el ancho de las grietas como se muestra en la tabla 6.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El muestreo difícilmente podrá realizarse al producto terminado conocido como ferrocemento, ya que no se fabrica en serie y cada estructura por muy parecida que sea, es idéntica a sí misma es decir, es única, debido a que esta fabricada a mano.

Tabla 6. Fases de trabajo, esfuerzos y alargamiento del ferrocemento bajo cargas de tensión.

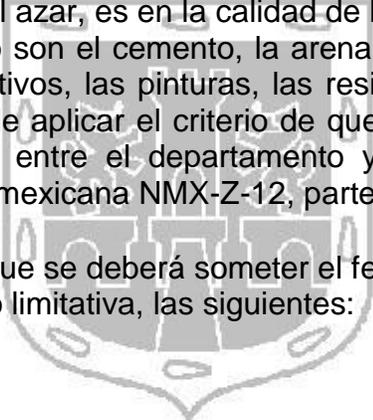
Nivel	Nivel del material	Comportamiento	Ancho de la grieta w, en micras *	Esfuerzos σ_{20} , σ_{50} , σ_{100} (kgf/cm ²) **	Alargamiento unitario Σ_{20} , Σ_{50} , $\Sigma_{100} \times 10^{-6}$ **
					6

I	Lineamiento elástico	Impermeable	---	---	---
Ia.	Casi elástico	Impermeable	0-20	33	200
Ib.	No linealmente elástico	No corrosivo I	20-50	36	290
II	Elástico-plástico	No corrosivo II	50 - 100	43	645
III	Plástico	Corrosivo	> 100	--	

* 1 micra = 10^{-6} m.

En donde si debe tenerse especial cuidado (y por lo mismo sujeto a muestreo riguroso al azar, es en la calidad de los insumos que constituyen al ferrocemento, como son el cemento, la arena, el agua, la malla, las varillas de refuerzo, los aditivos, las pinturas, las resinas epóxicas, vinílicos, etc. a los que se les puede aplicar el criterio de que el muestreo podrá realizarse de común acuerdo entre el departamento y el fabricante del insumo, o aplicando la norma mexicana NMX-Z-12, partes 1, 2 y 3.

D.02. Las pruebas a las que se deberá someter el ferrocemento serán á manera enunciativa, pero no limitativa, las siguientes:



CIUDAD DE MÉXICO

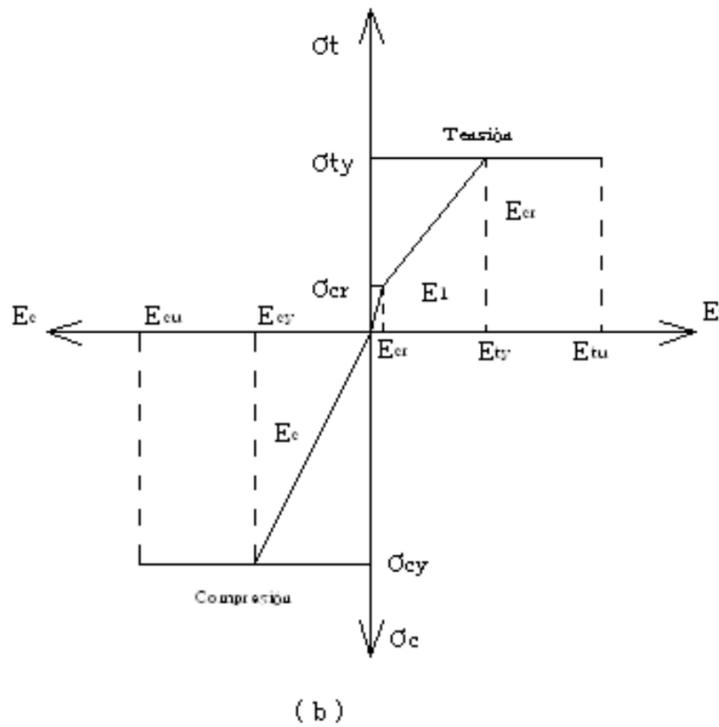
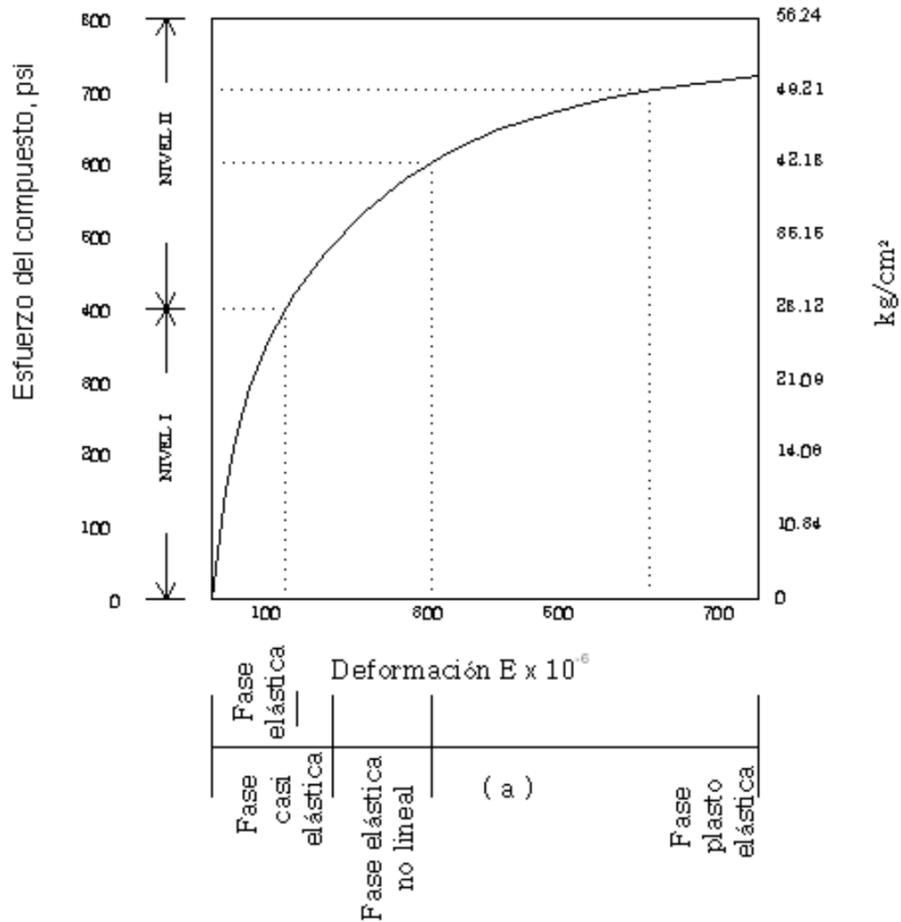


Figura 1. Curvas de esfuerzo-deformación de ferrocemento a tensión y a compresión

Notas correspondientes a la figura 1

Los estudios realizados sobre el comportamiento de muestras de ferrocemento a tensión, muestra una curva típica de esfuerzo-deformación, así mismo se muestra una curva de una sección de ferrocemento a tensión, en el que se observa el comportamiento que deberá tener cualquier muestra de ferro-cemento.

Rango elástico

En este nivel la curva de esfuerzo-deformación es básicamente lineal, asimismo, ocurren deformaciones elásticas tanto en parrillas de metal como en las cristalinas y en los coloides. No existe evidencia de formación de grietas aun cuando se observen con aumento. El límite de elasticidad del ferrocemento también es más alto que el del concreto no reforzado.

Con mayor incremento de esfuerzos, el ferrocemento se vuelve casi elástico. Los esfuerzos plásticos de los coloides, relativamente pequeños, se detiene por la deformación elástica del alambre. Las microgrietas son invisibles a simple vista y difícilmente se observan aun utilizando instrumentos ópticos. Estos dos niveles, el elástico lineal y el casi elástico, constituyen el rango elástico de trabajo práctico del ferrocemento.

Rango de agrietamiento

Con mayores incrementos de esfuerzos se originan deformaciones plásticas muy definidas de los coloides, así como de las parrillas cristalinas, a su vez, los refuerzos resisten dichos incrementos. Este es el momento de deformación y ensanchamiento de las grietas originales. La curva de esfuerzo-deformación se aparta de la linealidad, y se observa un aumento de las grietas con incremento de esfuerzo, en vez de ensanchamiento de las grietas existentes. En este nivel, las grietas son muy finas y se ha observado que constituyen una función de la superficie específica del refuerzo.

Rango de fluencia

Conforme se incrementa la carga, el proceso de ensanchamiento de las grietas continúa a velocidad uniforme. Antes de llegar a este nivel, ya se ha desarrollado el número máximo de grietas que van a formarse y el incremento de los esfuerzos del mortero se produce por el ensanchamiento de las grietas. La acción compuesta del mortero y del refuerzo continúa hasta que se llega a un ancho de grieta de aproximadamente 100 micras y entonces el refuerzo soporta todas las fuerzas de tensión.

a. Ferrocemento sometido a tensión en el que se observarán:

1. Su comportamiento en el rango elástico

Módulo de elasticidad por el concepto de fibra alineada equivalente
Resistencia a la primera grieta
Formación y detección de grietas mediante refuerzo con separaciones pequeñas
El mecanismo de formación de grietas
Factores que afectan el comportamiento de agrietamiento del ferrocemento
Efecto de la superficie específica sobre la resistencia a la primera grieta
Efecto de la fracción de volumen sobre la resistencia a la primera grieta
Resistencia en el rango de agrietamiento
Separación de las grietas
Ancho de las grietas
Resistencia última
Fracción de volumen mínimo
Efecto de los materiales que constituyen el ferrocemento sobre la resistencia a la tensión

- Efectos del tipo de malla y de su orientación
- Efectos del acero del armazón
- Efectos de la composición del mortero

Diseño a tensión directa
Diseño en el rango sin agrietamiento
Diseño en el rango de agrietamiento

Ferrocemento sometido a compresión
Ferrocemento sometido a flexión

D.03. Las pruebas de las piezas como producto terminado, en cada caso se establecerán tomando en cuenta la forma de llevarla a cabo y con los métodos que al respecto especifique el Departamento.

D.04. Las tolerancias de los requisitos establecidos a las piezas de ferrocemento las fijará el proyecto del Departamento en cada caso particular.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Por ningún motivo aceptará el Departamento una estructura de ferrocemento cuando:

- a. No se hayan respetado las especificaciones, proyecto u ordenamientos del Departamento.
- b. Una vez fabricada y entregada la estructura de ferrocemento, estén presentes:

Grietas
Manchas de grasa, de otro tipo o decoloraciones
Desportilladuras
Quebraduras o hundimientos de la superficie

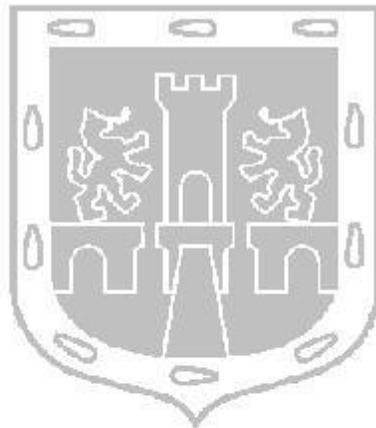
Otras que indiquen demérito en la calidad

Cuando se compruebe que durante la elaboración del mortero se utilizó agua con alta concentración de sales, con materia orgánica o arena de mar, o que el mortero se haya elaborado en forma manual y no en forma mecánica.

Cuando se hayan utilizado malla o alambres deteriorados, oxidadas, impregnadas de grasas o aceites u otras sustancias que impidan la adherencia del mortero

Cuando por imprudencia del fabricante durante el transporte, manejo o colocación de la estructura de ferrocemento, sufra daños que a juicio del Departamento afecte o debilite la estructura.

E.02. En el caso de que el ferrocemento como producto no cumpla en cuanto a las características que se hayan fijado en este capítulo, dentro de las tolerancias establecidas específicamente por el Departamento, será rechazado el producto terminado o desde su origen por cuestiones de fabricación.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO	4	CALIDAD DE MATERIALES
PARTE	01	OBRA CIVIL
SECCIÓN	02	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO046		PANELES PARA CONSTRUCCIÓN

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Pieza para conformar elementos separadores de ambiente o como elementos estructurales y de carga, de forma rectangular; integrada por un núcleo de espuma de poliestireno o de espuma rígida de poliuretano; cubierta por los lados de superficie mayor con lámina pintro, canaletas de acero, papel de fieltro asfaltado, o envuelto con una malla de metal desplegado, unida mediante soldadura en puntos específicos a través del núcleo, con tramos o conectares del mismo metal de la malla.

A.02. Los paneles para construcción se fabrican en diversos tipos y condiciones y se clasifican de la siguiente manera:

a. Por la constitución de su núcleo:

De espuma de poliestireno expandido, reforzado con canaletas de acero y malla de metal desplegado.

De espuma de poliestireno y armadura tridimensional de alambre de acero electrosoldado.

De espuma rígida de poliuretano, formando un elemento tipo emparedado con lámina pintro.

De espuma de poliuretano y dos caras de papel de fieltro asfaltado. b. En función del uso:

Para cubiertas de edificación.

Con fines estéticos en fachadas y plafones.

Como barrera térmica, o como aislante acústico en espacios cerrados.

Con fines constructivos en muros exteriores e interiores.

c. En función del espesor:

Esbeltos (no mayores de 6 cm de espesor).

Gruesos (con espesor mayor de 6 cm).

En función del trabajo al que se someterán:

Estructural; en muros de carga y techos.

No estructural; en muros divisorios, cubiertas, plafones, fachadas y otros con fines de ornato.

REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la fabricación de Paneles para Construcción, que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse, en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, y Bases de Aceptación; capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Requisitos generales para lámina de acero, con recubrimiento metálico, por el proceso de inmersión en caliente.	NMX-B-55	SECOFI
Lámina acanalada de acero al carbono, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente.	NMX-B-60	SECOFI
Lámina de acero al carbono, galvanizada por el proceso de inmersión en caliente, para uso estructural.	NMX-B-66	SECOFI
Lámina de acero al carbono, galvanizado por el proceso de inmersión en caliente, para embutidos.	NMX-B-71	SECOFI
Lámina y tira de acero al carbono, laminadas en caliente, para uso común.	NMX-B-248	SECOFI
Alambre de acero sin recubrimiento, relevado de esfuerzo para usarse en concreto preesforzado.	NMX-B-293	SECOFI

CONCEPTO

CAPITULO DE

DEPENDENCIA

Vigente a partir del 1º de septiembre de 1999

046-02

	REFERENC IA	
Lámina de acero al carbono, laminada en frío, para uso estructural.	NMX-B-348	SECOFI
Alambrón de acero al carbono, para trefilación	NMX-B-365	SECOFI
Cemento-mortero Pórtland	NMX-C-21	SECOFI
Método de mezclado mecánico de pastas y mortero, de cementantes hidráulicos.	NMX-C-85	SECOFI
Método de prueba para la determinación del sangrado en pastas de cemento y mortero.	NMX-C-153	SECOFI
Piezas de espuma de poliestireno; resistencia a la compresión.	NMX-C-209	SECOFI
Piezas de espuma de poliestireno. Resistencia a la ruptura y a la flexión	NMX-C-176	SECOFI
Paneles para uso estructural en muros, techos y entrepisos	NMX-C-405	SECOFI
Espuma de poliestireno aislante, material rígido celular, compuesto principalmente de monómero de estireno polimerizado, con agentes expansivos, presentado en placas.	C-578-6	A.S.T.M.
Muestreo para la inspección por atributos.	NMX-Z-12/1,2 y 3	SECOFI
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Cementantes hidráulicos	4.01.01.013	G.D.F.
Piezas de espuma de poliestireno	4.01.02.039	G.D.F.
Acabados de poliuretano, recubrimiento a base de un componente de policianato; pigmentos colorantes inertes	RA-28-80	PEMEX

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Las partes componentes de los paneles así como los paneles mismos como

Vigente a partir del 1º de septiembre de 1999

046-03

producto final, deben satisfacer las especificaciones señaladas por el Gobierno del Distrito Federal en este capítulo; entre otras, las siguientes:

a. La espuma de poliuretano y la espuma de poliestireno, deben tener las siguientes características:

1. Físicas.

1.1 La densidad de los paneles media debe ser de 6 a 40 kg/m² y su estructura fisiocular de celda cerrada, sólida en un 82,5%.

1.2 Debe tener la característica de autoestinguible y contener en su composición un retardante contra el fuego, que cumpla con la norma mexicana NMX-L-214.

1.3 Debe tener características de aislamiento térmico, para lo cual sólo se le permitirá una conductividad R, según su densidad, cumpliendo con las normas ASTM-C-236 y ASTM-C-189.

1.4 La absorción de agua debe cumplir con lo especificado en la norma mexicana NMX-C-212.

1.5 La transmisión de vapor de agua debe cumplir con lo especificado en la norma mexicana NMX-C 190.

1.6 La resistencia a la difusión del vapor de agua debe ser absoluta; el plástico debe formar una película protectora compacta que dificulte la penetración del vapor de agua.

1.7 Ante cambios de temperatura, el material debe mostrar estabilidad dimensional; sin embargo, los incrementos de volumen, deben someterse a las especificaciones de la norma mexicana NMX-C-195.

Debe entenderse por volumen normal, aquel que obtenga la pieza de espuma de poliuretano o de espuma de poliestireno a una temperatura de 15°C.

1.8 Los paneles, deben ser resistentes al intemperismo por la influencia de la atmósfera, luz, temperatura y aire; permitiéndose sólo cambios en el color de la superficie expuesta.

1.9 Los paneles, no deben mostrar grietas, cambio de color, disminución de densidad ni otros cambios sustanciales ante cambios de temperatura en un rango de -25 °C y + 80°C.

Físico-mecánicas.

El material metálico utilizado en la fabricación de los paneles debe cubrir los requisitos que indican las normas para acero, de la cláusula B de

Referencias.

Las canaletas metálicas que contienen los paneles, deben tener las siguientes características:

Lámina galvanizada calibre 26; del tipo pinto, sin prepintar o prepintada; con un espesor mínimo de 0,46 mm (18 milésimas de pulgada).

En la fabricación de las canaletas, debe utilizarse acero comercial SAE 1010, de bajo contenido de carbono y laminado en frío.

El acero de la lámina puede ser de grados A, B, C, D, E, o F; y debe cumplir con lo establecido en la Norma NMX-B-66 y además con los requisitos mecánicos de la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos mecánicos del acero de la lámina

Grado	Lf (mínimo) MPa (kgf/mm ²)	Rt (mínima) MPa (kgf/mm ²)	Alargamiento % mínimo en probeta de 50 mm
A	230 (23)	310(31)	20
B	255 (26)	360 (36)	18
C	275(28)	380 (39)	16
D	345 (35)	450(46)	12
E	550 (56)	570 (58)	12
F	345 (35)	480 (49)	12

Lf = Límite de fluencia

Rt = Resistencia a la tensión

Lc = Longitud calibrada

En cuanto al galvanizado, el recubrimiento aplicado por proceso de inmersión en caliente, debe alcanzar una capa tipo C-90 en ambas caras y cumplir con la norma mexicana NMX-B-71.

La pintura de acabado debe ser con primer-epóxico tipo poliéster de 0,20 mm de espesor mínimo, horneado.

Papel de fieltro asfaltado.

En este caso, se debe cumplir con lo establecido en el proceso, o lo solicitado por el Gobierno del Distrito Federal.

Malla de metal desplegado.

Para el caso de panel para uso en techos y entrepisos, la malla debe ser tipo 4x4 (11-11), cuya equivalencia es con separación de 10 x 10 cm, alambre de calibre 11 (3,05 mm de diámetro), y un límite de fluencia f_y igual o mayor a 490,2 MPa (5000 kgf/cm²). La separación entre mallas, debe ser de 9 cm; el espesor del núcleo de espuma de poliestireno, debe ser de 6 cm; y la pieza debe llevar espacios para instalar nervaduras de 10 x 3 cm a cada cm. El ancho de los paneles debe ser de 120 cm y cumplir con la norma mexicana NMX-C-405.

2 .Para el caso de paneles utilizados para muros de carga o divisorios u otros fines, la malla puede ser tipo 4x4 (11-11); pero la separación entre alambres, no será mayor a 10 cm, su límite de fluencia f_y igual o mayor a 411,8 MPa (4200 kgf/cm²). La separación entre mallas puede ser variable, pero nunca menor de 6 cm y el espesor del núcleo espuma de poliestireno, no debe ser menor de 4 cm. El ancho de los paneles puede ser de 120 cm, de acuerdo a la especificado en la NMX-C-405.

C.02. De las piezas integradas.

Dimensiones.

Cuando los paneles vayan a ser utilizados para división u ornato no estructurales, las dimensiones pueden ser variables en espesor, de acuerdo con los requerimientos específicos de proyecto, trabajo o pedido; el ancho y largo pueden ser de preferencia de 120 cm por 240 cm o sus múltiplos; ésto se debe determinar en función a la facilidad de maniobras para la colocación de las piezas en la edificación a donde se vayan a utilizar.



CIUDAD DE MÉXICO

Tratándose de piezas para ocupación estructural en techos y entrepisos en las edificaciones, el espesor mínimo de las piezas debe ser de 9 cm entre mallas y el espesor del núcleo de espuma de poliuretano o espuma de poliestireno de 6 cm; el ancho no debe ser menor de 120 cm y el largo puede ser variable según el claro que se desee cubrir y la carga que se requiera soportar, con rango, entre 260 cm, hasta 440 cm; de acuerdo con lo que se indica en la norma mexicana NMX-C-405. (Ver Gráfica 1 para cargas y claros).

Peso.

El peso debe quedar restringido a los requerimientos específicos del Gobierno del Distrito Federal.

Resistencia al manejo.

Las piezas deben ser resistentes a las fuerzas de tensión, compresión y flexión a la que puedan verse sometidas al simple movimiento, ejecutado por una persona que las levante de cualquiera de sus partes.

Durabilidad antes de su uso y después de su fabricación.

Las piezas no deberán sufrir deterioro en alguna de sus características sea cual fuera el tiempo transcurrido entre el momento de la fabricación y su uso, conservando desde luego el cuidado de las mismas en condiciones como se señala en el inciso correspondiente a almacenamiento.

Identificación:

Todas las piezas deberán estar identificadas con el siguiente texto impreso:

Fabricante (nombre y logotipo).

País de origen o la leyenda "Hecho en México" (según sea el caso).

Dimensiones genéricas de las piezas.

Peso.

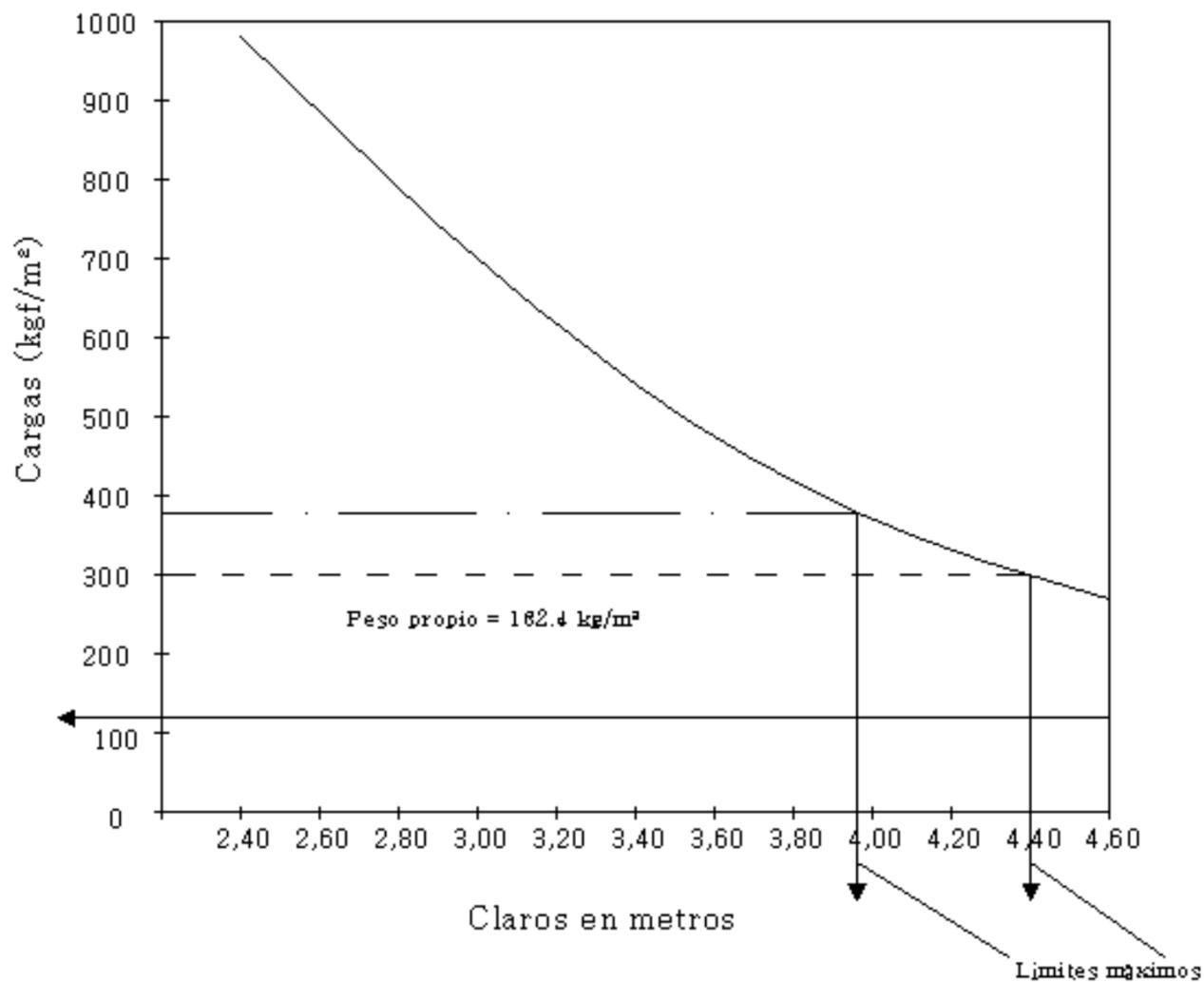
Tipo.

Densidad del alma

f. Almacenamiento

Claros cuadrados por lado (m)	Carga total (kgf/m ²)
2,40	983
2,60	837
2,80	722
3,00	628
3,20	553
3,40	489
3,60	436
3,80	395
4,00	353
4,20	320
4,40	292
4,60	263

Peso propio	—————
Azotea	- - - - -
Entrepiso	- · - · -



GRÁFICA 1.- Límites máximos de claros y cargas

El almacenamiento de los paneles para construcción se sujetará a lo indicado por el proveedor o fabricante del producto, pero en general se mantendrán los paneles bajo techo, protegidos contra el mal trato y alejados de la humedad.

MUESTREO Y PRUEBAS.

D.01. El muestreo, pruebas y tolerancias a que se someterán las piezas componentes de los paneles para construcción, será de acuerdo a lo especificado para cada caso en las normas correspondientes del producto de que se trate, de acuerdo a lo señalado en la cláusula B de Referencias y de acuerdo también a lo indicado en cada caso a sus requisitos de calidad.

D.02. En todos los casos se debe considerar lo que corresponda a lo señalado en el capítulo 001, del libro 4.01.01.001 sobre Generalidades, en el cual se trata el aspecto de muestreo y también lo que corresponda según la norma mexicana NMX-Z-12 en cualquiera de sus partes 1, 2 y 3.

D.03. Las pruebas en cada caso se establecerán en cuanto a su forma y con los métodos que al respecto especifique el Gobierno del Distrito Federal.

D.04. El fabricante debe otorgar las facilidades necesarias, para permitir el acceso a sus instalaciones al personal que designe el Gobierno del Distrito Federal, para verificar las pruebas a las que se someterán los paneles.

D.05. En cada caso el proyecto o el Gobierno del Distrito Federal fijará las tolerancias en cada uno de los requisitos que se han definido en esta norma.

BASES DE ACEPTACIÓN.

E.01. En el caso de que las piezas no cumplan en cuanto a las características que se han fijado en esta norma, dentro de las tolerancias establecidas específicamente por el Gobierno del Distrito Federal, será rechazado sea el lote o el producto desde su origen por cuestiones de fabricación.

E.02. Por ningún motivo deben aceptarse las piezas que presenten desportilladuras, manchas, grasas o aceites en su superficie, largos, anchos y espesores mayores o menores que los especificados, que resistan menores esfuerzos que los señalados en las normas correspondientes o que el producto en inspección ocular, demuestre ataque por intemperismo o todo aquel defecto que demerite la calidad de los paneles.

LIBRO	4	CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE	01	OBRA CIVIL
SECCIÓN	03	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO	047	IMPERMEABILIZANTES HIDRÓFUGOS

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Aditivos que reducen la tasa de penetración del agua en el concreto o en arcilla secos o en la de su transmisión, cubriendo las paredes de los conductos capilares de sustancias que intervienen en el flujo que en ellos se puede presentar, sin la presencia de gradientes hidráulicos externos, "capilaridad negativa". Estas características pueden ser extensivas para todas las formulaciones comerciales de un impermeabilizante específico.

Existen otros productos impermeabilizantes diferentes por sus características a los aquí señalados, que cumplen con la función de diseño de impedir el paso de agua o humedad a través de su masa y permitir que el sustrato donde está colocado se mantenga seco. Estos tipos de impermeabilizantes hidrófugos, pueden estar constituidos entre otros materiales por:

- a. Malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis para proporcionar protección impermeable a sustratos de concreto hidráulico o mampostería y aplanados cementosos.
- b. Membrana de cemento flexible de aplicación con rodillo, para impermeabilización y protección de concreto hidráulico.

A.02. Los impermeabilizantes o hidrófugos pueden tener origen natural o sintético, orgánico o inorgánico. Dentro de los naturales se encuentra el aceite de ricino y dentro de los sintéticos, el petróleo. En la construcción son empleados en el aislamiento de cimentaciones, firmes, columnas, losas, cubiertas o tejados, muros, etc. Además, se debe considerar lo siguiente:

- a. Un sellador impermeabilizador puede ser fabricado con compuestos alquilsiliconatos, como el metil, etil, propilsiliconatos de sodio o de potasio y otros compuestos por silicatos.
- b. La cantidad recurrente de partes en peso de polímero que se utiliza en la formulación de alquilsiliconatos o de propilsiliconatos es 1,0 a 3,5 partes/100 partes en peso de solución de impermeabilización de sellador, aunque esto último dependerá de muchas otras condiciones.
- c. Los polioles son poliéteres, poliésteres, polioles de base acrílica, polioles base policarbonato y similares. Los ejemplos de co-solventes son solventes de

hidrocarburos, como tolueno, N-metil-2-pirrolidona, dimetil formamida (DMF) y similares. Silicatos alcalinos son los de sodio y de potasio. La cantidad de un silicato que más se utiliza es de 0,001 a 1,0 partes en peso por cada 100 partes en peso del sellador de impermeabilización.

d. Los disolventes más comunes son el etilenglicol, dietilenglicol, metanol, etanol, n-propanol, isopropanol, n-butanol e iso-butanol.

e. Los elastómeros son compuestos que muestran un comportamiento elástico; y además:

1. Los elastómeros suelen ser normalmente polímeros termoestables pero pueden ser también termoplásticos.
2. La estructura molecular de los elastómeros proviene de la habilidad de las cadenas para cambiar su posición por sí mismas y así distribuir una cierta tensión aplicada.
3. El enlace covalente asegura que el elastómero retornará a su posición original una vez deje de aplicarse la tensión. Como resultado de esa extrema flexibilidad, los elastómeros pueden alargarse de un 5 % a un 700 %, dependiendo del material en concreto. Sin los enlaces o con pocos de ellos, la tensión aplicada puede provocar una deformación permanente.

A.03. La clasificación de los elastómeros según su composición química es como se indica:

a. Grupo R (del inglés Rubber) - la cadena principal se compone de carbono y dobles enlaces

1. Caucho natural (NR)
2. Poliisopreno (IR, forma artificial del caucho natural)
3. Polibutadieno
4. Caucho estireno-butadieno (SBR)
5. Caucho butilo (IIR)
6. Caucho nitrilo (NBR)
7. Neopreno (CR)

b. Grupo M (del inglés Methylene). Su cadena principal sólo contiene átomos de carbono e hidrógeno y está saturada (no dobles enlaces)

1. Caucho etileno-propileno (EPM)
2. Caucho etileno-propileno-dieno (EPDM)
3. Caucho etileno-acetato de vinilo (EVM)

4. Caucho fluorado (FKM)
 5. Caucho acrílico (ACM)
 6. Polietileno clorado (CM)
 7. Polietileno clorosulfurado (CSM)
- c. Grupo N - contiene átomos de nitrógeno en la cadena principal
1. "Pebax", copolímero de poliamida y poliéster
- d. Grupo O - contiene átomos de oxígeno en la cadena principal
1. Caucho de epiclorhidrina (ECO)
- e. Grupo Q - contiene grupos siloxano en la cadena principal
1. Caucho de silicona (MQ)
- f. Grupo U (de Uretano) - contiene átomos de nitrógeno, oxígeno y carbono en la cadena principal formando el grupo NCO (uretano)
1. Elastómeros de poliuretano (AU y EU)
- g. Grupo T- contiene átomos de azufre en la cadena principal
1. Caucho de polisulfuro o thiokol"
- h. Prefijos
1. X indica presencia de grupos carboxilo (por ejemplo, XNBR)
 2. C y B indican cauchos halogenados (por ejemplo, CIIR y BIIR)
 3. H indica caucho hidrogenado (por ejemplo, HNBR)
 4. S, normalmente minúscula, indica polímero obtenido mediante un proceso en solución (por ejemplo, sSBR)
 5. E o EM, normalmente en minúsculas, indican polímero obtenido mediante un proceso en emulsión (por ejemplo, eSBR)
 6. OE indica un polímero al que se ha añadido aceite (por ejemplo, OE-SBR)
 7. Y suele indicar propiedades termoplásticas.
- i. Clasificación de los elastómeros según su comportamiento a alta temperatura, es como se indica a continuación:

1. Elastómeros termoestables. Al calentarlos no cambian de forma y siguen siendo sólidos hasta que, al incrementar la temperatura, se degradan. La mayoría de los elastómeros pertenecen a este grupo.
2. Elastómeros termoplásticos. Al elevar la temperatura sus propiedades cambian si se funden y se moldean varias veces.
3. Familias principales:

- 3.1. Estirénicos (SBCs)
- 3.2. Estireno-butadieno-estireno (SBS) de alto y bajo contenido en estireno
- 3.3. Estireno-etileno-butadieno-estireno (SEBS)
- 3.4. Estireno-isopreno-estireno (SIS)
- 3.5. Olefínicos (TPOs)
- 3.6. Vulcanizados termoplásticos (TPVs)
- 3.7. Poliuretano termoplástico (TPUs)
- 3.8. Copoliésteres (COPEs)
- 3.9. Copoliamidas (COPAs)
- 3.10. Elastómero a base de resinas vinílico-acríticas y partículas nano métricas de cerámica líquida.

j. La temperatura de transición vítrea (T_g) es la temperatura a la que se da una pseudo transición termodinámica en materiales vítreos, por lo que se encuentra en vidrios, polímeros y otros materiales inorgánicos amorfos.

A.04. Los impermeabilizantes hidrófugos se clasifican de acuerdo con su composición en diferentes tipos:

a. Respecto a su estructura, según la cantidad de átomos de silicio contenidos en las moléculas:

1. Monómeros
2. Oligómeros
3. Polímeros

b. Así mismo pueden ser:

1. Silacatanos.- Productos solubles al agua con un campo de acción definido, utilizados comúnmente sobre tejas, ladrillos y paneles de yeso.
2. Hidrófugos a base de resinas de silicones de la más alta calidad dispersadas en el agua, invirtiendo la capilaridad de los poros de las superficies, transformándolos de hidrófilos a hidrófugos, con lo cual se logra una alta repelencia a la penetración del agua.
3. Silanos.- De ciertas ventajas en relación a las resinas (mejor penetrabilidad, pueden ser aplicados sobre materiales algo húmedos).

4. Siloxanos oligoméricos.- Semejantes a los silanos en cuanto a su estructura molecular.
5. Siloxanos poliméricos.- Tipo de productos que ocupa un lugar intermedio entre las resinas y los siloxanos y sólo son adecuados para tratamiento de superficies altamente porosas.
6. Hidrofugantes de silicones.- Estos deben representar un excelente efecto hidro-repelente, al ser aplicados sobre materiales de construcción de origen mineral, deben ser resistentes a la acción de los micro-organismos y a las influencias climáticas, deben presentar una alta durabilidad y tener como derivados a los silicones, productos químicos de origen mineral producidos a partir del silicio combinado con otras sustancias orgánicas como el PVC, que poseen una estructura básica semejante a la del cuarzo, en la cual están unidos grupos orgánicos, responsables de la acción hidrofugante.

A.05. El sellador e impermeabilizador profundo de superficies porosas de elementos estructurales construidos de concreto hidráulico o de mampostería base agua, debe ser líquido para que la penetración en el sustrato sea profunda y en una sola aplicación

Este sellador debe estar compuesto por silicatos, que puede variar de 30%/20%; con 70%/80% de agua potable según el tipo de superficie de concreto o mampostería respectivamente; además debe cumplir con lo siguiente:

- a. Punto de ebullición: 373K (100 °C)
- b. Gravedad específica: 1,134
- c. pH: de 10,75 a 10,85; dependiendo de la superficie de aplicación

A.06. El sellador e impermeabilizador conocido por sus características químicas como sellador nano métrico superficial, para superficies porosas de concreto hidráulico o de mampostería, debe ser líquido, base agua, compuesto por silicato al 20% y 80% de agua potable; además cumplir con lo siguiente:

- a. Punto de ebullición: 373K (100 °C)
- b. Gravedad específica: 1,04
- c. pH: al 1%, 10,85

A.07. El impermeabilizante de cerámica líquida y reflejante térmico, compuesto por elastómeros a base de resinas vinílico-acrílicas y partículas nanométricas de cerámica, para ser usado en superficies interiores y exteriores de edificaciones o de equipos mecánicos instalados en la intemperie; además, debe cumplir con lo siguiente:

- a. Punto de ebullición: 294 K (121 °C)
- b. Gravedad específica: 1,428
- c. pH: 4,5 a 5,5
- d. Volatilidad: 42,22%
- e. Presión de vapor: 0,02 mm/Hg

A.08. El producto limpiador profundo de concreto hidráulico de estructuras en edificaciones o construcciones a cargo del Gobierno de la Ciudad de México, debe ser base agua, ecológico, no tóxico, de fácil aplicación y que no requiera personal especializado, que elimine aceite, grasa, manchas, residuos superficiales y que permita revestimientos o pintura posterior y cumplir con lo siguiente:

- a. Punto de ebullición: 373 K (100 °C)
- b. Gravedad específica: 1,05
- c. pH (solución 1%): 11,5
- d. Porcentaje de volátiles por volumen: 91

A.09. El mortero reparador de concreto hidráulico y mampostería diseñado para resanar fisuras y grietas en elementos estructurales de construcciones, puede estar compuesto por componentes copoliméricos que permitan un enlace químico y la adherencia entre éste y el sustrato donde se aplique; además cumplir con lo siguiente:

- a. Punto de ebullición: 273 K a 283 K (100 °C a 110 °C)
- b. Densidad: 1,005
- c. pH: 9,5 a 10
- d. Componentes: 70% de emulsión acrílica, 10% de resina acrílica y 20% de agua potable.

A.10. El objeto de este capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad de los componentes de los impermeabilizantes hidrófugos y selladores como producto final, así como del procedimiento de verificación de su calidad.

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01. Este capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-Reconocimiento, evaluación y control.	NOM-C-010	STPS
Industria de la construcción. Aditivos Químicos Para Concreto - Especificaciones y Métodos de Ensayo.	NMX-C-255	ONNCCE
Industria de la construcción. Mantos prefabricados impermeables a base de asfaltos modificados vía proceso catalítico o con polímeros del tipo APP y SBS. Especificaciones y métodos de prueba.	NMX-C-437	ONNCCE
Industria de la Construcción - Impermeabilizantes Elastoméricos - Especificaciones y Métodos de Ensayo.	NMX-C-450	ONNCCE
Prueba Estándar Para Propiedad De Caucho- Dureza Durometro	D-2240	ASTM
Métodos de prueba estándar para determina la densidad y densidad específica (densidad relativa) de plásticos por desplazamiento.	D-792	ASTM
Práctica estándar para exposición de plásticos con lámpara fluorescente ultravioleta (UV).	D-4329	ASTM
Método de prueba estándar para goma vulcanizados y elastómeros termoplásticos: tensión.	D-412	ASTM
Método de prueba estándar para la resistencia al rasgado de goma vulcanizado convencional y elastómeros termoplásticos.	D-624	ASTM
Método de prueba estándar para la propiedad del caucho: resistencia por rebote vertical.	D-2632	ASTM

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método de prueba estándar para la resistencia al impacto de vigas en voladizo sin anclar de plásticos.	D-4812	ASTM
Método de prueba estándar para la resistencia al desprendimiento de recubrimientos usando probadores de adhesión portátiles.	D-4541	ASTM
Método de prueba estándar para la resistencia a la abrasión de los recubrimientos orgánicos por el Taber Abraser.	D-4060	ASTM
Método de prueba estándar para escalar la resistencia de superficies de concreto expuestas a productos químicos descongelantes.	C672/ C672M	ASTM
Método de prueba estándar para la resistencia del concreto hidráulico a la rápida congelación y M descongelación.	C-666/C-666-	ASTM
Método de prueba estándar para determinar la opacidad de superficies de productos cerámicos.	C-67Sección 25	ASTM
Retención de agua por compuestos de curado formadores de membrana líquida para concreto	C-156-05	ASTM
Método de prueba estándar para la indicación eléctrica de concretos. Capacidad para resistir la penetración del iones de cloruro.	C-1202-05	ASTM
Método de prueba estándar para propiedades de tracción de recubrimientos orgánicos	D-2370	ASTM
Método de prueba estándar de evaluación a pequeña escala de pinturas ignífugas (método de túnel de 2 pies).	D-3806	ASTM

047-008

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método de prueba estándar para las características de combustión superficial de los materiales de construcción.	E-84	ASTM
Método de prueba estándar para transmisión de materiales por vapor de agua.	E-96	ASTM
Método de prueba estándar para pruebas de fuego de construcción de edificios y materiales	E-119	ASTM
Métodos de prueba estándar para la emisión normal total de superficies, utilizando técnicas de inspección-medidor.	E-408-71	ASTM
Guía estándar para el uso de agentes químicos de limpieza de costas: Consideraciones ambientales y operativas.	F-1872-98	ASTM
Membranas impermeabilizantes para loseta de cerámica de capa delgada.	A118.10	ANSI
Prueba de caucho: determinación de la resistencia a la tracción en la rotura, tensión de tracción en el rendimiento, alargamiento en la rotura y valores de tensión en una prueba de tracción	53504	DIN
Ensayos de hormigón (concreto) endurecido. Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión	EN-12390/8	UNE
Muestreo y pruebas	NMX-Z-12/1,2 y 3	SECOFIN
Aditivos para concreto	4.137.05	PEMEX
Generalidades	4.01.01.001	GCDMX
Aditivos para concreto hidráulico	4.01.01.004	GCDMX

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Como requisito de calidad que debe observarse en los impermeabilizantes hidrófugos, es el de evitar que durante el mezclado y la colocación del concreto hidráulico en los moldes se formen espacios vacíos por el aire atrapado provocado por estas maniobras. La calidad mencionada debe eliminar o reducir al máximo los siguientes poros:

a. Poros capilares

b. Poros de aire

c. Poros de agua

C.02. Los impermeabilizantes y repelentes al agua sobre bases minerales tales como piedra, mármol, concreto, tabique, block, mampostería, aplanados, entre otros materiales porosos, deben reducir el fluido capilar. Los productos con base en silicones contienen excelentes propiedades, entre las que destacan el efecto hidro-repelente, la alta permeabilidad al vapor de agua y la gran durabilidad.

C.03. En la Tabla No. 1 se observan las características y especificaciones técnicas de los hidrofugantes formulados a base de resinas de silicones.

TABLA 1. Características técnicas de los impermeabilizantes hidrofugantes

PRUEBA	MÉTODO	ESPECIFICACIONES
Consistencia	---	Líquido
Color	---	Incoloro
Olor	---	A solvente
Toxicidad	---	Tóxico por ingestión o inhalación prolongada
Material no volátil	ASTM-0-2369	1,5 A 2,5% en peso
Descarga (Copa Ford N°4)	ASTM-0-1200	9 a 11 segundos
Secado al tacto a 298K (25 °C)	ASTM-0-1640	30 minutos
Reporte al agua	ASTM-0-2921	100%
Estabilidad en el envase	ASTM-0-1849	12 meses

C.04. La característica de tratamiento con hidrófugos con base en silicones, consiste en reducir de manera drástica el humedecimiento del material de modo que los poros permanezcan abiertos de manera que la permeabilidad al vapor de agua (difusión) no se vea afectada al hidrofugar un material de construcción, por lo general una impregnación debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a. Producir una reducción substancial de la capacidad de absorción del agua.
 - b. Permitir una difusión al vapor de agua.
 - c. Poseer una capacidad de penetración adecuada.
 - d. Mantener su efectividad durante un largo periodo de tiempo.
 - e. Presentar resistencia a radiaciones ultravioletas.
 - f. Mediante la impregnación la capacidad de absorción de agua del material debe reducir un 70 %; la permeabilidad al vapor de agua sólo debe disminuir un máximo de 5 %.
- C.05. Los materiales cuya presentación natural sea en forma líquida deben entregarse envasados en recipientes rígidos y resistentes de volumen conocido, si el producto es corrosivo, se prohíbe el uso de envases metálicos, cualquier precaución que se requiera para el manejo, preparación y dosificación del impermeabilizante debe señalarse claramente en el exterior de cada envase; en particular deben colocarse marcas visibles cuando el contacto con el producto o la inhalación de vapores represente algún peligro para la salud personal o bien cuando se trate de sustancias inflamables en los envases se debe indicar en su caso, la fecha de caducidad del producto. Los procedimientos de aplicación se encuentran en el Capítulo 3.01.02.045 del Libro 3 Tomo II.
- C.06. El recubrimiento elastomérico 100 % sólido de poliurea modificada, como resultado de la reacción de dos componentes mezclados en el punto de aplicación, debe producir un elastómero de alto desempeño, que no debe contener compuestos orgánicos volátiles (VOC), ni cloro flúor y carbono (CFC). La reacción de sus componentes debe ser rápida y permitir lograr los espesores especificados durante su aplicación. Estos recubrimientos deben cumplir diferentes funciones tales como anticorrosivos, impermeabilizantes de tanques de almacenamiento de agua o productos alimenticios, impermeabilizantes para azoteas y como aislamiento térmico. Además, cada uno debe cumplir con lo establecido en los métodos de prueba señalados.
- C.07. El recubrimiento anticorrosivo elastomérico de poliurea modificada además de lo especificado en el subinciso C.06 de este capítulo, debe contar con propiedades que permitan ser una barrera a la humedad y a la vez tener resistencia a la corrosión de acuerdo con sus propiedades como se indica en las Tablas 2, 3; 4 y 5.

TABLA 2 Propiedades del recubrimiento anticorrosivo:

PROPIEDADES	RESULTADOS	PRUEBA
Dureza (shore A)	-----	ASTM D 2240
Dureza (shore D)		ASTM D 2240
Reactividad a 343K (70 °C)	5-6	
Gravedad específica	-----	ASTM-D-792
Sólidos	100%	
Compuestos volátiles orgánicos	0%	
Resistencia al intemperismo	Pérdida de brillo y ligero cambio de color en 1000 horas en intemperismo acelerado	ASTM-D-4329
Elongación	86% + 10%	ASTM-D-412
Esfuerzo tensil a la ruptura	17 MPa (173,6 kg/cm ² +10%)	PRUEBA
PROPIEDADES	RESULTADOS	PRUEBA
MÓDULOS		
10%	6,98 MPa (71,26 kg/cm ²)	ASTM-D-412
50%	13 MPa (132,86 kg/cm ²)	
100%	-----	
150%	-----	
Resistencia al rasgado	2,88 kg/m	ASTM-D-624
Prueba de impacto	0,027 kgm/cm ²	ASTM-D-4812
Resiliencia	-----	ASTM-D-2632
ADHESIÓN		
Acero sin primario ⁽¹⁾	9,26 MPa (94,5 kg/cm ²)	ASTM-D-4541
Acero con primario ⁽²⁾	>10,28 MPa (105 kg/cm ²)	
Concreto	3,43 MPa (35 kg/cm ²)	
Lámina galvanizada sin primario	2,06 MPa (21 kg/cm ²)	
Lámina galvanizada con primario ⁽³⁾	3,09 MPa (31,5 kg/cm ²)	
Abrasión, mg perdidos/1000 ciclos, 1000g, rueda CS-17	10-20mg	ASTM-D-4060
Abrasión, mg perdidos/1000 ciclos, 1000g, rueda H-18	100-120mg	
<p>(1). Perfil de superficie de 75 µm. (2). Perfil de superficie de 75 µm y primario para metales según fabricante de 10 µm. (3). Primario según fabricante 10 µm.FS: Falla superficial. Propiedades en esta tabla evaluadas en placas espreadas, con espesor mínimo de 3 mm.</p>		

TABLA 3 Propiedades físicas de los componentes del recubrimiento anticorrosivo:

PROPIEDADES	LADO A	LADO B
Apariencia	Líquido	Líquido
Color	Ambar transparente	Blanco turbio
Gravedad específica a 298K (25 °C)	1,145-1,155	0,950-1,00
Viscosidad mPa·s; a 298K (25 °C)	700-800	600-900
	1	1
	< 273 K (0 °C)	---

TABLA 4 temperaturas y reactividad durante el proceso del impermeabilizante anticorrosivo:

PARÁMETROS EN LA APLICACIÓN	
Temperatura durante el proceso	349,7K 76,67 °C)
Proporción (lado A/lado B), en volumen	1/1
Presión de proceso	15 MPa (153 kg/cm ²)
Reactividad	---
Tiempo de gelado	5 a 6 segundos
Libre al tacto	2 a 3 minutos

TABLA 5. Resistencia química a desechos, bacterias, productos ácidos y alcalinos del recubrimiento anticorrosivo.

CATEGORÍA QUÍMICA	RANGO		CATEGORÍA QUÍMICA	RANGO	
	293K (20 °C)	343K (70 °C)		293K (20 °C)	343K (70 °C)
Agua	1	1	Ácido bórico al 4%	1	1
Ácido sulfúrico al 10%	1	1	Ácido nítrico al 10%	1	3
Ácido sulfúrico al 25%	1	1	Ácido cítrico al 10%	1	---
Ácido sulfúrico al 50%	3	3	Aceite de ricino	1	---
Ácido sulfúrico al 60%	3	3	Heptano	1	---
Solución NaCl al 10%	1	1	Gasolina	2	3
Solución NaCl al 20%	1	1	Metanol	3	3
Solución NaCl al 30%	1	1	Hidróxido de amonio al 28%	1	1
Cloruro de metileno	3	3	Formaldehido al 37%	1	2
Hidróxido de sodio al 10%	1	1	Solución de azúcar al 30%	1	1
Hidróxido de sodio al 20%	1	1	Xileno	3	3
Hidróxido de sodio al 40%	1	1	Ácido fosfórico al 25%	1	1
Hidróxido de sodio al 50%	1	1	Ácido fosfórico al 50%	1	1
Hidróxido de potasio al 20%	1	3	Ácido clorhídrico al 45%	1	3
Ácido acético al 2%	1	1	Peróxido de hidrógeno al 10%	1	1
Ácido acético al 5%	1	1	Peróxido de hidrógeno al 30%	1	1
Ácido acético al 10%	1	2	Ácido oleico	1	3
Ácido acético al 50%	1	3	Sulfato de amonio al 5%	1	1
Urea al 5%	1	1	Sulfato de amonio al 10%	1	1
Urea al 10%	1	1	Sulfato de amonio al 25%	1	1
Urea al 25%	1	1	Sulfato de amonio al 40%	1	1
Urea al 50%	1	1	Hipoclorito de sodio al 3%	3	3
<i>Diésel</i>	1	1	Hipoclorito de sodio al 13%	3	3

1 Buena 2 Regular 3 Mala
Las propiedades en esta tabla fueron evaluadas en placas esparadas con espesor mínimo de 3 mm

C.08. El recubrimiento elastomérico de poliurea modificada 100 % sólido además de tener propiedades anticorrosivas, debe también tener propiedades para proteger madera, tanques para almacenamiento de agua potable y tener propiedades higiénicas y con componentes ya estabilizados, para estar en contacto con productos alimenticios. Por lo que se debe cumplir lo establecido en las Tablas 6, 7, 8, 9 y 10.

TABLA 6. Propiedades del impermeabilizante para tanques de almacenamiento de agua potable y productos alimenticios:

PROPIEDADES	RESULTADOS	PRUEBA
Dureza (shore A)	---	ASTM-D-
Dureza (shore D)	42-46	22 40
Reactividad a 343K (70 °C) por seg	4-8	ASTM D
Gravedad específico (g/cm ³)	1,057	79
Sólidos	100%	2
Compuestos volátiles orgánicos	0%	
Resistencia al intemperismo	Únicamente pérdida de brillo en más de 1000 horas en intemperismo acelerado	ASTM D 43 29
Elongación	170% ± 10%	
Esfuerzo tensil a la ruptura	12 MPa (122 kg/cm ²) ± 10%	ASTM D 41 2
MÓDULOS		
10%	3,09 MPa (31,5 kg/cm ²)	
50%	5,42 MPa (55,3 kg/cm ²)	ASTM D
100%	8,57 MPa (87,5 kg/cm ²)	41 2
150%	10,80 MPa (110,25 kg/cm ²)	
Resistencia al rasgado	2,30 kg/m	ASTM D 62 4
Resiliencia	30-33%	ASTM D 26 32
ADHESIÓN		
Acero sin primario ⁽¹⁾	8,57 MPa (87,5 kg/cm ²)	
Acero sin primario ⁽²⁾	>9,60 MPa (>98 kg/cm ²)	ASTM D 45
Concreto	3,43 MPa (35 kg/cm ²)	41
Lámina galvanizada sin primario	4,29 MPa (43,75 kg/cm ²)	
Lámina galvanizada con primario ⁽³⁾	6,86 MPa (70 kg/cm ²)	
Abrasión mg perdidos/1000 ciclos para 1000g con rueda CS 17	25-28 mg	ASTM D 40
Abrasión mg perdidos/1000 ciclos para 1000g con rueda CS 17	110-130	60
Vigente a partir del 25 de septiembre 2019		047-015

(1). Perfil de superficie de 75 µm. (2) Perfil de superficie de 75 µm y primario para metales, según fabricante de 10 µm. (3) Primario según fabricante de 10 µm. FS: falla superficial. Las propiedades en esta tabla fueron evaluadas en placas esparcidas con espesor mínimo de 3 mm.

TABLA 7 Propiedades físicas de los componentes del impermeabilizante para tanques de almacenamiento de agua potable y productos alimenticios:

PROPIEDADES	LADO A	LADO B
Apariencia	Líquido	Líquido
Color	Ambar transparente	Blanco turbio
Gravedad específica a 298K (25 °C)	1,112-1,126	1,02-1,04
Viscosidad mPa·s; a 298K (25 °C)	350-850	600-900
	1	1
	<273K (0°C)	---

TABLA 8 Temperaturas y reactividad durante el proceso del impermeabilizante para tanques de almacenamiento de agua potable y productos alimenticios:

PARÁMETROS EN LA APLICACIÓN	
Temperatura durante el proceso	349,7K (76,67 °C)
Proporción (lado A/lado B), en volumen	1/1
Presión de proceso	15 MPa (154 kg/cm ²)
Reactividad	---
Tiempo de gelado	4 a 5 segundos
Libre al tacto	2 a 3 minutos
Tiempo de recubrimiento	<12 horas

TABLA 9 Resistencia química a desechos, bacterias, productos ácidos y alcalinos del impermeabilizante para tanques de almacenamiento de agua potable y productos alimenticios:

CATEGORÍA QUÍMICA	RANGO		CATEGORÍA QUÍMICA	RANGO	
	293K (20 °C)	343K (70 °C)		293K (20 °C)	343K (70 °C)
Agua	1	1	Ácido bórico al 4%	1	1
Ácido sulfúrico al 10%	1	3	Ácido nítrico al 10%	1	3
Ácido sulfúrico al 25%	1	3	Ácido cítrico al 10%	1	1
Ácido sulfúrico al 50%	3	3	Aceite de ricino	1	2
Ácido sulfúrico al 60%	3	3	Heptano	1	2
Solución NaCl al 10%	1	1	Gasolina	1	1
Solución NaCl al 20%	1	1	Metanol	3	3
Solución NaCl al 30%	1	1	Hidróxido de amonio al 28%	1	1
Cloruro de metileno	3	3	Formaldehído al 37%	1	2
Hidróxido de sodio al 10%	1	3	Solución de azúcar al 30%	1	1
Hidróxido de sodio al 20%	1	3	Xileno	3	3
Hidróxido de sodio al 40%	1	1	Ácido fosfórico al 25%	2	2
Hidróxido de sodio al 50%	1	1	Ácido fosfórico al 50%	2	3
Hidróxido de potasio al 20%	1	2	Ácido clorhídrico al 45%	2	3
Ácido acético al 2%	1	1	Peróxido de hidrógeno al 10%	1	1
Ácido acético al 5%	1	1	Peróxido de hidrógeno al 30%	1	1
Ácido acético al 10%	1	1	Ácido oleico	3	3
Ácido acético al 50%	3	3	Sulfato de amonio al 5%	1	1
Urea al 5%	1	1	Sulfato de amonio al 10%	1	1
Urea al 10%	1	1	Sulfato de amonio al 25%	1	1
Urea al 25%	1	1	Sulfato de amonio al 40%	1	1
Urea al 50%	1	1	Hipoclorito de sodio al 3%	3	3
<i>Diésel</i>	2	2	Hipoclorito de sodio al 13%	3	3

1 Buena 2 Regular 3 Mala
Las propiedades en esta tabla fueron evaluadas en placas esparadas con espesor mínimo de 3 mm.

TABLA. 10 Propiedades eléctricas del impermeabilizante para tanques de almacenamiento de agua y productos alimenticios:

PROPIEDADES	RESULTADOS		PRUEBAS
Constante dieléctrica	Frecuencia		
	100kHz	100Hz	ASTM D-150
313K (40 °C)	4,98	5,98	
333K (60 °C)	5,12	7,18	
353K 80 °C)	5,48	9,22	
Factor de disipación	Frecuencia		
	100kHz	100Hz	ASTM D-150
313K (40 °C)	0,288	0,662	
333K (60 °C)	0,275	5,882	
353K 80 °C)	0,266	24,658	
Resistividad	1,219x10 ¹¹ ohm-cm		ASTM-D-257
Esfuerzo dieléctrico	1 554 V/mil		ASTM-D-149

C.09. El recubrimiento elastomérico de poliurea modificada 100 % sólido diseñado para protección de todo tipo de superficies contra fragmentación, en su composición química puede contar con aditivos integrados como protectores de los rayos ultravioleta, por lo que se debe cumplir lo establecido en las Tablas 11, 12 y 13. Así mismo, este mismo producto, por sus características químicas capaz de producir resistencias a esfuerzos físicos, debe ser capaz de resistir impactos producidos por explosiones en sitios determinados que operen eventualmente en circunstancias de riesgo como lo son silos, cuartos de subestaciones tipo compacto, silos, cuartos de máquinas, entre otros.

TABLA 11 Propiedades del recubrimiento anti fragmentario resistente a esfuerzos producidos por impactos:

PROPIEDADES		RESULTADOS	PRUEBA
Dureza (Shore A)		---	ASTM D 2240
Dureza (Shore D)		41-45	ASTM D 2240
Reactividad a 343 K (70 °C)		4-7 seg	
Gravedad específica (g/cm ³)		1,060	ASTM D 792
Sólidos	100 %		
Compuestos volátiles orgánicos	0 %		
Resistencia al intemperismo	Únicamente pérdida de brillo en más de 1000 horas en intemperismo acelerado ⁽¹⁾		ASTM D 4329
Elongación	165 % ± 10 %		ASTM D 412
Esfuerzo tensil a la ruptura	15,08 MPa (154 kg/cm ²) ± 10 %		ASTM D 412
Módulos			
10%	4,46 MPa (45,50 kg/cm ²)		ASTM D 412
50%	6,86 MPa (70 kg/cm ²)		ASTM D 412
100%	10,70 MPa (109,2 kg/cm ²)		ASTM D 412
150%	13,40 MPa (136,85 kg/cm ²)		ASTM D 412
Resistencia al rasgado	No hay evidencia de tal efecto		ASTM D 624
Resiliencia	No hay evidencia de tal efecto		ASTM D 2632
Prueba de impacto	355,2 joul/m 6,65ftlb/in		ASTM D 4812
Adhesión			
Acero	5,48 MPa (56 kg/cm ²) a 6,86 MPa (70 kg/cm ²)		ASTM D 4541
Concreto	>3,43 MPa (35 kg/cm ²)		
Abrasión mg perdidos/1000 ciclos 1000 g, Rueda CS-17	<20,00 mg		ASTM D 4060
Abrasión mg perdidos/1000 ciclos 1000 g, Rueda H-18	<40,00 mg		ASTM D 4060
(1) Dependiendo del color. FS: falla superficial .			

TABLA. 12 Propiedades físicas de los componentes del recubrimiento anti fragmentario resistente a esfuerzos producidos por impactos:

PROPIEDADES	LADO A	LADO B
Apariencia	Líquido	Líquido
Color	Ambar transparente	Amarillo
Gravedad específica a 298 K (25 °C)	1,115-1,135	1,028-1,042
Viscosidad mPa s a 298 K (25 °C)	600-1000	600-1000

TABLA 13 Temperaturas y reactividad durante el proceso del recubrimiento anti fragmentario y resistente a esfuerzos producidos por impactos:

PARÁMETROS EN LA APLICACIÓN	
Temperatura durante el proceso	349, 7 K (76,67 °C)
Proporción (lado A/lado B), en volumen	1/1
Presión de proceso	15 MPa (154 kg/cm ²)
Reactividad:	---
Tiempo de gelado:	4 a 5 segundos
Libre al tacto:	2 a 3 minutos

C.10. La espuma de poliuretano debe ser resultado de la mezcla de los componentes de isocianato y polioli a presiones que pueden variar entre 5,88 y 11,75 MPa (60 y 120 kg/cm²), mediante la dosificación en proporciones equivalentes en volumen; puede utilizar una sustancia química como aditivo o simplemente agua como agente de expansión durante el proceso de aplicación, este producto debe tener la propiedad de ser un aislante térmico en la construcción y en la industria. No debe contener compuestos orgánicos volátiles (VOC), ni cloro flúor y carbono (CFC) La calidad de este producto debe cumplir con lo especificado en las Tablas 14, 15, 16 y 17

TABLA 14 Propiedades del impermeabilizante de espuma de poliuretano.

PROPIEDADES	VALOR		MÉTODO
Densidad aplicada	30 ± 3 kg/m ³		
Conductividad térmica	0,030 ± 0,003 W/m K		
Reacción al fuego	EUROCLASE E		UNE-EN 1350-1:2007+A1:2010
	343 K (70 °C)- 90% hr*	< 1%	
Estabilidad dimensional	253 K (- 20 °C)	< 0,5 %	
Resistencia a la compresión	160 kPa		

TABLA 15 Propiedades físicas de los componentes del impermeabilizante de espuma de poliuretano

PROPIEDADES	LADO A ISOCIANATO	LADO B POLIOL
Apariencia	Líquido	
Color	Ambar transparente	Amarillo
Gravedad específica 298 K (25 °C)	1,22 – 1,26	1,20 – 1,24
Viscosidad mPas 298 K (25 °C)	180 - 300	600 - 800
Proporción	1	1
Punto de congelamiento	< 263 K (< -10 °C)	---

TABLA 16 Propiedades del impermeabilizante de espuma de poliuretano en relación a su reactividad

Tiempo de crema en segundos	3 ± 1
Tiempo de hilo en segundos	10 ± 1
Densidad libre en vaso	25-30 g/L

TABLA 17 Parámetros de proceso del impermeabilizante de espuma de poliuretano

PARÁMETROS DEL PROCESO	
Temperatura de procesamiento	313 a 333 K (40 a 60 °C)
Presión de procesamiento	8,23–10,28 MPa (84 kg/cm ² - 105 kg/cm ²)
Proporción de mezclado (lado A/lado B), en volumen	1/1

C.11. El recubrimiento elastomérico de poliurea aromática diseñado para protección de superficies como impermeabilizante, en su composición química puede contar con aditivos integrados como protectores de los rayos ultravioleta, por lo que se debe cumplir lo establecido en las Tablas 18 y 19.

TABLA 18 Propiedades físicas de los componentes del impermeabilizante

PROPIEDADES	LADO A	LADO B
Apariencia	Líquido	Líquido
Color	Aluminio	Blanco turbio
Gravedad específica a 298 K (25 °C)	1,040-1,120	1,020-1,050
Viscosidad mPa s a 298 K (25 °C)	1600-2400	800-1300
Proporción de la mezcla Vol A/ Vol B	1	1
Punto de congelamiento	< 273 K (0 °C)	---

TABLA 19 Temperaturas y reactividad durante el proceso del impermeabilizante

PARÁMETROS EN LA APLICACIÓN	
Temperatura durante el proceso	349,7K (76,67 °C)
Proporción de mezclado (lado A/lado B), en volumen	1/1
Presión del proceso	17 MPa (175 kg/cm ²)
Salida del sistema kg/min	2,27-13,61
Reactividad	-----
Tiempo de curado	7 a 11 segundos
Libre al tacto	30 segundos
Tráfico ligero	60 minutos
Tiempo de curado	7 días

TABLA 20 Resultado de las pruebas a las que se sometieron elementos estructurales protegidos con mortero reparador de concreto e impermeabilizante con sellador de penetración profunda:

N°	DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA	CICLO	RESULTADOS
1	Intemperismo sobre recubrimiento, después de 500, 1 000, 1 500 y 2 000 ciclos de evaluación	Completo	No debe presentar grietas, reblandecimiento, desprendimiento de material, cuarteaduras ni delaminación
2	Envejecimiento acelerado	Completo	Después de la prueba, debe tener una capacidad de resistir una presión de 0,07 MPa (0,7kg/cm ²)
3	La capacidad de la adherencia después de la prueba de envejecimiento acelerado	Completo	No debe ser menor de 0,07 MPa (0,7kg/cm ²)
4	La fuerza de unión de la madera aglomerada o de triplay sometida a congelamiento y descongelamiento	Completo	0,07 MPa (0,7kg/cm ²)
5	Prueba de abrasión	Completo	Sólo se permite una pérdida de material de 0,10 mm después de la prueba
6	Prueba de absorción	Completo	No debe ser mayor del 15%
7	Prueba de hielo y deshielo	Completo	No deben existir grietas y la pérdida de peso volumétrico debe ser menor de 1
8	Prueba de contracción por secado	Completo	No debe ser mayor de 0,001

C.12. Con relación a los métodos de prueba ASTM C-672/C-672M-03 señalados en la Cláusula B de Referencias de este capítulo a los que se deben someter las muestras de concreto hidráulico y de mampostería a las que se les aplicó el sello impermeabilizante de penetración profunda, dichas muestras deben presentar escasa o nula afectación al congelamiento y descongelamiento, después de 50 ciclos.

C.13. De la misma cláusula B de Referencias en la que se describe el método de prueba ASTM C666/666M-03 de congelamiento y descongelamiento rápido de muestras de concreto hidráulico a las que se les aplique el sello impermeabilizante de penetración profunda, éstas deben tener cuando menos un 60% de mayor resistencia a dichos efectos de temperatura que aquellas muestras a las que no se les aplicó el sello de penetración profunda.

- C.14. Las muestras a las que se les aplique el sello de penetración profunda y sean sometidas al método de prueba ASTM C-67 Sección 25, los resultados de las pruebas deben mostrar cuando menos un 23% de mejora en la brillantez de la superficie del esmalte, comparada con la opacidad de las muestras a las que no se les aplicó el sello de penetración profunda.
- C.15. El sellador líquido que impermeabiliza desde la superficie y profundamente, debe formar una membrana exterior en el concreto hidráulico con cemento portland y en las superficies porosas de mampostería. El sellador de penetración profunda debe conservar esta característica con una sola aplicación, sellar, impermeabilizar, proporcionar solidez al sustrato, curar, ser a prueba de polvo, preservar cualquier superficie cementosa y porosa, reaccionar con la cal libre y el álcali presentes en mezclas de cemento portland. El sellador de penetración profunda debe solidificar los elementos porosos, impedir la absorción de agua, ácido, aceites, entre otros y preservar cualquier estructura con el fin de que cumpla con su ciclo de vida útil y su capacidad de servicio. La penetración de este sellador líquido, inicialmente debe tener una profundidad de 2 a 3 milímetros, hasta llegar a la profundidad de 216 mm, que corresponde a la especificación de diseño del producto.
- C.16. El sellador e impermeabilizador de penetración profunda aplicado en sustratos de concreto y mampostería, debe cumplir además con lo siguiente:
- a. Debe ser base agua
 - b. Densificar y permitir la vida útil del elemento estructural
 - c. Eliminar o reducir sustancialmente el desgaste debido a la abrasión, al hielo y deshielo y al cloruro de sodio
 - d. Permitir la adherencia de otros recubrimientos sobre su superficie
 - e. Eliminar la carbonatación del concreto hidráulico
 - f. Formar una membrana de gel de silicona en la superficie del sustrato, ocupando todos los vacíos, generando a su vez una masa impermeable
 - g. Incrementar la capacidad de resistencia a los esfuerzos de compresión y flexión.
- C.17. La calidad del sellador e impermeabilizador de penetración profunda debe permitir ser utilizado en obras para protección, conservación y rehabilitación de concreto hidráulico o mampostería en:
- a. Taludes
 - b. Puentes
 - c. Drenaje y subdrenaje
 1. Alcantarillas
 2. Cunetas, contracunetas y drenes
 3. Vados
 - d. Zampeados

C.18. Además de lo ya señalado, este sellador debe tener la calidad necesaria para ser utilizado en: todo tipo de elementos estructurales de concreto hidráulico sometidos a medios nocivos y al intemperismo como pavimentos, cimentaciones, muros para obra metro, dovelas para túneles (vías férreas, carreteras, drenaje profundo), concreto lanzado, banquetas guarniciones, entre otros; y la vida útil de este producto sellador una vez aplicado, debe ser cuando menos de 10 años. El sellador superficial, puede ser utilizado además de lo ya señalado en texto anterior, en rampas de concreto hidráulico, pisos sin acabado vidriado, como protector de pintura en fachadas de edificaciones o bardas, madera, entre otras. Su vida útil una vez aplicado puede variar de 3 a 5 años, dependiendo de la agresividad de la superficie donde se aplicó.

C.19. La malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis debe proporcionar protección impermeable a sustratos de concreto hidráulico o mampostería y aplanados cementosos; estos deben cumplir con lo establecido en la Tabla 21 y además, debe constituirse como una armadura que evite la formación de fisuras en cualquier superficie particularmente sometida a esfuerzos como en los aplanados; e impermeabilizar distintos sustratos de cerámica o aparentes de concreto hidráulico o mampostería, como terrazas, tanques, cisternas; entre otros.

TABLA 21. Propiedades que debe cumplir la malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis para proporcionar protección impermeable.

Características de la malla de fibra de vidrio	
Peso	150 g/m ²
Presentación	Rollo
Dimensión de la luz	4x5
Resistencia a los álcalis	Satisfactoriamente
Resistencia a la tracción	
Carga de rotura indicativa de la malla	Urdimbre >40N/mm (igual a 2 000N/5cm) Trama > 40N/mm (igual a 2 000N/5cm)
Carga de rotura indicativa tras el envejecimiento	Urdimbre >20N/mm (igual a 1 100N/5cm) Trama > 40N/mm (igual a 1 100N/5cm y en cualquier caso mayor del 50% del valor tal cual

C.20. La membrana de cemento flexible de aplicación con rodillo, cepillo o bomba, es un mortero de dos componentes de consistencia plástica, que contiene ligantes de cemento pórtland, áridos finos seleccionados, aditivos especiales y polímeros sintéticos dispersos en agua, todos ellos mezclados; esta membrana debe proporcionar la impermeabilización y protección de concreto hidráulico de estructuras nuevas o reparadas como canales,

represas, tanques de almacenamiento, cisternas; debe cumplir con lo establecido en la Tabla 22. Para la colocación de esta membrana debe considerarse la aplicación de los productos siguientes, según sea el caso:

a. Ligante base agua de fraguado rápido de alta resistencia para reparación de mortero y concreto de contracción compensada que se agrega a áridos con el fin de crear un mortero y una capa final de reparación.

b. *Material* adherente de imprimación, epóxico, de dos componentes, sin contracción al secado, 100% sólido, insensible a la humedad, para materiales autonivelantes, enrasadores y morteros de reparación, en la industria de la construcción es utilizado para sellar grietas.

c. Tela no tejida, con procedimiento de perforado mecánico, con fibras de polipropileno sintéticas continuas, para reforzar membranas impermeables y mejorar la unión entre la primera y la segunda capa de la membrana flexible en la que está embebida.

TABLA 22. Propiedades que debe cumplir la membrana de cemento flexible que contiene ligantes de cemento pórtland, áridos finos seleccionados, aditivos especiales y polímeros sintéticos dispersos en agua.

Características de la membrana de cemento flexible	
Pruebas de laboratorio	Resultados
Consistencia	Parte A polvo Parte B líquido
Densidad	Parte A 1,4 g/cm ³ Parte B 1 g/cm ³
Clasificación peligrosa:	Parte A: Irritante Parte B: Ninguna
Rendimientos finales	
Pruebas de laboratorio	Resultados
Clasificación de unidad de permeabilidad del revestimiento de 2 mm, según ASTM-E-96	< 1,0
Temperatura mínima para aplicar la membrana	263K (-10 °C)
Adherencia al concreto, después de 7 días, a 296K (23 °C) y 50% de humedad relativa (HR), + 21 días en agua	0,90 MPa (9,18 kg/cm ²)
Elongación, de acuerdo con la norma DIN 53504, luego de 28 días a 296K (23 °C) y 50% de HR	130%
Vigente a partir del 25 de septiembre 2019	047-026

Impermeabilización de acuerdo con la norma EN- 2390/8	Impermeable
Capacidad de cubrimiento de fisuras y fracturas	
Tapado de grietas en caso de fractura de la membrana de cemento flexible no reforzada, a 296K (23 °C) y 50% de HR Después de 28 días Después de 7 días y 21 días en agua	Ancho 2 mm Ancho 1,5 mm
Tapado de grietas en caso de fractura de la membrana de cemento flexible no reforzada, a 283K (10 °C) y 50% de HR Después de 28 días	Ancho 1 mm
Tapado de grietas en caso de fractura de la membrana de cemento flexible reforzada, a 296K (23 °C) y 50% de HR Después de 28 días	Ancho 3 mm
Tapado de grietas en caso de fractura de la membrana de cemento flexible reforzada, a 283K (10 °C) y 50% de HR Después de 28 días	Ancho 1,5 mm
Características de la mezcla	
Proporción de mezcla	Parte A: Parte B 1:1
Consistencia	Fluida para aplicar con cepillo
Densidad de la mezcla	1 600 kg/m ³
Densidad después de aplicar con pulverizador.	2 200 kg/m ³
Rango de temperatura recomendada para aplicación	281k a 308K (8 °C a 35 °C)
Duración de la mezcla	1 hora
Condicionantes en la calidad de la membrana de cemento flexible a 296K (23 °C) y 50% de humedad relativa	
Tiempo de secado entre revestimientos	4 a 6 horas
Vigente a partir del 25 de septiembre 2019	047-027

Tiempo de curado antes de colocar pre fabricados (losetas, piedra, etc.)	16 a 24 horas
Tiempo de curado antes de pruebas de inundaciones (antes de aplicar losetas o alternar acabados)	72 horas mínimo
Tiempo de curado antes de sumersión en agua y exposición a hielo/deshielo	5 a 7 días
Almacenamiento de los componentes de la mezcla sin abrir y en envase original, en lugar seco de 293K a 303K (20 °C a 30 °C)	Parte A: 1 año Parte B: 1 año

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Muestreo.- La forma de elegir la o las muestras será al azar y con el procedimiento estadístico recomendable según la conformación del lote y con base en el Capítulo 4.01.01.001 Generalidades del Libro 4 Tomo I.

D.02. Para verificar la calidad de los productos objeto de esta norma, se deben aplicar los siguientes métodos de prueba.

- a. Secados al tacto según método de prueba ASTM-D-1640
- b. Estabilidad según método de prueba ASTM-D-1849
- c. Material no volátil según método de prueba ASTM-D-2369
- d. Densidad según método de prueba ASTM-D-1475
- e. Repelencia del agua según método de prueba ASTM-D-2921

D.03. Los métodos, procedimientos y equipos de laboratorio empleados deben ser de acuerdo con lo indicado en las normas citadas en la cláusula B de Referencias.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Los impermeabilizantes, y selladores se deben rechazar, si no cumplen con las condiciones indicadas en las Normas respectivas citadas en la cláusula B de Referencias, de este capítulo y con los siguientes requisitos adicionales:

- a. El material no debe presentar grumos o masa gelatinosa dentro del envase.
- b. No debe tener más de seis meses posteriores a su fecha de fabricación, a menos que el fabricante asegure mediante documento la fecha de caducidad.
- c. No debe cambiar su coloración ni tener olor.
- d. El envase de presentación puede ser en tambores de 200 litros, cubetas de 19 litros u otra presentación que determine el fabricante.

NOTA. El rendimiento depende de la porosidad real de la superficie.

E.03. El material debe ser rechazado si en su envase no contempla las especificaciones siguientes:

- a. Marca o nombre del fabricante
- b. Tipo de impermeabilizante
- c. Hecho en México o país de procedencia
- d. Fecha de fabricación
- e. Caducidad
- f. Peso
- g. Estiba máxima (Recomendación del fabricante)
- h. Indicaciones para su almacenamiento
- i. Precauciones de manejo del producto
- j. Tipo de equipo de seguridad que debe utilizarse para el manejo del producto
- k. Grado de toxicidad del producto
- l. temperatura de almacenamiento
- m. Envase sin el sello de fábrica
- n. Si se observa que el envase tiene afectación por intemperismo (humedad, decoloración), o señales de manejo inadecuado (rasgaduras, golpes, etc.), debe ser rechazado.

- E.04. El envase debe estar sellado y protegido de los rayos solares; en los materiales que contengan solventes inflamables, para su manejo se debe aplicar la norma oficial mexicana NOM-010-STPS vigente, "Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral. Reconocimiento, evaluación y control"
- E.05. El sellador líquido impermeabilizante de penetración profunda, de cerámica líquida, el mortero reparador de concreto hidráulico y el sellador superficial, deben ser almacenados en un lugar cerrado, con temperatura mínima de 280 K (7 °C); y su vida útil debe ser cuando menos:
- a. Impermeabilizante sellador profundo, del sellador superficial y del limpiador profundo de concreto hidráulico, 2 años.
 - b. Impermeabilizante de cerámica líquida 5 años.
 - c. Mortero reparador de concreto hidráulico 3 años.
- E.06. Estos productos no deben estar envasados en vidrio, debido a que el contenido de agua se reduce y tienden a solidificarse.
- E.07. La malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis y la membrana de cemento flexible al ser seleccionados estos insumos para ser sometidos a las pruebas que considere el representante del Gobierno de la Ciudad de México y deben cumplir con los resultados mínimos de calidad establecidos en los métodos de prueba señalados en la cláusula B de Referencias y con las especificaciones contenidas en el texto de este Capítulo.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 048 AGREGADOS LIGEROS PARA CONCRETO
ESTRUCTURAL

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Agregados pétreos ligeros.- Materiales fragmentados seleccionados, naturales o artificiales, de masa ligera y buena resistencia a la compresión que mezclados con cemento pórtland y agua, adquieren las características propias del concreto.

A.02. Para los fines de este capítulo, los agregados ligeros se clasifican en un sólo grado de calidad y en dos tipos como sigue:

Agregados fabricados.- Mediante la expansión por calcinación o fusión incipiente de productos tales como: escoria de alto horno, diatomitas, cenizas volátiles, esquistos, pizarras y arcillas.

Agregados naturales procesados.- Tales como piedra pómez, escorias volcánicas y tobas.

REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Agregados Ligeros para Concreto Estructural que son tratados en otros capítulos de esta u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo, Pruebas y Bases de Aceptación, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Agregados. Muestreo	NMX-C-030	SECOFIN
Cementantes hidráulicos. Determinación de sanidad	NMX-C-062	SECOFIN
Agregados naturales. Determinación de terrones de arcilla.	NMX-C-071	SECOFIN
Agregados. Determinación de partículas ligeras	NMX-C-072	SECOFIN
Agregados. Determinación del peso unitario	NMX-C-073	SECOFIN
Método de prueba de análisis granulométrico de agregados finos y gruesos	NMX-C-077	SECOFIN
Cilindros de concreto. Determinación de la resistencia a la compresión	NMX-C-083	SECOFIN
Agregado fino. Determinación de impurezas orgánicas	NMX-C-088	SECOFIN
Concreto ligero estructural. Determinación del peso volumétrico	NMX-C-105	SECOFIN
Agregados para concreto. Especificaciones	NMX-C-111	SECOFIN
Concreto. Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio.	NMX-C-159	SECOFIN
Concreto. Determinación del contenido de aire, peso unitario y rendimiento	NMX-C-162	SECOFIN
Cilindros de concreto. Determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral	NMX-C-163	SECOFIN
Agregados. Contenido total de humedad por secado. Método de prueba	NMX-C-166	SECOFIN
Determinación de la variación en longitud de las probetas del mortero de cemento y del concreto	NMX-C-173	SECOFIN

endurecido.		
Determinación de la resistencia del concreto a la congelación y deshielo acelerados	NMX-C-205	SECOFIN
Concreto estructural. Agregados ligeros. Especificaciones.	NMX-C-299	SECOFIN
Muestreo y pruebas	NMX-Z-12/1,2 Y 3	SECOFIN
Concreto hidráulico	4.137.01	PEMEX

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01.El peso volumétrico de los agregados ligeros debe satisfacer los requerimientos que se muestran en la Tabla 1. El peso volumétrico de entregas sucesivas de agregados ligeros, no debe diferir en más del 10 % del de la muestra suministrada para las pruebas de aceptación.

TABLA 1. Peso volumétrico de agregados ligeros para concreto estructural.

Designación del tamaño	Peso volumétrico mixto, seco suelto, en kg/m ³
Agregado fino	1150
Agregado grueso	900
Agregados combinados, fino y grueso	1050

C.02.Los agregados deberán estar compuestos predominantemente por materiales inorgánicos, ligeros vesiculares y granulados y cumplir con las especificaciones siguientes:

- a. La granulometría de los agregados ligeros correspondientes a este capítulo, debe satisfacer los requisitos que aparecen en la tabla 2.

TABLA 2. Requisitos granulométricos para los agregados ligeros usados en concreto estructural

Porcentajes en masa, que pasan por las cribas de aberturas cuadradas (mm)									
Tamaño nominal (mm)	*DGN 25 **25,4	DGN 19 19	DGN 12 12,7	DGN 9 9,51	1,6 M 4,76	2,5 M 2,38	5 M 1,19	20 M 0,297	40 M 0,149
Agregados finos				100	85-100		40-80	10-35	5-25
Agregados gruesos									
25 a 13	95-100		0-10						
25 a 5	95-100		25-60		0-10				
20 a 5	100	90-100		20-60	0-10				
13 a 5		100	90-100	40-80	0-20	0-10			
10 a 2,5			100	80-100	5-40	0-20			
Agregados combinados finos y gruesos									
13 a 0		100	95-100	90-100	50-80			5-20	2-15
10 a 0			100	100	65-90	35-65		10-25	5-15
Cribas DGN Número Aberturas en mm.									

Para asegurar una uniformidad razonable de la granulometría de entregas sucesivas de agregados ligeros, se determinarán el módulo de finura en muestras tomadas de las entregas a intervalos estipulados por el Departamento.

Si el módulo de finura del agregado de cualquier entrega difiere en más del 7% de la muestra suministrada para las pruebas de aceptación, se rechazará el cargamento de agregados, a menos que se pueda demostrar que produce concreto de las características requeridas.

C.03. Los agregados ligeros no deben contener cantidades excesivas de sustancias deletéreas que rebasen los límites siguientes:

Los agregados ligeros que se sujeten a la prueba de impurezas orgánicas que produzcan un color más oscuro que la coloración No. 3 deben

rechazarse, a menos que se pueda demostrar que la coloración se debe a pequeñas cantidades de materiales que no perjudican al concreto.

La cantidad de terrones de arcilla no debe exceder del 2 % de la masa seca de los agregados ligeros.

La pérdida por calcinación de los agregados ligeros no debe exceder en 5 % de la masa seca.

Ciertos agregados procesados, pueden ser de carácter hidráulico y quedar parcialmente hidratados durante su producción. Otros agregados pueden contener, en su estado natural, carbonatos inocuos o agua de cristalización que pueden contribuir al aumento de la pérdida por calcinación.

Por lo tanto, con base en lo anterior, debe tomarse en consideración el tipo de material cuando se evalúe su calidad en función de la pérdida por calcinación.

C.04. Los especímenes de concreto que contienen agregados ligeros, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Producir concreto estructural usando los agregados ligeros bajo prueba, de tal modo que los especímenes de la misma lechada de concreto satisfagan uno o más de los requisitos de la resistencia a la compresión axial y la resistencia a la tensión por compresión diametral, que aparecen en la tabla 3, sin que se excedan los valores de pesos volumétricos máximos correspondientes.
- b. Puede reemplazarse parcial o totalmente el agregado fino por arena natural para lograr la conformidad con estos requisitos, siempre y cuando al proyectar los proporcionamientos del concreto estructural, se utilicen combinaciones similares de materiales.

TABLA 3.- Requisitos de resistencia de especímenes de concreto

Peso volumétrico	Resistencia a la tensión por compresión diametral		Resistencia a la compresión axial mínimo. Promedio a los 28 días	
	Promedio	mínimo a los 28 días		
Kg/m ³	kgf/cm ²	(MPa)	kg/cm ²	(MPa)
1850	20	(2)	300	(30,0)
1750	20	(2)	250	(25,6)
1700	20	(2)	200	(20,4)

c. La resistencia a la compresión y el peso volumétrico deben ser el Vigente a partir del 05-12-1997

promedio de los resultados de tres especímenes y la resistencia a la tensión por compresión diametral debe ser el promedio de los resultados de ocho especímenes. Los valores intermedios para las resistencias y los pesos volumétricos correspondientes pueden calcularse por interpolación. Los materiales que no cumplan con la resistencia promedio mínima a la tensión por compresión diametral, pueden usarse si se modifica el diseño para compensar dicha deficiencia.

- C.05. La contracción por secado de los especímenes de concreto fabricados y probados de acuerdo con el subinciso D.04.d, no debe exceder del 0.1 %.
- C.06. Los especímenes de concreto fabricados y probados de acuerdo con lo indicado en el subinciso D.04.f, no deben presentar burbujas superficiales reventadas.
- C.07. La durabilidad satisfactoria del concreto estructural, se apoya en su historial; de no existir éste, los agregados ligeros deben pasar satisfactoriamente a criterio del Departamento la prueba acelerada de congelación y deshielo.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

- D.01. El muestreo podrá hacerse de común acuerdo entre proveedor o fabricante y el Departamento, utilizando para el caso lo establecido en la norma NMX-Z-012 partes 1, 2 y 3.
- D.02. Para el caso de agregados, este muestreo deberá realizarse bajo las siguientes condiciones:
 - a. Cuando se tenga material pétreo almacenado en la zona de explotación o en la obra, el muestreo se debe hacer tomando porciones aproximadamente iguales de diferente nivel y directriz al del almacén. Las muestras simples obtenidas se mezclarán para formar una muestra compuesta, que sea representativa del material total almacenado. Una vez analizados los materiales, deberán vaciarse los datos en una hoja de registro.

Cuando se tenga el material pétreo en la corriente de carga de tolvas o bandas, se utilizará el método aleatorio para seleccionar las unidades que se van a muestrear, considerando tres porciones iguales, tomadas al azar, combinándose para formar una muestra compuesta cuya masa sea igual o mayor al mínimo recomendado en la tabla 4. Se toma cada una de las porciones del material a medida que se va descargando, depositándolo en un recipiente de tamaño adecuado para contener la muestra de la sección transversal completa de la corriente de descarga, sin que ésta se derrame. En caso necesario, el recipiente debe estar provisto de rieles para deslizarlo bajo la corriente de descarga, para evitar obtener material

segregado. Cuando el muestreo se efectúe en tolvas, las muestras deberán tomarse cuando las tolvas estén casi llenas.

Las muestras parciales no deberán incluir material de descarga inicial de un transportador o de una tolva recién llenada.

Cuando se pueda detener la banda transportadora, se colocarán transversalmente a la longitud de la banda y con una separación adecuada, dos láminas como referencia, que tengan el mismo perfil de la banda y que delimite la zona en que se va a tomar la muestra parcial; se efectuará esta operación en tres zonas igualmente espaciadas. Se retirará el material contenido entre las dos placas en forma cuidadosa, recolectando el polvo por medio de un cepillo.

Deberá evitarse en lo posible el muestreo de agregado grueso o de mezclas de agregado grueso y fino, particularmente cuando el muestreo se hace con el propósito de determinar las propiedades de los agregados y que puede depender del grado de trituración de la muestra. Si las circunstancias lo hacen necesario, cuando se muestrea un transporte con agregado grueso o con mezcla de agregados grueso y fino, deberá diseñarse un plan de muestreo para el caso específico en consideración, que dé resultados confiables, obtenidos de acuerdo a todas las partes interesadas. El plan de muestreo debe definir el número necesario de muestras para representar lotes y sub-lotes de tamaños específicos. Los principios generales de muestreo en unidades de transporte, deben ser aplicables a camiones, vagones de tren, barcos y otras unidades de transporte.

El mínimo de muestras de campo obtenidas de la producción deberá ser suficiente para que los resultados de las pruebas sean confiables. El tamaño de las muestras de campo de la tabla 4 son tentativas y deben obtenerse según el tipo y número de pruebas a las cuales se va a sujetar; la muestra del material debe ser en cantidad suficiente para lograr la ejecución apropiada de la prueba.

Para agregados procesados, ya sean naturales o artificiales, el tamaño máximo nominal de las partículas es el mayor de la granulometría especificada en la norma que se vaya a aplicar y sobre la cual se señale la retención permitida en la criba respectiva.

Las muestras que se preparen para ser sometidas a pruebas de laboratorio pueden ser:

- Arena natural
- Grava natural
- Grava - arena
- Fragmentos de roca

Materiales artificiales

En algunos casos, antes de enviarse las muestras al laboratorio, deberán ser preparadas de acuerdo con lo convenido por las partes, sugiriéndose los casos siguientes:

Cuando la muestra de arena o grava acuse un porcentaje menor del 10 % de partículas, más grandes o más pequeñas del tamaño máximo o mínimo especificado, bastará reducirlas por cuarteo.

Cuando las muestras contengan más del 10 % de material con tamaño superior al máximo especificado y el volumen que se requiere no sea considerable o bien, que no se pretenda emplear en concretos de alta resistencia, se cribará el material útil y se reducirá por cuarteo.

Cuando se necesite un volumen considerable, o se requiera elaborar concretos de alta resistencia y la muestra tenga más del 10 % de partículas con tamaño mayor al máximo especificado, se deberá realizar una trituración parcial de éstos y reducir el total por cuarteo. Cuando no exista el requisito de alta resistencia, el límite inferior podrá alcanzar el 15 %.

Cuando los componentes de las muestras sean fragmentos de roca mayores de 7,5 cm procedentes de pepena, formación de roca no explotada o canteras, deben reducirse por cuarteo.

El cuarteo deberá hacerse cuando el volumen es considerable y se requiera una muestra más pequeña que sea representativa para su estudio.

Las masas mínimas recomendables de las muestras de arena y grava que deben enviarse a laboratorio para su estudio son las indicadas en la tabla 4.

En agregados ligeros (aquellos cuya masa específica sea menor de 2,0), estas masas deberán multiplicarse por 0,65.

TABLA 4. Masas mínimas recomendables para muestras de arena y grava.

Material	Tamaño máximo nominal (mm)	Pasa por la criba	Masa mínima de la muestra de campo* (kg)
Arena	Hasta 5	G – 4,75	100
Grava	Hasta 75	G-75	150
Grava	Mayor de 75	---	200
Grava -Arena	Cualquiera	---	300

*En agregados ligeros (aquellos cuya masa específica sea menor de 2,0), estas masas deberán multiplicarse por 0,65

D.03. Las pruebas a las que se someterán los agregados pétreos ligeros para verificar la calidad de éstos serán como se indican a continuación:

Granulometría. Se deberá realizar de acuerdo con lo indicado en la norma NMX-C-077, excepto que la masa de la muestra para el agregado fino, debe ser como se indica en la tabla 5, y si ésta se criba mecánicamente deberá hacerse sólo durante 5 minutos. La muestra para el agregado grueso deberá ser de cuando menos 3 dm³, tomados del material empleado para la determinación del peso volumétrico.

TABLA 5. Masa de la muestra para la prueba de granulometría de agregados ligeros

Peso volumétrico (kg/m ³)	Masa de la muestra (g)	Peso volumétrico (kg/m ³)	Masa de la muestra (g)
80-240	50	720-880	250
240-400	100	880-1040	300
400-560	150	1040-1120	350
560-720	200		

Peso volumétrico. Deberá procederse como se indica en la norma NMX-C-

Se debe utilizar el procedimiento de traspaleo que se indica en la sección correspondiente de este método de prueba, excepto que el agregado deberá probarse en condición del secado al horno hasta masa constante.

Impurezas orgánicas. Para este método se deberá aplicar lo establecido en la norma NMX-C-088.

Módulo de finura. Se debe proceder de acuerdo a lo indicado en la norma NMX-C-111.

Partículas desmenuzables en los agregados. Se procederá de acuerdo con la norma NMX-C-071.

Pérdida por calcinación. Deberá aplicarse el método de prueba señalado en la norma NMX-C-131.

D.04. Pruebas para el concreto elaborado

Se determinarán las propiedades del concreto elaborado con los agregados ligeros aplicando los métodos de prueba que se enumeran a continuación,

usando en la preparación del mortero la misma relación de agregado fino a grueso tal como se propone para su uso en la obra.

Excepto para la prueba de la resistencia a la tensión por compresión diametral se requieren tres especímenes para cada tipo de las otras pruebas, como se señala a continuación:

Resistencia a la compresión axial.- Los especímenes de prueba se fabrican de acuerdo con el método que establece la norma NMX-C-159 y el curado de ellos se hace de acuerdo con el mismo método o siguiendo el procedimiento empleado para la determinación del peso volumétrico (véase subinciso D.04.c) con la siguiente variante: A la edad de 7 días se sacan los especímenes de la cámara húmeda y se colocan en un ambiente con temperatura de $296 + 2^{\circ} \text{K}$ ($23^{\circ} + 2^{\circ} \text{C}$) y una humedad relativa de $50 + 2 \%$, hasta que se vaya a efectuar la prueba. Finalmente se ensayan siguiendo el método descrito en la norma NMX-C-083.

Resistencia a la tensión por compresión diametral.- Se hacen los especímenes cilíndricos de 152 mm de diámetro y 305 mm de altura de acuerdo con la norma NMX-C-159 y se prueban de acuerdo con la norma NMX-C-163.

Peso volumétrico del concreto.- Deben utilizarse los procedimientos que fija la norma NMX-C-173 en sus incisos 5.1 hasta 5.2.4. inclusive.

Contracción del concreto.- Debe seguirse el procedimiento que aparece en la norma NMX-C-105, con las excepciones siguientes:

Se prepara una mezcla de concreto en la proporción de una parte de cemento pórtland por seis partes de los agregados combinados medidos en volumen seco y suelto. Se ajusta el contenido de agua para producir un revenimiento de 50 a 7mm y se fabrican especímenes perfectamente compactados en moldes de acero de 50 x 50 x 285 mm, para agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 13 mm o menor. La superficie del concreto debe alisarse con una llana de acero.

Los especímenes se curan tal como se especifica para la prueba de compresión en el subinciso D.04.a. Se mide la longitud inicial de los especímenes, inmediatamente después de sacarlos de la cámara húmeda. Se hacen mediciones subsecuentes a los 28 y 100 días.

Se obtiene la diferencia de longitud de los especímenes entre la lectura obtenida cuando se sacan de la cámara húmeda a la edad de 7 días y la final a los 100 días y se calcula la longitud efectiva con una aproximación hasta centésimos de por ciento.

Estos resultados son la contracción por secado de los especímenes y el promedio de ellos se consigna en el informe como el valor de la

contracción, por secado del concreto.

Congelación y deshielo acelerados.- Cuando se requiera, se efectuarán pruebas de congelación y deshielo acelerados de acuerdo con el método que indica la norma NMX-C-205.

Burbujas reventadas.- Se preparan los especímenes de concreto de acuerdo con el subinciso D.04.d (contracción del concreto), se curan y se tratan en el autoclave de acuerdo con la norma NHX-C-062.

Los especímenes tratados se inspeccionan visualmente con el fin de determinar el número de burbujas reventadas que se hayan desarrollado sobre la superficie de los especímenes. Se consigna en el informe el número promedio de burbujas reventadas por espécimen.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Salvo que el Departamento autorice requerimientos diferentes a los indicados en este capítulo, todos los elementos utilizados deberán cumplir con los siguientes requisitos:

E.02. Si la cantidad de terrones de arcilla excede 2 % de la masa seca de los agregados ligeros, éstos deberán rechazarse.

E.03. Si los agregados ligeros al someterse a la prueba de calcinación tienen una pérdida mayor del 5 % de su masa seca, dichos agregados deberán rechazarse.

E.04. Si los agregados ligeros no cumplen con lo establecido en los subincisos C.04.a y C.04.b, deberán rechazarse, a menos que mediante las pruebas de resistencia a la compresión axial y la resistencia a la tensión por compresión diametral, se demuestre que cumplen con lo establecido en la tabla 3.

E.05. La contracción por secado del concreto elaborado con agregados ligeros podrá variar de 0,05 a 0,08 %, pero si rebasa el 0,1 % deberá ser rechazado.

E.06. Cualquiera de los agregados que contengan grasas, lodos, material vegetal o animal, o cualquier otra sustancia nociva que reduzca su calidad, será motivo de rechazo, si mediante el lavado correspondiente no cubre los requisitos mínimos de limpieza.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 049 CONCRETO DE ALTO
COMPORTAMIENTO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es una mezcla de los mismos componentes citados en el capítulo 003 de este Libro, referente a concreto hidráulico, con la diferencia de que contiene una serie de aditivos especiales y agregados característicos que permitirán lograr un resultado en la mezcla (una vez fraguada y seca) específica para un requerimiento determinado como función establecida en proyecto como pueden ser: contracción al secado especial, resistencia mayor que la de los concretos normales, densidad elevada, contracción diferida específica para casos de construcciones antiguas pero construidos en tiempos diferentes, resistencia de proyecto a edad muy temprana (tres días).

A.02. El concreto de alto comportamiento, se clasifica: (ver tabla 1)

a. Por su beneficio al proceso constructivo y puede ser:

Resistencia temprana (a tres días cuando más).

Celular, cuando pretenda disminuir la carga muerta, proporcionar mayor confort al usuario y mejorar el aislamiento termoacústico.

Relleno fluido, o mortero de baja densidad controlada, de menor peso que el concreto normal.

Baja contracción, ya sea al secado o de contracción diferida, menor a los concretos normales.

Concreto lanzado, cuando por necesidades del proyecto no sea posible la utilización de cimbras.

Con fibra, tiene la característica que mejora la resistencia a la flexión y al impacto, además incrementar la tenacidad.

Concreto autonivelante, con la propiedad de alto rendimiento (20 cm), por lo que se disminuye la utilización de la mano de obra, además, tiene la característica de penetrar en los elementos que tienen el acero muy congestionado.

b. Por sus propiedades mecánicas mejoradas en:

Muy alta resistencia a la compresión (mayor de 350 kgf/cm²).

Concreto de muy alta resistencia a la flexión (módulo de ruptura entre 38 y 50 kgf/cm²).

Alto módulo elástico (mayor de 14 000 $\sqrt{f_c}$ kgf/cm²).

c. Por su durabilidad:

Baja permeabilidad, concreto con reducción de riesgo de corrosión del acero de refuerzo y aislamiento a la estructura.

Resistente al ataque de sulfatos, concreto con propiedades en estado fresco y endurecido similares a los del concreto normal, pero con aditivo especial que ofrece mayor resistencia al ataque químico, generando estructuras más durables y con menores costos de mantenimiento.

Resistente al ataque de cloruros, con las mismas características del párrafo anterior, con la diferencia además, de que este concreto puede estar en contacto con agua de mar o en un ambiente de alta concentración de agentes corrosivos.

Con aire incluido, propiedades similares a las de los concretos normales, pero con la característica de ser resistente a congelamiento y deshielo.

Por su peso volumétrico:

Celular, con las características señaladas en A.02.a.2, pero además, con peso volumétrico que varía de 1500 a 1920 kg/m³

Relleno fluido, mismas características indicadas en A.02.a.3, además con un peso volumétrico que varía entre 1650 y 1800 kg/m³

Concreto pesado (peso volumétrico entre 2400 y 3800 kg/m³)

Normal. Características indicadas en el capítulo 003 de este libro.

e. Por su resistencia a la compresión:

Baja resistencia (menor de 150 kgf/cm²)

Resistencia moderada (entre 150 y 250 kgf/cm²)

Muy alta resistencia (mayor de 400 kgf/cm²)

Resistencia temprana (tres días) f. Arquitectónicos

Con color y/o estampados, concretos para fines decorativos, con las características similares a los concretos normales, pero pudiendo satisfacer también los requerimientos de los concretos estructurales.

Diferente consistencia

Fluido. Concreto con un alto revenimiento (20 cm) que lo hace apropiado para facilitar las operaciones de colocación y acabado, además es excelente en estructuras con abundante acero de refuerzo.

Normal o convencional. Concreto con las características señaladas en el capítulo 003.

Masivo. Concreto con revenimiento de 2,5 a 5 cm, para colado de elementos de gran dimensión.

4. Sin revenimiento. Concreto que no se coloca bajo los métodos convencionales empleados en la industria del concreto premezclado, con un revenimiento que varía de 0 a 2,5 cm.

h. Concretos con aditivos

Con puzolana. Concreto cuya característica es la de mejorar la resistencia a la compresión a edades tardías (28 a 56 días)

Con microsílca. Concreto con la particularidad de incrementar la resistencia a la compresión, su durabilidad y reducir la permeabilidad.

3. Con fibra. Concreto con características similares a los concretos normales, pero además disminuye el agrietamiento plástico, mejora la resistencia a la flexión y al impacto.

B. REFERENCIAS

- B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Concreto de Alto Comportamiento que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas, de Requisitos de Elaboración, Muestreo y Pruebas y Bases de Aceptación, que se asientan en los capítulos indicados y de los cuales ya no se hará más mención en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Terminología del cemento y concreto	116.R	ACI
Guía para concreto durable	201.2.R	ACI
Efecto de restricción, cambio en volumen y reforzamiento de concreto masivo.	207.2.R	ACI
Práctica estándar para la selección de proporciones de concreto normal, pesado y de masa.	211.1	ACI
Guía para la selección de proporciones para concreto de alto comportamiento con cemento Pórtland y ceniza volátil (fly-ash)	211.4 R	ACI
Aditivos químicos para concreto	212.3.R	ACI
Práctica recomendada para la evaluación de los resultados de las pruebas de resistencia del concreto.	214	ACI

Vigente a partir del 05-12-97
049-04

Métodos in situ para
estimar la resistencia del
concreto 228.1 R ACI

Guía para medir,
mezclar, transportar y
colocar concreto 304.R ACI

Práctica estándar para
curación de concreto 308 ACI

Guía para la
consolidación del
concreto 309.R ACI

Guía para inspección de
concreto 311.4.R ACI

Código de requisitos
para concreto
estructural. 318 ACI

Reporte del estado de
habilidades (state of art)
del concreto de alta
resistencia. 363 R ACI

Práctica estándar para
fabricar y curar probetas
de concreto con curación
de campo. C 31 ASTM

Especificación estándar
para agregados de
concreto C 33 ASTM

Método de prueba
estándar de resistencia C 39 ASTM

Vigente a partir del 05-12-97
049-05

compresiva para
probetas cilíndricas de
concreto.

Especificación estándar
para concreto de mezcla
instantánea (ready-
mixed).

C 94

ASTM

Método de prueba
estándar para materiales
más finos que el colado
por lavado (No. 200) en
agregados minerales.

C 117

ASTM

Método estándar de
prueba para análisis de
colado de agregados
finos y gruesos.

C 136

ASTM

Práctica estándar para
muestreo de concreto
mezclado recientemente
(fresco).

C 172

ASTM

Práctica estándar para la
fabricación y curado de
probetas de concreto en
el laboratorio.

C 192

ASTM

Especificaciones de
moldes para formación
de cilindros de concreto
de prueba vertical.

C 470

ASTM

Método estándar de
prueba para el contenido
total de humedad de
agregados por secado.

C 566

ASTM

Práctica estándar para cubiertas de probetas de concreto cilíndricos.

C 617

ASTM

Método de prueba estándar para resistencia del concreto al enfriamiento calentamiento rápido.

C 666

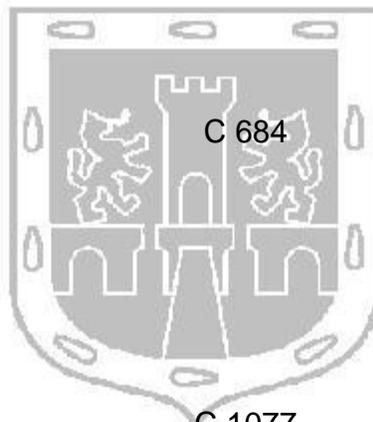
ASTM

Método de prueba estándar para establecer escalas de resistencia de las superficies expuestas del concreto a químicos descongelantes.

C 672

ASTM

Método de prueba estándar para la fabricación, curado acelerado y examen de probetas de concreto para compresión.



C 684

ASTM

Práctica estándar para laboratorio de pruebas de concreto para uso en construcción y criterios para evaluación en el laboratorio.

C 1077

ASTM

Manual de control de calidad, lista para certificación de facilidades de producción de concreto de mezcla estándar

Sección 3

National Ready Mixed Concrete Association

Materiales de concreto y métodos de construcción del concreto

CSA-A-23-IM-94

Canadian Standard Association (CSA)

Vigente a partir del 05-12-97
049-07

C. REQUISITOS DE ELABORACIÓN

- C.01. El concreto de alto comportamiento deberá ser inspeccionado por el productor desde el inicio de su fabricación, mediante controles de calidad de los agregados pétreos, cementante y dosificación de agua.
- C.02. Para obtener resultados satisfactorios del concreto de alto comportamiento, deberán considerarse cuidadosamente las restricciones de fabricación, colocación, viabilidad y dificultades durante la transportación de la fábrica al sitio de la obra, requisitos del ambiente de fabricación, obra, colocación, curado y de los procesos de inspección y pruebas.
- C.03. Se deberá dar importancia relevante a los requisitos que deberá cubrir el control de la calidad del concreto, equipo, métodos de prueba, preparación y manejo de las muestras de prueba.
- C.04. Previo a la verificación, todos los participantes del proyecto deberán reunirse para definir los requisitos de calidad que el Departamento requiere, para discutir las condiciones de elaboración, así mismo revisar los programas de control de calidad y pruebas de los diferentes grupos de trabajo.
- C.05. Deberán revisarse los efectos que puedan producir en el concreto, el tiempo de elaboración y la temperatura.
- C.06. Deberán realizarse reuniones, para establecer líneas de comunicación e identificar responsabilidades. Será especialmente importante que se revisen los procedimientos que empleará el personal responsable de la calidad cuando se sospeche o encuentre carencia de acotamiento a los requisitos del contrato establecido entre Departamento-fabricante.
- Deberá considerarse que un acuerdo previo minimizará disputas futuras y permitirá que todos los miembros del equipo de fabricación tengan oportunidad de participar en el proceso de calidad.
- C.07. Sólo el personal asignado expreso tendrá autoridad para agregar aditivos o agua a la mezcla; y sólo este personal deberá documentar qué, cuándo y cuánto fue agregado para verificar que se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

- C.08. Los materiales y proporciones iniciales serán evaluados en el laboratorio para determinar posteriormente los apropiados, de acuerdo a sus características.
- C.09. Durante periodos de alta temperatura o baja humedad o ambas, deberá ajustarse la mezcla usando retardantes o aditivos reductores de agua de alto rango en dosis proporcionadas variadas y en secuencia de adición.
- C.10. Si un concreto de alto comportamiento no tiene un sistema de vacío de aire que cubra los estándares normalmente aceptados, su resistencia al enfriamiento y calentamiento deberá ser evaluada por pruebas de laboratorio, de acuerdo a lo que establezca para tal caso el Departamento. Las muestras para estas pruebas deberán ser obtenidas del concreto producido, mismo que será colocado posteriormente en obra de forma consistente con métodos anticipados de campo.
- C11. La temperatura máxima y los gradientes térmicos y sus efectos en las propiedades de facilidad de construcción y diseños de larga duración, deberán ser determinados por ensayos previos a la construcción. Debe darse consideración a la simulación por computadora de la historia térmica esperada en una estructura, de tal forma que puedan ser ejecutados apropiadamente el curado del concreto y su protección.
- C.12. Previo a la firma del contrato del Departamento con un proveedor de concreto de alto comportamiento, éste deberá tener certificación de calidad de producto.
- C.13. Las implicaciones de las especificaciones del proyecto, ya sean basadas en prescripción o en ejecución, deberán ser completamente entendidas por todos los grupos que formen parte de esta etapa.
- C.14. Las tareas del personal del aseguramiento de calidad y las del control de calidad deberán ser establecidas claramente entre Departamento y productor del concreto de alto comportamiento. Este personal deberá tener experiencia en sus respectivas tareas, incluyendo el manejo de lotes, colocación, curado, y prueba del concreto de alta resistencia.
- C.15. El personal de aseguramiento de calidad y de control de calidad deberá considerar el monitoreo de tiempo completo, para concretos con resistencia de diseño que excedan a 70 MPa.
- C.16. Tanto el proveedor como el Departamento deberán asegurarse que los tipos y cantidades aprobadas de los materiales forman parte del lote. Los pesos del lote deben encontrarse dentro de las tolerancias permisibles establecidas además de las especificaciones del proyecto como se indica en ASTM-C-94.

- C.17. El concreto de alto comportamiento debe contar con una combinación de aditivos químicos y minerales para mejorar el desarrollo de la resistencia. Ciertos tipos de aditivos y cementos pórtland en combinación, presentan diferentes curvas de desarrollo. Por lo tanto, el personal de aseguramiento de calidad y de control de calidad deberá observar cualquier desviación, en el tipo o marcas de los ingredientes de la mezcla, de aquellos aprobados. No se permitirán sustituciones sin el previo acuerdo y entendimiento de todas las partes. Las muestras de referencia de todos los materiales cementantes deberán ser tomadas por lo menos una vez por día o por embarque, en el caso de que las pruebas se necesiten más tarde para investigar resistencias bajas u otras deficiencias que puedan surgir.
- C.18. Ya sea que los materiales se agreguen en el sitio de la obra o en la planta, éstos deberán mezclarse de manera apropiada, cuidando que quede una mezcla uniforme y homogénea como se indica en ACI 304.R.
- C.19. De acuerdo a lo estipulado en el contrato en el sentido de que el concreto será entregado en planta o en obra, deberá considerarse lo siguiente:
- a. Los camiones mezcladores utilizados para transportar concreto de alto comportamiento, serán inspeccionados regularmente y certificados para cumplir con los requisitos de la lista de verificación y certificación vehicular. Estos camiones deberán estar equipados con un contador de revoluciones del tambor y sus aletas deberán acatar lo indicado en la NMX-C-255.
 - b. El conductor del camión mezclador deberá proporcionar un boleto o remisión de entrega que contenga la información especificada en ASTM-C-94. El boleto o remisión deberá ser revisado por un inspector previamente a la descarga.
- C.20. Cuando por indicaciones del Departamento o del proveedor, al concreto deban agregarse aditivos reductores de agua de alto rango para incrementar la fluidez, el personal de asesoramiento de calidad y control de calidad, deberá tener conocimiento del periodo de tiempo máximo permitido para que el aditivo y el concreto logren su objetivo, asimismo, cuando se requiera redosificar con aditivo adicional.
- C.21. Cuando algún lote sea redosificado, la cantidad de aditivo químico agregado al camión deberá registrarse por escrito y el tambor del camión deberá cambiar la velocidad de mezclado a por lo menos 30 revoluciones adicionales. Por lo tanto, el boleto o requisición de entrega deberá proporcionar también un espacio para la siguiente información:

Agua o aditivos agregados por el personal autorizado en el sitio de trabajo.

Cantidad aproximada de concreto en el camión cuando se agrega agua o aditivo adicionales.

Número de revoluciones del tambor después de la adición del agua o aditivo.

Hora y minutos en que se hizo la adición.

Periodo máximo de mezclado, antes de ser vaciado.

C.22. De acuerdo a su clasificación, los concretos de alto comportamiento con beneficio al proceso constructivo deberán cubrir los siguientes requisitos: (ver figura 1).

a. El concreto de resistencia temprana, deberá garantizar lograr el 80 % de la resistencia solicitada a las 24 ó 72 horas y además:

Su resistencia a la compresión máxima a los 28 días será de 350 kgf/cm^2 (34,3 MPa).

Cuando se requiera una resistencia mayor de 350 kgf/cm^2 (34.3 MPa), se deberán analizar las especificaciones de diseño de los elementos y de común acuerdo, Departamento-proveedor fijarán los requisitos que deberán cubrir todos los componentes de la mezcla.

Este concreto en estado fresco, podrá suministrarse con un revenimiento de 10 a 20 cm, según sea el caso solicitado por el Departamento.

3.1 . Su peso volumétrico podrá variar entre 2200 y 2500 kg/m^3 .

3.2 . Su tiempo de fraguado inicial será de 3 a 6 horas.

3.3 . Su tiempo de fraguado final será de 5 a 8 horas.

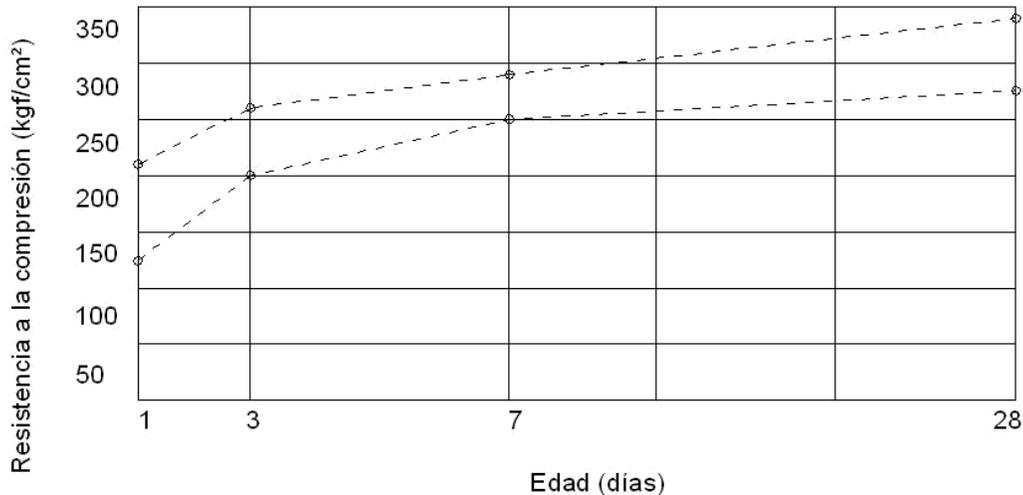


FIGURA 1.- Desarrollo de la resistencia a la compresión a diversos días

b. El concreto de baja densidad y resistencia moderada conocido como celular, entre otras tendrá las siguientes características:

1 Alta trabajabilidad y aptitud para ser bombeable.

Facilidad para aserrar y clavar.

El peso volumétrico variará de 1500 a 1920 kg/m³.

Su resistencia a compresión será hasta 180 kgf/cm² (17,6 MPa) a los 28 días.

Su conductividad térmica será de 0,5 a 0,8 k cal/mh °C

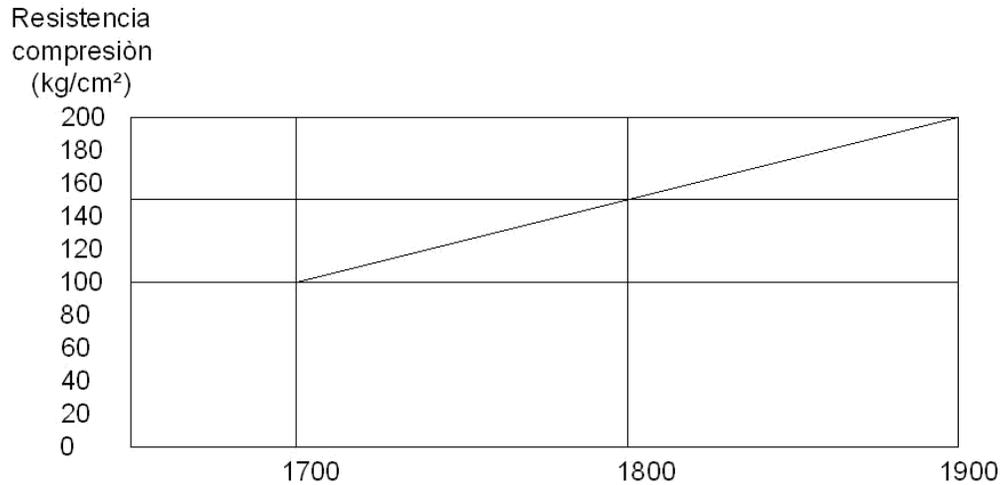
Elevada resistencia al fuego (incombustible).

Mayor amortiguamiento al ruido que el concreto convencional.

Tener una mayor resistencia a la tensión diagonal en muros.

Baja permeabilidad.

En las figuras 2-A y 2-B se presentan dos casos típicos de concreto celular elaborados con agregados calizos, con una densidad de 2.65 en la que se observan las relaciones: resistencia a la compresión y módulo de elasticidad contra peso volumétrico.



→ x
FIGURA 2 A.- Relación de la resistencia a la compresión contra el peso volumétrico

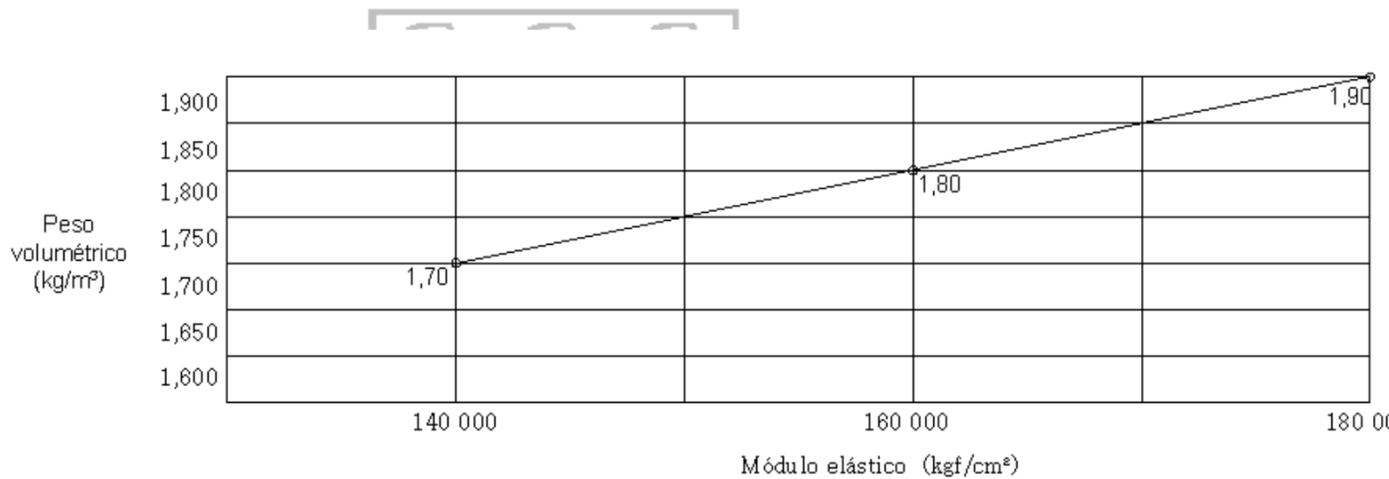


FIGURA 2-B.- Relación del módulo elástico contra el peso volumétrico

El concreto relleno fluido de alta trabajabilidad, tendrá las siguientes características:

Debido a su fluidez, tendrá la cualidad de ser autonivelante.

Su revenimiento será de 20 cm.

El peso volumétrico podrá variar desde 1650 hasta 1800 kg/m³.

Vigente a partir del 05-12-97
 049-013

Su resistencia a la compresión será entre 10 y 70 kgf/cm².

Cuando se emplee como sub-base, su resistencia a la compresión será entre 7 y 14 kgf/cm² y el valor relativo de soporte superior al 50 %.

Como base, su resistencia a la compresión podrá variar entre 15 y 25 kgf/cm² y su valor relativo de soporte deberá ser superior al 80 %.

El concreto lanzado, con alta cohesividad en estado fresco, deberá tener las siguientes características:

Deberá alcanzar los pesos volumétricos y resistencia a la compresión de manera similar a los concretos de resistencia normal, como se indica en el capítulo 4.01.01.003 de este Libro.

Podrá tener agregados de 9,5 mm (3/8") de diámetro.

El fabricante o proveedor podrá suministrar, el concreto de baja contracción cuando el Departamento a través de su área de diseño, pretenda elevar su nivel de confianza en el cálculo de estructuras, o cuando pretenda minimizar los riesgos por cambios volumétricos, además de que se desee un concreto de baja permeabilidad, por lo que este concreto deberá tener los siguientes requisitos:

Consistencia más elevada que los concretos normales.

El contenido más alto posible de agregado grueso con una plasticidad apropiada.

Contracción por secado más baja posible para un agregado y plasticidad dadas.

Deformación total controlada y predecible con alto nivel de confianza.

Menor deformación diferida a carga constante que la de los concretos convencionales.

Permeabilidad más baja que la de los concretos convencionales.

En la figura 3 se representa el comportamiento de los concretos estructural y convencional en relación al concreto de baja contracción.

Vigente a partir del 05-12-97
049-014

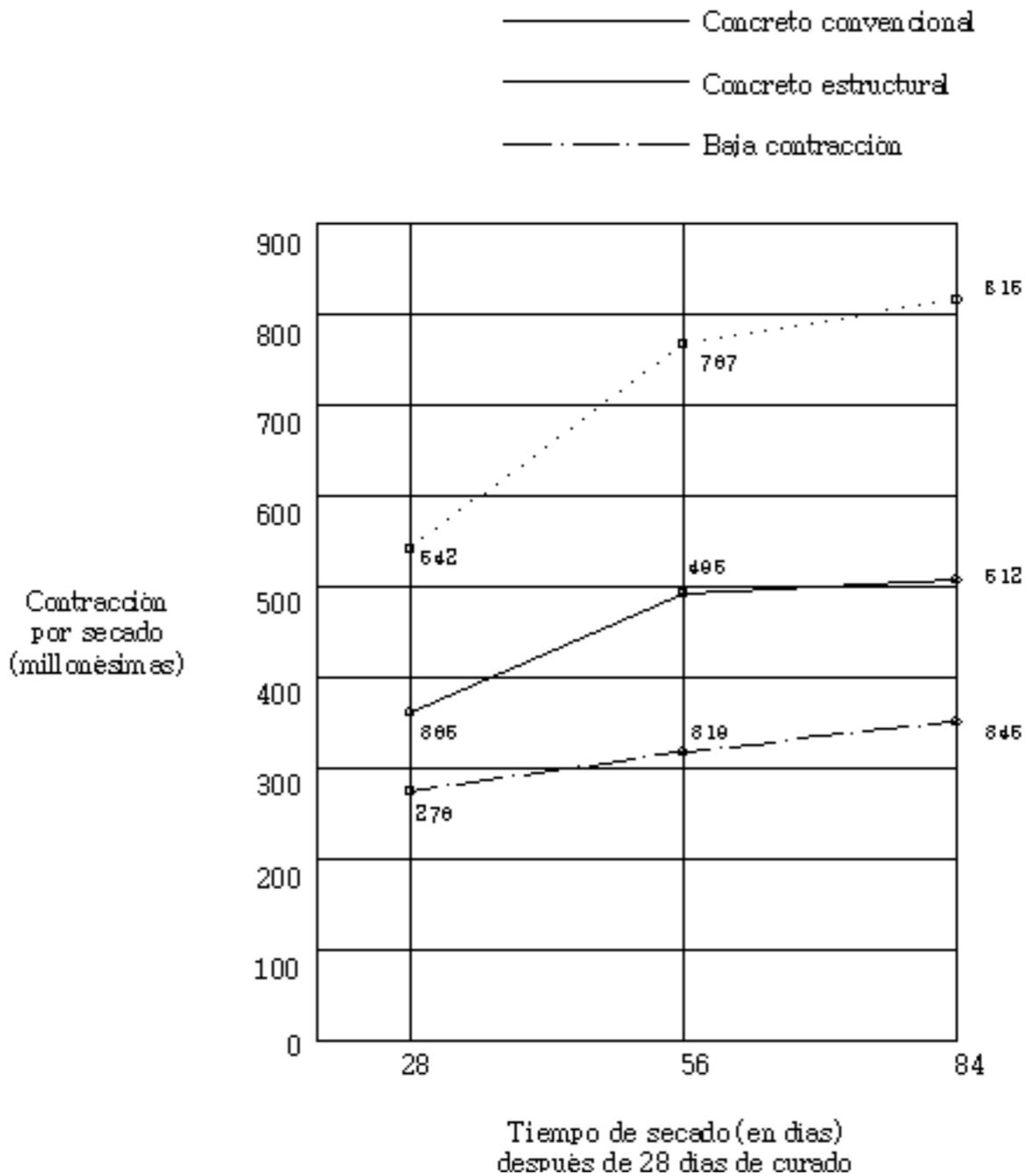


FIGURA 3.- Desarrollo de la contracción por secado a diversos días

f. En la elaboración del concreto con fibra, se deberán considerar los siguientes aspectos:

El revenimiento será de 8 a 20 cm.

Vigente a partir del 05-12-
 97 049-015

El peso volumétrico será de 2150 a 2400 kg/m³.

Su resistencia a la compresión podrá variar de 150 a 350 kgf/cm².

Su módulo de ruptura será hasta de 27 kgf/cm² a los 28 días.

Su módulo de elasticidad podrá variar de 150 000 a 190 000 kgf/cm².

Este concreto debido al contenido de las fibras, deberá tener las propiedades mecánicas siguientes:

6.1 Disminuir significativamente el agrietamiento plástico.

6.2 Incrementar la resistencia a la tenacidad y la fatiga.

C.23. Los concretos de alta resistencia con sus propiedades mecánicas mejoradas, deberán cumplir con lo siguiente:

El concreto con muy alta resistencia a la compresión deberá cubrir con los siguientes requisitos:

Alta cohesividad en estado fresco.

Tiempos de fraguado similares a los de los concretos normales.

Altos revenimientos.

Resistencia a la compresión entre 400 y 800 kgf/cm²

Baja permeabilidad.

Mayor protección al acero de refuerzo.

Concreto a la flexión con alto módulo de ruptura y alta resistencia a la tensión, deberá cubrir los siguientes requisitos:

Revenimiento de 5 a 8 cm en su estado fresco.

El contenido de aire máximo será de 2 %.

Peso volumétrico superior a los 2200 kg/m³.

El módulo de ruptura será entre 38 y 50 kgf/cm², dependiendo del agregado.

El concreto con alto módulo elástico deberá tener:

Peso volumétrico entre 2200 y 2400 kg/m³.

Podrá ser bombeable hasta 150 m de altura.

Deberá tener una resistencia a la compresión entre 300 y 500 kgf/cm².

4. Su módulo elástico podrá variar entre 12000 $\sqrt{f'c}$ y 14000 $\sqrt{f'c}$ kgf/cm² dependiendo del tipo de agregado.

El concreto pesado tendrá las siguientes características:

El peso volumétrico podrá variar entre 2400 y 3800 kg/m³

Su resistencia podrá ser igual a la obtenida en los concretos normales.

C.24. Los concretos cuya durabilidad es el factor más importante en su fabricación, deberán tener las siguientes características cada uno de ellos:

El concreto de baja permeabilidad deberá permitir una alta trabajabilidad, una reducción del sangrado, disminución de la segregación, permeabilidad muy inferior a los concretos normales y una resistencia a compresión igual a la obtenida por los concretos normales.

El concreto con resistencia al ataque a los sulfatos deberá tener las mismas propiedades en estado fresco y en estado endurecido que los del concreto normal, sólo que será de mayor resistencia al ataque de los sulfatos, lo que deberá generar estructuras más durables y menores costos de mantenimiento.

El concreto de alto comportamiento al ataque por cloruros, deberá tener una mayor resistencia a los agentes corrosivos, las propiedades en estado fresco y endurecido deberán ser iguales a los obtenidos por los concretos normales y tener baja permeabilidad.

El concreto con aire incluido además de permitir la facilidad en las operaciones de acabado, deberá tener las siguientes características:

Alta trabajabilidad.

Contenido de aire entre el 4 y el 10 %.

Disminución en el sangrado.

Disminución en la segregación.

Propiedades mecánicas iguales a las obtenidas por concretos normales.

Resistencia a ciclos de congelamiento y deshielo.

C.25. Los concretos de diferente consistencia según la solicitud del Departamento, deberán cumplir con lo siguiente:

Concreto fluido.

Su revenimiento deberá ser superior a 20 cm.

Su resistencia a la compresión será igual a la lograda por los concretos normales.

Concreto masivo.

Su revenimiento variará entre 2,5 y 5 cm.

2. Su resistencia a la compresión similar a la de los concretos convencionales.

Concreto sin revenimiento.

Revenimiento máximo de 2,5 cm.

Su resistencia máxima a la compresión será de 150 kgf/cm².

D. MUESTREO Y PRUEBAS

- D.01. Deberá tenerse especial atención durante la fase de pruebas por lote para asegurar que las mezclas seleccionadas actuarán bajo las condiciones exteriores reales.
- D.02. Se establecerán los criterios de aceptación para muestras de pruebas con curado estándar, pruebas en lugares apropiados y resultados de prueba de núcleo. Se analizarán también la capacidad y calificación de la fuerza de trabajo del Departamento y del fabricante, el grupo de inspección y las facilidades para la obtención de los lotes y sus pruebas.
- D.03. Se debe considerar como premisa entre el personal involucrado en la calidad del concreto de alto comportamiento, que la puntualidad y precisión de los reportes son indispensables, para esto deberán establecer arreglos para distribuir a cada grupo los reportes de inspección y la información de las pruebas tan pronto como sea posible.
- D.04. La producción de lotes de prueba se establecerá con una mezcla viable, pero será necesario hacer ajustes debido a las condiciones ambientales del lugar. Debido a que el concreto de alto comportamiento depende de la baja relación de agua-cemento, para lograr una resistencia potencial, los requisitos para la adición de agua y aditivos a la mezcla en el exterior, deberán ser establecidos previamente. El productor del concreto es parte esencial en esta situación, debido a que éste está familiarizado con el producto y será el responsable de la calidad del mismo.
- D.05. Las pruebas de producción pueden ser usadas para establecer secuencias óptimas de lotes y mezclas que puedan reducir los problemas previos al inicio del proyecto. Cuando se requiera mezcla con camiones mezcladores, la máxima carga que puede ser mezclada apropiadamente debe ser determinada de común acuerdo entre el Departamento y el productor, pero será del 10 % máximo de la capacidad del camión.
- D.06. Las pruebas de laboratorio y de campo deberán realizarse entre otras, para evaluar los efectos de las condiciones ambientales en las propiedades de los concretos frescos, recientemente mezclados y endurecidos.
- D.07. El concreto fresco deberá probarse para medir el revenimiento, contenido de aire y temperatura.
- D.08. El concreto endurecido deberá probarse para determinar su resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad.
- D.09. Cuando el personal de aseguramiento de calidad y de control de calidad no atestigüe la operación de evaluación de lotes, deberá realizar o atestiguar las siguientes pruebas, por lo menos una vez diariamente:

- a. Contenido de humedad en agregados gruesos y finos, de acuerdo a ASTM-C-566.

Graduaciones de agregados (finos y gruesos), de acuerdo a ASTM-C-136.

Material más fino que pasa por la malla No. 200, de acuerdo a la ASTM-C-117

Las pruebas mencionadas deberán ser repetidas con frecuencias apropiadas, después de lluvia o de nuevas entregas de materiales.

- D.10. Deberá darse especial atención a la identificación previa a la evaluación del lote de cualquier cantidad de agua adicional a la mezcla, tal como "agua de lavado" o "concreto de sobra" que quede en el tambor del camión o de la mezcladora. Estos deberán ser vaciados antes de la evaluación del lote.
- D.11. La planta productora de concreto de alto comportamiento deberá contar con la certificación de calidad correspondiente, así como el laboratorio de pruebas para control de calidad; el personal de aseguramiento de calidad y control de calidad, deberán estar apropiadamente entrenados y con la experiencia necesaria, respaldada con la documentación correspondiente para la realización de pruebas de campo y de laboratorio.
- D.12. Las pruebas para el contenido de aire, peso unitario, revenimiento y temperatura deberán realizarse cada día en la primera carga de camión para establecer que el lote es apropiado y deberán realizarse pruebas subsecuentes a partir de una base aleatoria. Cuando la inspección visual detecte un concreto con revenimiento diferente al especificado, deberá ser rechazado, a menos que las pruebas muestren que es aceptable. Los resultados de tales pruebas no se contarán en la evaluación estadística de la mezcla a menos que las muestras tomadas sean aleatorias.
- D.13. Para que los procedimientos estadísticos sean válidos, la información (revenimiento, peso unitario, temperatura, contenido de aire y resistencia) deberá derivarse de muestras obtenidas de promedios de un plan de muestreo aleatorio, para reducir la posibilidad de que la elección sea hecha sólo a partir del técnico de pruebas.
- D.14. Las muestras tomadas de un camión o de una mezcladora, representarán la calidad del concreto proporcionado; por lo tanto, las muestras compuestas deberán tomarse de acuerdo a ASTM-C-172 y deberán ser combinadas y mezcladas para asegurar uniformidad antes de examinar las propiedades del concreto mezclado recientemente o de las muestras de pruebas de moldeo.
- D.15. El personal de aseguramiento de calidad y control de calidad debe

prepararse para tener una muestra con el volumen necesario para moldear todas las probetas. Bajo ninguna circunstancia el personal encargado de la calidad del concreto de alto comportamiento utilizará otros muestreos para completar las probetas a examinar. Si la muestra es muy pequeña, será descartada y se tomará una nueva muestra. Sin embargo, sólo un número razonable de probetas puede ser hecho de manera que se mantenga la calidad y que se encuentren dentro del marco de tiempo correcto de cada muestra. No se tomarán más de nueve probetas por muestra, a menos que estén disponibles las facilidades y el personal para manejar apropiadamente un número mayor; pero cuando menos se tomarán tres probetas por ciclo de prueba, manteniendo tres como reserva.

- 0.16. Cuando el Departamento especifique ciclos de vida (edades) más tardíos para propósitos de aceptación para acrecentar el uso de mezclas más económicas y de menores niveles de calor, se realizará una valoración prematura de la resistencia potencial probando probetas de ciclo de vida (edades) prematuras o probetas con curado acelerado.
- D.17. Las probetas o especímenes de prueba deberán estar debidamente compactados y preparados de acuerdo al procedimiento de las normas ASTM-C-31, ASTM-C-192 y ASTM-C-039.
- D.18. El control prematuro de la resistencia del concreto se alcanzará por medio del examen de las probetas o especímenes de prueba curadas aceleradamente, de acuerdo a la Norma ASTM-C-684, especialmente donde las pruebas de resistencia para ciclos de vida mayores (edades de 56 a 90 días) sean el criterio final de aceptación.
- D.19. Cuando el Departamento especifique ciclos de vida (edades) mayores a 28 días para aceptación, se utilizarán los procedimientos de ACI 214.
- D.20. La frecuencia del muestreo y el volumen de la muestra del concreto de alto comportamiento serán de acuerdo con lo señalado en la norma 214-ACI, citada en la cláusula B de Referencias.
- D.21. El proveedor o fabricante de este tipo de concreto, deberá entregar al Departamento la garantía por escrito de que todos los materiales cumplen los requisitos de calidad solicitados.
- D.22. El personal de control y de aseguramiento de la calidad del concreto de alto comportamiento, deberá considerar que la magnitud de las variaciones en la resistencia de las muestras de prueba de concreto depende de lo adecuado del control de los materiales, de la fabricación del concreto y de la realización de las pruebas, podrán encontrar el origen de las diferencias en la resistencia, en dos fuentes fundamentalmente distintas, tal como lo muestra la tabla 2: (a) las variaciones en propiedades de la mezcla de concreto y de sus ingredientes, y (b) las diferencias aparentes en la

resistencia ocasionadas por las variaciones inherentes a la prueba.

Las pruebas del concreto pueden incluir o no, todas las variables en la resistencia del concreto colado en el lugar, dependiendo de cuáles variables se han introducido después de haber elaborado las muestras de prueba. Por otra parte, las discrepancias en el muestro, la fabricación, el curado y la prueba de las muestras pueden ocasionar indicaciones de variaciones en la resistencia que no existen en el concreto de la estructura.

Estas variaciones se reducirán por medio de buenos métodos de prueba, y los procedimientos estándar, tales como los descritos en las normas ASTM de la cláusula B de Referencias y deben seguirse con toda precisión.

D.23. Así mismo, el personal especializado en control de calidad de los concretos de alto comportamiento deberá considerar que las variaciones en los resultados de las pruebas de resistencia tienen su origen en dos fuentes diferentes: (a) variaciones en los métodos de prueba y (b) propiedades de la mezcla de concreto y de los ingredientes.

D.24. El personal de aseguramiento y control de calidad, deberá considerar la tabla 3 como una guía para dar seguimiento al control de calidad del concreto de alto comportamiento.



CIUDAD DE MÉXICO

Familia	Tipo	Usos	Beneficios	Información técnica
Durabilidad	Baja permeabilidad	Albercas, cisternas y canales Tanques de almacenamiento de agua Losas de azotea Obras hidráulicas	Muy baja permeabilidad Reducción de riesgos de corrosión del acero de refuerzo Aislamiento de la estructura de las acciones del medio ambiente	Alta trabajabilidad Reducción del sangrado Permeabilidad muy inferior a los concretos normales Resistencia a compresión
	Resistencia al ataque por sulfatos	Tuberías, canales y cualquier obra que por sus condiciones de exposición tenga riesgo de este tipo de ataque	Mayor resistencia al ataque químico Estructuras más durables Menores costos de mantenimiento	Propiedades en estado fresco y endurecido iguales a las obtenidas por los concretos normales Resistencia al ataque por sulfatos
	Resistencia al ataque por cloruros	Estructuras de contacto con agua de mar Estructuras expuestas a una alta concentración de agentes corrosivos	Mayor resistencia al ataque de los agentes corrosivos Estructuras más durables Menores costos de mantenimiento	Propiedades en estado fresco y endurecido iguales a las obtenidas por los concretos normales Baja permeabilidad
	Con aire incluido	Cámaras de refrigeración Elementos expuestos a temperaturas bajas extremas	Facilita las operaciones de acabado Estructuras más durables Menores costos de mantenimiento	Alta rentabilidad Contenido de aire entre el 4 y 10% Disminución del sangrado Propiedades mecánicas iguales a las obtenidas por concretos normales Resistencia a ciclos de congelamiento y deshielo
Beneficio al proceso constructivo	Resistencia temprana (Costo)	Pisos Pavimentos Elementos postensados Elementos presforzados Elementos prefabricados Aprovechamiento máximo de cimbra Construcción en clima frío Minimizar tiempo de construcción	Elevada resistencia temprana Mayor avance de obra Optimización del uso de cimbra Disminución de costos	Se garantiza lograr el 10% de la resistencia solicitada a uno tres días Para resistencias superiores a los 300 kg/cm ² Se requiere analizar el diseño del elemento
	Celular (alta trabajabilidad) (Costo)	Mejora el aislamiento termoacústico Capas de nivelación en pisos y losas Para construcción de vivienda tipo monolítica Mayor resistencia al fuego	Alta trabajabilidad Disminución de carga muerta Proporciona mayor confort al usuario Fácil de aserrar y clavar	P.V. de 1500 a 1920 kg/m ³ Resistencia a compresión de hasta 175 kg/cm ² a los 28 días Conductividad térmica de 0,5 a 0,8 kcal/mh°C
	Relleno fluido (alta trabajabilidad) (Sustitución de costos)	Bases y sub-bases Rellenos de cavidades de difícil acceso Rellenos provisionales Rellenos de zanjas, calles, carreteras, etc. Estabilización de terraplenes	Alta trabajabilidad Material autonivelante No tiene asentamientos Garantiza un relleno uniforme Ahorro en operaciones de colocación y compactación Reduce la excavación en relación al relleno tradicional	Revenimiento de 20 cm P.V. de 1650 a 1800 kg/m ³ Resistencia a compresión entre 10 y 70 kg/cm ² Como sub-base de 15 a 25 kg/cm ² y VRS superior al 80%
	Baja contracción (Estabilidad volumétrica) (Deformaciones predecibles) (Adherencia al concreto endurecido)	Cuando los materiales locales tienen tendencia a la construcción Estructuras resistentes a sismos Elementos presforzados Cumplir especificaciones estrictas de control de agrietamiento	Eleva el nivel de confianza en el cálculo de estructuras Minimiza los riesgos por cambios volumétricos Baja permeabilidad	Consistencia más elevada que los concretos normales El contenido más alto posible agregado grueso con una plasticidad adecuada Contracción por secado más baja posible para un agregado y plasticidad dadas Deformación total controlada y predecible (Concluye)

Tabla 1.- Clasificación de concretos de alto rendimiento

	Familia	Tipo	Usos	Beneficios
Información obtenida del catálogo de productos y servicios de CEMEX Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Concreto (CIDETEC)	Beneficio al proceso constructivo	Lanzado (alta cohesividad en estado fresco)	Estabilización de taludes Protección de excavaciones Obras de reparación Reparaciones superficiales Formas curvas de concreto	No se requiere de cimbra Optimiza los tiempos de construcción Fácil aplicación
		Con fibra (costo)	Pisos y pavimentos Cascarones Taludes Concreto lanzado Tanques de almacenamiento Elementos prefabricados	Disminución del agrietamiento plástico Mejora la resistencia a la flexión y al impacto Incrementa la tenacidad Elimina el uso de malla electrosoldada Las operaciones requieren menor preparación de la estructura
		Concreto económico (costo)	Cimentación corrida de casas habitación Nivelar superficies Relleno de oquedades	Bajo costo Permite un mayor avance en el colado de cimentaciones Se puede incrementar hasta un 40% de volumen con material pétreo adicionado en obra
		Concreto autonivelante (costo)	Elementos de sección delgada Elementos que tengan el acero de refuerzo muy congestionado Pisos autonivelantes	Mayor avance de obra por su fácil y rápida colocación
		Muy alta resistencia	Columnas de edificios muy altos Secciones de puertas con claros muy largos Disminución en los espesores de los elementos Elementos presforzados	Mayor área aprovechable en plantas bajas de edificios altos Elementos presforzados más ligeros Elementos más esbeltos
		Concreto a la flexión (alto módulo de ruptura)	Pavimentos urbanos Lugares de tránsito pesado	Alto módulo de ruptura Diseñado para resistir las demandas estructurales que se presentan en pavimentos Disminuyen los costos de reparación en comparación con el uso de asfalto
				Información técnica
				El concreto lanzado puede alcanzar pesos volumétricos y resistencias a compresión similares a los concretos de resistencia normal Se puede usar tamaños de agregar hasta 9.5 (3/8")
				Revenimientos de 8 a 20 cm P.V. de 2150 a 2400 kg/m ³ Resistencia a compresión de 150 a 350 kg/cm ² Módulo de ruptura hasta 27 kg/cm ² a 28 días
				Revenimiento de 10 a 14 cm Consistencia manejable Resistencia a compresión entre 20 y 40 kg/cm ²
				Revenimiento superior a los 20 cm Autonivelante No requiere vibrado Mejora apariencia del elemento terminado
				Alta cohesividad en estado fresco Tiempos de fraguado similares a los concretos normales Altos revenimientos Resistencia a compresión entre 400 y 800 kg/cm ² Baja permeabilidad Mayor protección al acero de refuerzo
				Revenimiento de 5 a 8 cm Peso volumétrico superior a los 220 kg/cm ² Módulo de ruptura entre 38 y 50 kg/cm ² dependiendo del agregado

(Concluye)

Tabla 1.- Clasificación de concretos de alto rendimiento

Vigente a partir del 05-12-97
049-024

Variaciones en las propiedades del concreto	Discrepancias en los métodos de prueba
Cambios en la relación agua/cemento -Deficiente control de agua excesiva variación de humedad en el agregado Variaciones en el requerimiento de agua: -Granulometría del agregado -Absorción, forma de la partícula Propiedades del cemento y del aditivo: -Contenido de aire -Tiempo de entrega y temperatura Variaciones en las características y proporciones de los ingredientes: -Agregados -Cemento -Puzolanas -Aditivos Variaciones en la transportación, la colocación y la compactación Variaciones en la temperatura y en el curado	Procedimientos incorrectos en el muestreo Variaciones debidas a técnicas de fabricación Manejo y curado de los cilindros recién fabricados Moldes de calidad deficiente Cambios en el curado. -Variaciones de temperatura -Humedad variable -Retraso en el acarreo de los cilindros al laboratorio Deficientes procedimientos de prueba: -Cabeceado de los cilindros -Pruebas de compresión

TABLA2.- Principales fuentes de variación en la resistencia de un concreto de alto comportamiento

Variación total					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes normas de concreto en kg/cm ²				
	excelente	muy buena	buena	aceptable	pobre
Pruebas de control en el campo	Por debajo de 25	De 25 a 35	De 35 a 40	De 40 a 50	sobre 50
Mezclas de prueba de laboratorio	Por debajo de 15	De 15 a 17	De 17 a 20	De 20 a 25	Sobre 25
Variación en las pruebas					
Clase de operación	Desviación estándar para diferentes normas de control, en porcentaje				
	excelente	muy buena	buena	aceptable	pobre
Pruebas de control en el campo	Por debajo de 3	De 3 a 4	De 4 a 5	De 5 a 6	Arriba de 6
Mezclas de prueba de laboratorio	Por debajo de 2	De 2 a 3	De 3 a 4	De 4 a 5	Arriba de 5

TABLA 3.- Guía para el control del concreto de alto comportamiento

NOTAS: (correspondientes a la tabla 3)

Vigente a partir del 05-12-97
049-025

El criterio final que concede la probabilidad de que las pruebas caigan por debajo de la f'_c , utilizada en el diseño es la decisión del diseñador, que se basa en el conocimiento íntimo de las condiciones que tienen la mayor probabilidad de ocurrir durante la construcción. El Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318-71), proporciona directrices a este respecto, al igual que otros reglamentos de construcción y otras especificaciones.

Para satisfacer los requisitos del comportamiento de la resistencia, expresados de esta manera, la resistencia promedio del concreto debe ser superior a f'_c , o sea la resistencia del diseño. La cantidad excesiva de la resistencia depende de la variabilidad esperada en los resultados de las pruebas, tal como se expresa mediante un coeficiente de variación o una desviación estándar, y de la proporción permisible de pruebas con resultados menores que los indicados en el nivel de resistencia.

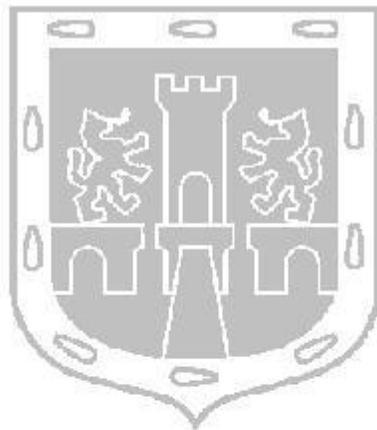
Los valores de resistencia para determinar la desviación estándar o el coeficiente de variación deben representar un grupo de, por lo menos, 30 pruebas consecutivas de resistencia, si las pruebas, o un grupo de 30 mezclas consecutivas representan la misma clase de concreto, o el promedio estadístico de dos grupos que sumen 30 o más mezclas. Será difícil definir condiciones "similares" y pueden estar mejor documentadas recolectando varios grupos de 30 o más pruebas. En general, los cambios de materiales y de procedimientos tendrán un efecto más grande en el nivel de resistencia promedio, que en la desviación o en el coeficiente de variación. Comúnmente, los cambios significativos incluyen cambios de tipo y marca de cemento Pórtland, de los aditivos, de la fuente de los agregados, del proporcionamiento de las mezclas, de la dosificación, del mezclado, de la entrega o de las pruebas.

- D.25. Si durante la fabricación, el curado o prueba de un cilindro se han observado variaciones dudosas, dicho cilindro debe ser descartado, el promedio de la prueba deberá calcularse a partir de los cilindros restantes.
- D.26. Una prueba (promedio de todos los cilindros de una muestra) no deberá ser rechazada, a menos que se sepa que los cilindros están defectuosos, puesto que representan la mejor estimación disponible para esa muestra.
- D.27. Se recomienda descartar un cilindro de una prueba de tres o más de ellos, si su desviación respecto de la media de la prueba es superior de 3σ y deberá considerársele sospechosa si su desviación es superior a 2σ ;

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Todos los elementos utilizados en el concreto de alto comportamiento deberán cumplir con los requerimientos indicados en este capítulo, salvo que el Departamento autorice otro requisito.

Los concretos de alto comportamiento deberán cumplir con los promedios de resistencia de todos los conjuntos de tres parejas consecutivas pertenecientes o no al mismo día de colado, y no serán menores que la $f'c$ de proyecto.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 050 ADITIVOS PARA CONCRETO DE ALTO
COMPORTAMIENTO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Son aquellos materiales (sustancias químicas) diferentes del cemento, agregados o agua, que se adicionan a la mezcla y sirven para modificar las propiedades y cualidades particulares del concreto con el propósito de hacerlo mas conveniente para el trabajo en que se pretenda emplear y obtener un efecto útil.

A.02. Estos aditivos pueden ser:

Tipo A.- Aditivos reductores de agua de mezclado, permiten disminuir la cantidad de agua de mezclado requerido para producir concreto de determinada consistencia. Estos aditivos deberán contrarrestar los efectos de permeabilidad, sangrado retracción, absorción capilar y segregación, dando propiedades fluidizantes y plastificantes al concreto. Con el objeto de proporcionar mezclas homogéneas, la dosificación varía de 1 a 2% del peso del cemento y se pueden adicionar al agua de la mezcla o se agregan simultáneamente con ella a la mezcladora.

Tipo B.- Retardadores. Son los que producen retraso en el fraguado de concreto, o en el desarrollo de la resistencia.

Se recomienda para evitar las condiciones adversas de altas temperaturas, en colados continuos sin juntas frías y donde haya que transportar el concreto a grandes distancias, lo que produce dificultades en las operaciones de manejo, colocación, acabado y curado.

Deben proporcionar al concreto gran plasticidad, alta densidad, mayor resistencia y una elevada adherencia al acero de refuerzo, mejorando las propiedades del concreto ya que por su efecto dispersante evitan la segregación. Esto permite que la mezcla pueda ser transportada a grandes distancias.

Su efecto plastificante deberá permitir una reducción del 10 al 15% del agua de mezcla para el mismo revenimiento, produciéndose así un aumento de resistencia.

El efecto retardador del fraguado inicial, permite la fácil colocación y proporciona mayor tiempo para la compactación del concreto, regularizando el desarrollo del calor de fraguado y al mismo tiempo reduce la formación y contracción de fisuras produciendo concretos uniformes.

Igualmente reduce la permeabilidad del concreto y ofrecer mayor resistencia a la acción de los agentes químicos.

Su dosificación se efectúa a la temperatura ambiente y como no incluye aire, pueden usarse ventajosamente en compatibilidad con agentes inclusores de aire adicionados a la mezcla por separado.

Tipo C- Aceleradores. Adelantan el fraguado del concreto y el desarrollo de sus primeras resistencias. Estos aditivos pueden ser de dos tipos: Los aceleradores de endurecimiento que se combinan químicamente con el cemento durante la hidratación y los estabilizadores, que su presencia facilita y apresura la hidratación.

Son recomendables para regiones con bajas temperaturas, que provocan un fraguado lento del concreto, retrasando el aumento de la resistencia. Se emplean para obtener un endurecimiento rápido a temprana edad, especialmente durante el invierno y para disminuir el tiempo de cimbrado.

Al utilizar este tipo de aditivo, se reduce la cantidad de agua de la mezcla, evitando la segregación y el agrietamiento por contracción volumétrica; permite una reducción del 10 a 15% de la cantidad de agua empleada en la mezcla mejorando la relación agua-cemento.

Su dosificación varía entre 1 y 5% del peso del cemento.

Puede combinarse con los aditivos inclusores de aire, agregándose a la mezcla por separado.

5. Los aditivos de este tipo, no deberán usarse en concreto presforzado, por la corrosión del fierro previamente tensado, ni en concretos que estén en contacto con aluminio, magnesio o metales galvanizados, por la reacción eléctrica que ocasionan y agravan la corrosión de estos metales.
- d. Tipo D.- Retardadores y reductores de agua de mezclado, producen simultáneamente los efectos de los tipos A y B. Estos aditivos pueden ser usados para estructuras, cimentaciones, edificios, tanques, concretos pretensados, concreto liviano, concreto colado bajo el agua, pavimentos, etc.

Pueden emplearse con todos los tipos de cemento pórtland y todas las clases de agregados, sus resultados mejoran con cementos frescos no excesivamente finos y de bajo contenido de álcalis.

Aumentan la plasticidad y la trabajabilidad en concretos de bajo revenimiento y mejoran la compactación mediante el vibrado, después de tres días se obtiene mayor resistencia a la compresión permitiendo des-cimbrar sin retraso.

Su dosificación puede ser de 0,5% sobre el peso del cemento, puede usarse junto con otros aditivos como agentes inclusores de aire, puzolanas y aceleradores, pero deberán mezclarse en forma muy diluida.

- e. Tipo E.- Aceleradores y reductores de agua de mezclado. Tienen el efecto simultáneo de los tipos A y C, con agentes acelerantes, humectantes y dispersantes que aceleran el fraguado, activan la hidratación del cemento y aumentan la resistencia inicial del concreto, dando mayores resistencias a edades tempranas, permitiendo una reducción de 10 a 15% de la cantidad de agua empleada en el concreto.

Los aditivos de este tipo, se añaden al agua de la mezcla con una dosificación del 1% sobre el peso del cemento, condiciones que se podrán aumentar hasta en un 2% para colar concretos a muy baja temperatura ambiente.

- f. Tipo F.- Aditivos inclusores de aire. Empleados con el propósito de incluir aire en la mezcla, permitiendo una reducción de volumen del agua sin afectar la trabajabilidad.

Se deberá dosificar la inclusión de aire entre 3 y 6% del volumen del concreto, con más del 6% se reduce su resistencia. Se añaden directamente a la mezcla o al agua del concreto y son compatibles con otros aditivos, salvo los que contengan cloruro de calcio.

- g. Tipo G.- Expulsores de aire. Productos que se adicionan durante el mezclado del concreto, con el fin de eliminar el exceso de aire retenido.
- h. Tipo H.- Impermeabilizantes integrales. Productos que adicionados al concreto, reducen la permeabilidad capilar y la absorción de agua.
- i. Aditivos expansores.- Productos cuyas propiedades dilatadoras derivan de la generación de un gas al entrar en contacto con el agua y el cemento.

La expansión gaseosa se produce antes del fraguado y equivale a un 8% aproximadamente, permiten reducir la cantidad de aguas de la mezcla y aumentar la resistencia de pastas endurecidas en cavidades cerradas herméticamente.

- j. Aditivos estabilizadores de volumen. Son aquellos que compensan o reducen la contracción natural del concreto y pueden ser:

Estabilizadores de volumen tipo metálico. Son aquellos que por efecto de la oxidación aumentan de volumen compensando la contracción natural del concreto. El metal usado para dicho fin es de fierro gris finamente molido.

Estabilizadores de volumen no metálico. Aditivos que permiten reducir en gran medida la relación agua cemento (súper-reductor), generado por la misma contracción mínima.

Aditivos generadores de resistencia a la reacción álcali-agregados. Son aquéllos que al reducir substancialmente el flujo capilar, o regular la reacción por saturación de la misma, o inhibirla, reducen la expansión que ésta produce.

Adhesivos de concreto nuevo a viejo. Sustancias con propiedades adherentes, que sirven para unir concretos, uno endurecido y otro en estado fresco, con la particularidad de evitar se forme una junta fría y pueden ser:

Adhesivos tipo polímero de concreto nuevo a viejo, elaborados a base de polímeros solubles en agua, que al emulsionarse con el agua de la mezcla, mejoran la transmisión de esfuerzos entre el concreto nuevo y viejo; su diseño está enfocado especialmente para ser usado en resanes y el mejoramiento de acabados o en estructuras donde los esfuerzos son bajos.

Adhesivos tipo metálico de concreto nuevo a viejo. Aquellos de naturaleza ferrosa, que permiten la continuidad estructural a través de una "lechada adhesiva", la cual propicia el mejor anclaje de sus propios micro-cristales en los conductos o poros capilares del concreto viejo, o también interviniendo el óxido de fierro en la formación de los mismos.

Tipo M.- Aditivos colorantes. Son los que modifican el color natural del concreto mediante la incorporación de corpúsculos; podrán ser naturales o sintéticos, pero en ninguno de los casos deberán afectar negativamente las propiedades del concreto.

Tipo N.- Aditivos inhibidores de corrosión del acero. Son los que proporcionan la pasividad del acero, reduciendo la pérdida de basicidad del concreto, evitando la difusión de cloruros, o la carbonatación del hidróxido de calcio.

o Tipo O.- Puzolanas. Material silíceo o sílico-aluminoso que en sí posee poco o ningún valor cementante, pero que finamente dividido y en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio a temperatura ambiente para formar compuestos con propiedades cementantes.

p. Tipo P.- Aditivos esterilizantes. Son aquellos aditivos que inhiben la vida que pudiera desarrollarse en la masa o la superficie del concreto; dependiendo si afectan a los hongos serían fungicidas; a otros vegetales, germicidas; y a los insectos, insecticidas.

q. Tipo Q.- Aditivo espumantes. Son los aditivos que por su naturaleza química, permiten la inclusión de fuertes volúmenes de aire, dando lugar a un concreto celular; ésto se consigue con ayuda de sistemas mecánicos.

r. Tipo R.- Aditivos para inyección. Productos que se usan para mejorar la fluidez y trabajabilidad, retardar el fraguado, evitar la segregación y la rápida pérdida de agua en la mezcla de inyección.

- s. Tipo S.- Bentoníticos. La bentonita se usa como aditivo únicamente en lechadas. Es una roca formada principalmente por arcilla mineral llamada montmorillonita, la cual se seca y se muele sin ningún otro tratamiento en su elaboración.
- t. Impermeabilizantes. Son aquellos que reducen la tasa de penetración del agua dentro del concreto seco o en la de su transmisión a través de un concreto no saturado, del lado mojado al lado seco y pueden ser:

Impermeabilizantes integrales repelentes a la absorción capilar o "hidrófugos".

Son aquellos que recubren las paredes de los conductos capilares con sustancias que invierten el flujo que en ellos se puede presentar, sin la presencia de gradientes hidráulicos externos, "capilaridad negativa".

Impermeabilizantes integrales, repelentes a la absorción capilar e inclusores de aire. Son aquellos que además de su función específica de introducir la capilaridad negativa, incluyen aire.

Impermeabilizantes integrales, repelentes a la absorción capilar y expansores. Son aquellos que además de su función específica de introducir la capilaridad negativa, generan gases.

Impermeabilizantes integrales, repelentes a la absorción capilar y dispersantes. Son aquellos que además de su función específica de introducir la capilaridad negativa, son dispersantes.

Impermeabilizantes integrales, repelentes a la absorción capilar y reductores de agua. Son aquellos que además de su función específica de introducir la capilaridad negativa, son reductores del agua de la mezcla.

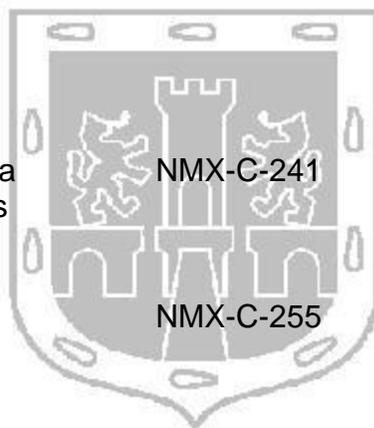
Impermeabilizantes integrales repelentes a la absorción capilar y reductores de porosidad. Son aquellos que además de su función específica de introducir la capilaridad negativa, son reductores de porosidad.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Aditivos para Concreto de Alto Comportamiento y que son tratados en otros capítulos de esta u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo, Pruebas y Bases de Aceptación, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Aditivos químicos. Uniformidad y equivalencia. Determinación	NMX-C-14	SECOFIN
Aditivos para concreto. Muestreo	NMX-C-45	SECOFIN
Aditivos para concreto. Curado. Compuestos líquidos que forman membrana	NMX-C-81	SECOFIN
Métodos de prueba para aditivos expansores y estabilizadores de volumen de concreto	NMX-C-90	SECOFIN
Aditivos estabilizadores de volumen del concreto	NMX-C-117	SECOFIN
Aditivos expansores del concreto	NMX-C-140	SECOFIN
Puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto con cemento Pórtland	NMX-C-146	SECOFIN
Ceniza volante o puzolana natural para usarse como aditivo mineral en concreto	NMX-C-179	SECOFIN

Pórtland Aditivos para concreto y materiales complementarios. Terminología y clasificación	NMX-C-199	SECOFIN
Aditivos inclusores de aire para concreto	NMX-C-200	SECOFIN
Determinación de la adherencia de los sistemas de resinas epóxicas empleadas en el concreto	NMX-C-237	SECOFIN
Aditivos para el concreto. Determinación de la viscosidad cinemática y cálculo de la viscosidad dinámica	NMX-C-240	SECOFIN
Sistemas de adhesivos a base de resinas epóxicas para concreto	NMX-C-241	SECOFIN
Aditivos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto	NMX-C-255	SECOFIN
Aditivos minerales. Determinación de la efectividad para prevenir una expansión excesiva del concreto debida a la reacción de álcalis- agregados	NMX-C-298	SECOFIN
Determinación de la retención de agua por medio de compuestos líquidos que forman membrana para el curado del concreto	NMX-C-304	SECOFIN



Determinación del factor de reflectancia de membrana de color blanco para el curado del concreto	NMX-C-309	SECOFIN
Aditivos para concreto . Cloruro de calcio	NMX-C-356	SECOFIN
Aditivos para concreto	4.137.05	PEMEX
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Para los requisitos de calidad de los aditivos para concreto, deberá considerarse lo establecido en el capítulo 004 de este libro, pero además, se tomarán en cuenta los siguientes incisos:

C.02. Aditivos reductores de agua, aceleradores y retardadores. Los requisitos que deberá cumplir el concreto al que se han incorporado algunos de estos aditivos, se muestran en la tabla 1.

C.03. El aditivo reductor de agua de mezclado deberá contrarrestar los efectos de permeabilidad, sangrado, retracción, absorción capilar y degradación, proporcionando propiedades fluidizantes y plastificantes al concreto para que cumpla con su función de alto comportamiento.

Con el fin de obtener mezclas homogéneas, la dosificación del aditivo variará de 1 a 2% del peso del cemento y se podrá adicionar al agua de la mezcla o se agregará simultáneamente con ella a la mezcladora.

C.04. El aditivo retardante de fraguado deberá proporcionar al concreto gran plasticidad, alta densidad, mayor resistencia y una elevada adherencia al acero de refuerzo, deberá mejorar las propiedades del concreto y debido a su efecto dispersante evitar la segregación. Esto deberá permitir que la mezcla pueda ser transportada a grandes distancias.

Tabla 1.- Requisitos para concreto con aditivo reductores de agua, aceleradores y retardadores.

Especificación	Tipos de aditivos				
	A	B	C	D	E
Contenido máximo de agua en porcentaje de referencia	95	--	--	95	95
Tiempo de fraguado desviación permisible con respecto al de referencia en horas y minutos. Inicial cuando menos	--	1:00 después	1:00 antes	1:00 después	1:00 antes
No más de	1:00 antes. 1:30 después	3:30 ni después	3:30 antes	3:30 después	3:30 antes
Finalmente. cuando menos	--	--	1:00 antes	..	1:00 antes
No más de	1:00 antes. 1:30 después	3:30 ni después	--	3:30 después	--
Resistencia mínima a la compresión, en porcentaje de la referencia*					
3 días	110	90	125	110	125
7 días	110	90	100	110	110
28 días	110	90	100	110	110
6 meses	100	00	90	100	100
1 año	100	90	90	100	100
Resistencia mínima a la flexión, en porcentaje de la referencia"					
3 días	100	90	110	100	110
7 días	100	90	100	100	100
28 días	100	90	90	100	100
Resistencia en adherencia, en porcentaje de la referencia.					
28 días	100	90	110	100	110
cambio de longitud (Requisitos optativos)***					
Porcentaje de la referencia	135	135	135	135	135
Incremento sobre el de referencia	0,010	0,010	0,10	0,010	0,010

(*) Los valores de la tabla incluyen tolerancias para variaciones normales en los resultados de ensaye, el objeto del requisito del 90 % en la resistencia a compresión para los aditivos retardadores es exigir un nivel de

comportamiento comparable al del concreto de referencia.

- (**) Las resistencias a compresión y flexión de un concreto que contenga el aditivo ensayado, no deben ser menores del 90% de los alcanzados en cualquier edad de prueba anterior. El objeto de este límite es exigir que estas resistencias no disminuyan con la edad.

- (•**) Requisitos optativos: El porcentaje se aplica cuando el cambio de longitud del espécimen de referencia sea de 0,030% o mayor, el valor del incremento se aplicará cuando el cambio de longitud del espécimen de referencia sea menor de 0,030%.

Su efecto plastificante deberá permitir una reducción del 10 al 15% del agua de mezcla para el mismo revenimiento ya que lo que se requiere es un incremento de la resistencia. El efecto retardador del fraguado inicial, deberá permitir la fácil colocación del concreto de alto comportamiento y proporcionar mayor tiempo para la compactación, regularizando el desarrollo del calor del fraguado y al mismo tiempo reducir la formación de fisuras, produciendo concretos uniformes de alto comportamiento, e igualmente reducir la permeabilidad y ofrecer resistencia a la acción de los agentes químicos.

C.05. El aditivo acelerador de fraguado deberá ser agregado al concreto, cuando se pretenda:

- a. Acelerar el fraguado del cemento y el desarrollo de sus primeras resistencias.

- b. Reducir la cantidad de agua de la mezcla, evitar la segregación y el agrietamiento por contracción volumétrica, a la vez que permita una reducción del 10 al 15% de la cantidad de agua empleada en la mezcla, mejorando la relación agua-cemento.

Este aditivo acelerador de fraguado, podrá combinarse con el aditivo inclusor de aire, agregándose a la mezcla por separado.

La dosificación del aditivo acelerador podrá variar entre 1 y 5% del peso del cemento.

El aditivo de este tipo no deberá utilizarse en mezclas para concreto presforzado para evitar la corrosión en el acero previamente tensado, ni en concretos que estén en contacto con aluminio, magnesio o metales galvanizados, por la reacción que ocasionan y agravan la corrosión de estos metales.

- C.06. El aditivo retardador de fraguado y reductor de agua que realiza funciones combinadas de los aditivos A y B, podrá emplearse con todos los tipos de cementos pórtland (para mejores resultados con cementos de bajo contenido de álcalis) y con cualquier tipo de agregado.

La dosificación será de 0,5% del peso del cemento y podrá usarse con otros aditivos tales como inclusores de aire, puzolanas y pero aceleradores, deberá mezclarse en forma muy diluida y por separado.

- C.07. El aditivo acelerador de fraguado y reductor de agua deberá emplearse cuando se pretendan resistencias a edades tempranas a la vez que permita reducir de un 10% a un 15% la cantidad de agua empleada en el concreto.

Este aditivo deberá ser añadido al agua de la mezcla con una dosificación del 1% sobre el peso del cemento, pero cuando el Departamento determine realizar colados a baja temperatura ambiente, este porcentaje podrá incrementarse hasta un 2% del peso del cemento.

- C.08. El aditivo inclusor de aire cuya función principal es la de evitar daños por congelamiento y deshielo al concreto de alto comportamiento, deberá permitir también una reducción del 2% del volumen del agua sin afectar su trabajabilidad.

La dosificación del aire podrá variar entre 3 y 6% del volumen del concreto, teniendo especial cuidado de que un porcentaje mayor de 6, reducirá la resistencia del concreto. Este aditivo se a adir  directamente a la mezcla o al agua; además, es compatible con otros aditivos, excepto aquellos que contengan cloruro de calcio; además al usar este tipo de aditivos, deberá tenerse especial cuidado en lo siguiente:

Sangrado.- El sangrado del concreto hecho con el aditivo ensayado no deberá exceder al del concreto hecho con el aditivo de referencia en más de dos puntos porcentuales calculándose el sangrado como un porcentaje de la cantidad neta del agua de mezclado en cada concreto, el agua neta del mezclado es aquella en exceso de la que est  presente como agua absorbida en los agregados.

- 1.- Tiempo de fraguado.- Los tiempos de fraguado inicial y final del concreto que contenga el aditivo ensayado, no deben diferir de los correspondientes al concreto hecho con el aditivo de referencia en más de ± 1 hora 15 minutos
- 2.- Resistencia a la compresión.- A cualquier edad de prueba, la resistencia a la compresión del concreto que contenga el aditivo ensayado, no deberá ser menor que el 90% de la obtenida a la misma edad en uno similar que contenga el aditivo de referencia.

3.- Resistencia a la flexión.- A cualquier edad de prueba, la resistencia a flexión del concreto que contenga el aditivo ensayado, no deberá ser menor que el 90% de la obtenida a la misma edad en un similar que contenga el aditivo de referencia.

4.- Variación de longitud .- Esta variación durante el secado del concreto que contenga el aditivo ensayado no será mayor que el 120%, de la que se produzca en el que contenga el aditivo de referencia, cuando se comparen después de 14 días de secado, si el cambio de longitud de este último es menor de 0,030% al final del lapso señalado, el incremento en la variación de longitud durante el secado del concreto que contenga el aditivo ensayado, respecto al que contiene el aditivo de referencia, no será mayor que 0,006 expresado como porcentaje de variación de longitud. Estos requisitos sólo son aplicables cuando lo requiera específicamente el Departamento para uso de estructuras donde la resistencia a flexión o al cambio de volumen puede ser de importancia crítica.

C.09. Aditivos estabilizadores de volumen cuya propiedad expansiva de la oxidación de un agregado metálico contrarresta o compensa la expansión del fraguado.

Este aditivo deberá aceptar una relación de agua-cemento hasta del 10%, lo que producirá un aumento de la resistencia mecánica y un aumento de adherencia. Su dosificación será del 50% con respecto al peso del cemento. Cuando el proyecto determine que los espesores del recubrimiento del acero sea de 2,5 cm, se deberán adicionar agregados de 6,25 a 9,37 mm (1/4" a 3/8"), mezclados con otros ingredientes secos, cemento, arena y/o granzón, hasta conseguir una mezcla uniforme.

No deberá usarse este aditivo simultáneamente con aditivos aceleradores ya que el catalizador que se le añade para regular el tiempo de oxidación debe guardar una proporción exacta con los agregados metálicos. Además, el aditivo estabilizador de volumen deberá tener las siguientes características:

a. Aditivo para producir una expansión controlada que compense la contracción a los 28 días de edad, los especímenes de concreto con aditivo ensayado no deben contraerse ni deben presentar una expansión mayor de 0,4%.

Tiempo de fraguado. Las tolerancias en los tiempos de fraguado de un concreto que contenga el aditivo ensayado, en relación con el fraguado de un mortero de referencia que no contenga aditivo, son los siguientes:

- 1.1. Fraguado inicial, en horas y minutos \pm 1:00
- 1.2. Fraguado final, en horas y minutos \pm 2:00

Resistencia a la compresión.- Los especímenes de concretos que contengan el aditivo ensayado, deben alcanzar a los 7 y 28 días de edad resistencias a compresión por lo menos iguales a las de los especímenes que no contengan dichos aditivos, ensayados a la misma edad.

C.10. El aditivo expansor de concreto, deberá producir una expansión que podrá variar entre 6 y 10% del volumen del concreto, además debe reducir la cantidad de agua de la mezcla y tener las siguientes características:

Aptitud para producir una expansión uniforme y controlable, un aditivo expansor al dosificarse en la proporción recomendada por el fabricante o proveedor, debe producir una expansión del mortero antes del fraguado final. La expansión a las 24 horas de edad en cada uno de los tres especímenes de prueba, no debe diferir más del 10% con relación al valor de la expansión promedio de los tres.

Tiempo de fraguado.- Las tolerancias en los tiempos de fraguado del mortero que contenga el aditivo expansor, en relación con el de referencia que carece de él, son las siguientes:

- 1.1. Fraguado inicial en horas y minutos + 2:00
- 1:00
- 1.2 Fraguado final en horas y minutos + 4:00
- 2:00

Resistencia a la compresión.- Los especímenes de mortero con aditivo, expansor deben alcanzar a los 7 y 28 días de edad una resistencia a la compresión no menor que el 80% de las obtenidas en los especímenes de referencia que no contienen aditivos, ensayados a la misma edad.

C.11. El aditivo puzolánico deberá reducir la acción de los álcalis del cemento. Su proporción podrá variar de 1:5 a 1:2 con relación al cemento pòrtland y deberá considerarse lo siguiente:

a. Requisitos químicos .- Se muestran en la tabla 2 que a continuación se indica:

Tabla 2.- Requisitos químicos del aditivo puzolánico

Dióxido de silicio (Si O ₂) más óxido de aluminio (Al ₂ O ₃) más óxido de fierro (Fe ₂ O ₃), mínimo	70,0
Oxido de manganeso (Mg O), máximo	5,0
Trióxido de azufre (S O ₃), máximo	3,0
Contenido de humedad máximo	3,0
Pérdida máxima por calcinación	10,0

Tabla 3.- Requisitos químicos de aditivos puzolánicos, en porcentaje

Área superficial mínima, en cm ² /cm ³	12,00
Cantidad máxima retenida en cribado húmedo en la malla No. 325 (0,440 mm), en porcentaje Índice de actividad puzolánico	12,0 ---
Con cemento Pòrtland, a los 28 días en porcentaje del de referencia, valor mínimo.	75
Con cal, a los siete días, en kg/cm ² , valor mínimo	56
Demanda de agua máxima, en porcentaje del de referencia	115
Incremento máximo de la contracción por secado de barras de mortero a los 28 días, en porcentaje	

	0,03
Sanidad (c) Expansión a contracción máxima en autoclave, en porcentaje.	0,5
Cantidad máxima aditivo inductor de aire con concreto (d), relación de referencia	2,0 (e)
Requisitos de uniformidad: La superficie específica y el peso específico de muestras individuales no variará del promedio establecido por las diez muestras precedentes, o por todas las muestras precedentes si su número es menor que diez es más de: Superficie específica, máxima variación con respecto al promedio en porcentaje	15
Peso específico máximo, variación con respecto al promedio en porcentaje	5
Además, cuando se especifique concreto con aire incluido, la cantidad de agente inductor requerido para producir un contenido de aire de 18% de volumen de mortero no variará del promedio establecido por diez ensayos precedentes, o por todos los precedentes, si son menos de diez, en más de (en porcentaje)	20
Reactividad con los álcalis del cemento (f) reducción mínima, de la expansión del mortero a los 10 días, en porcentaje.	75
Expansión máxima del mortero a los 14 días, en porcentaje	0,020

NOTAS: de la Tabla 3

Deberá evitarse que aglomerados de material extremadamente fino queden retenidos

No se considera que el índice de actividad puzolánica con cemento pórtland o cal, sea una medida de la resistencia a la compresión del concreto que contenga la puzolana.

El espécimen debe permanecer firme y duro sin mostrar distorsión,

agrietamiento, hendiduras, picaduras o desintegración visible

cuando se sujeta a la prueba de expansión en autoclave.

Se aplica únicamente en el caso del concreto con aire incluido.

Si el límite especificado se excede, la mezcla de prueba debe cumplir con los requisitos para aditivos de inclusión de aire y CO₂

Los ensayos indicados para la reactividad con los álcalis del cemento son optativos y los requisitos correspondientes se aplican sólo a solicitud del Departamento.

No será necesario exigirlos, a menos que la puzolana vaya a emplearse con agregados que se juzgue reaccionen con el álcali del cemento.

C.12. El aditivo superfluidizante deberá contener estabilizadores especiales, que al ser agregados al concreto producirán mezclas con una consistencia de alta fluidez y permitirán reducir el agua hasta un 30% sin afectar el revenimiento. Este aditivo se agregará al final del tiempo de mezclado normal en proporción del 1 al 4% del peso del cemento.

C.13. Bentonita.- Los requisitos físicos y químicos, se describen en la tabla 4.

Tabla 4. Requisitos químicos de aditivos puzolánicos, en porcentaje respecto del volumen total.

Ensaye	Requisitos
Cribado seco	El 100% debe pasar la malla 0,420 mm
Cribado húmedo	Como máximo debe retener el 2,5% en la malla de 0,740 mm
Contenido de humedad	10% máximo
Lectura de viscosímetro	Mínimo 22 a 600 rpm
Propiedades del filtrado	15,0 cm ³ máximo
OK	9,5 máximo

(1) Basado en 22,5g de bentonita en 350 cm³ de agua destilada.

C.14. Manejo y almacenamiento.- Solamente deberán emplearse aditivos que en su forma de presentación natural permanezcan en condiciones estables de calidad por un lapso no menor de seis meses, que no requieran un ambiente de temperatura y/o humedad controlados para su conservación y que contengan envases adecuados para resistir sin deterioro el tratamiento que se les proporciona en las obras, para manejarlos y almacenarlos.

- a. Los aditivos cuya presentación natural sea en forma líquida deberán entregarse envasados en recipientes rígidos y resistentes, de volumen conocido. Si el producto es capaz de causar corrosión, deberá prescribirse el uso de envases metálicos, debiendo ser de plástico rígido.
- b. Cualquier precaución que se requiera tomar para su manejo, preparación y dosificación, deberá indicarse en el exterior de cada envase.

Para los aditivos que en estado original sean sólidos pero que para facilitar su dosificación se presenten mezclados con sustancias viscosas, deberán prevalecer las recomendaciones y precauciones indicadas para el caso de los productos líquidos.

En los aditivos cuya presentación natural sea en forma sólida (polvo o escamas) y manifiesten propiedades higroscópicas, se permitirá el uso de envases que no sean rígidos, pero se requerirá protección adecuada contra la humedad.

- e.- Para los aditivos en polvos minerales no microscópicos como la puzolana, bentonita y otros, se requerirán las mismas condiciones de envase establecidas para el cemento.

En lo referente a su almacenamiento, todos los aditivos, independientemente de su forma de presentación y envase, deberán conservarse durante su permanencia en la obra, en bodegas que reúnan los mismos requisitos especificados para el almacenamiento del cemento.

- f.- Control de calidad.- En la obra que no este previsto el empleo de aditivos para concreto y que sea necesaria su utilización por el tipo de cemento, será requisito indispensable que exista autorización escrita del Departamento previo a su utilización.

En cualquier caso, antes de emplear un aditivo para concreto, el laboratorio designado por el Departamento, deberá comprobar que el producto que se pretende utilizar cumple con las normas de calidad correspondientes a su clase.

Comprobación.- Con anticipación a su empleo, deberá comprobarse que todos los aditivos propuestos para usarse en la obra satisfacen los requisitos de calidad correspondientes a su clase. Para ésto, el Departamento deberá requerir que los fabricantes de aditivos almacenen y pongan a disposición del laboratorio, los lotes de productos solicitados con el fin de que el personal del mismo proceda a muestrearlos y a ensayarlos conforme a los métodos de prueba que se señalan en la cláusula E de este capítulo. Deberá prevalecer una anticipación mínima de 15 días para su envío a la obra, con objeto de que el laboratorio disponga de tiempo para emitir sus resultados.

Comprobación durante la construcción.- Todo lote de aditivo que por cualquier circunstancia permanezca almacenado en obra durante más de seis meses, deberá volverse a ensayar antes de usarlo con el fin de comprobar que su calidad continua siendo satisfactoria. Las muestras representativas de estos lotes deberán envasarse y remitirse al laboratorio para su ensaye.

- C.15. Como requisito de calidad del producto, el envase que contenga el aditivo deberá contar con los datos necesarios para su identificación, que deberán ser entre otros:

Nombre del fabricante

Presentación (sólido, líquido o gas)

Número de lote

Contenido del envase

Fecha de fabricación

Fecha de caducidad

Instrucciones de empleo

Advertencias (de ser necesario)

Temperatura y tipo de almacenaje

La frase de "Hecho en México" o país de procedencia

- C.16. En la tabla 5 se muestran los aditivos utilizados en los concretos de alto comportamiento.

Tabla 5.-Aditivos utilizados en concreto de alto rendimiento

Característica que es modificada	Denominación del grupo	Fenómenos principales que genera o forma de actuar del mismo	Aditivo
Proceso de hidratación del cemento	Reductores del contenido de agua y/o modificadores de tiempo de fraguado y/o del desarrollo de resistencia	-Dispersión -Densificación -Acción tensoactiva (fenómenos de superficie) -Generación de nuevos productos durante el proceso de fraguado	Reductor de agua. Retardante. Acelerante. Reductor de agua y retardante. Reductor de agua y acelerante. Acelerante de resistencia con retardo en el fraguado Inicial. Súper-reductor de agua. Súper-reductor de agua y retardante.
Consistencia del concreto fresco	Plastificantes y Fluidizantes	Incremento del agua disponible para la mejor trabajabilidad del concreto	Reductor de agua con todas sus variantes. Super-reductor de agua con todas sus variantes.
		Reducción de la fricción intergranular	Inclisor de aire con sus variantes. Minerales finamente divididos.
	Plastificantes (exclusivamente)	Incremento de la viscosidad de la lechada	Resina emulsionada.
	Fluidizante (exclusivamente)	Reducción de la cohesión intergranular	Desinclisor de aire.
Desarrollo de resistencia sin interferir en la hidratación	Minerales finamente divididos con actividad física	Canalización en la formación del gel	Semilla de cristalización. Minerales catalizadores.
	Minerales finamente divididos con actividad química	Formación de productos a partir de la reacción entre los componentes del cemento y el aditivo	Puzolanas naturales. Cenizas volantes. Calizas con actividad para los aluminatos. Polvos para cementos de mampostería.
Adherencia entre concretos nuevo y viejo	Adhesivos de concretos nuevo y viejo	Anclaje de microcristales que forman el aditivo en los poros del concreto viejo	Estabilizador de volumen tipo metálico.
		Adherencia sobre la superficie total de la zona de contacto	Emulsión de polímeros orgánicos

(continúa)

Tabla 5. Aditivos utilizados en concreto de alto rendimiento

Característica que es modificada	Denominación del grupo	Fenómenos principales que genera o forma de actuar del mismo	Aditivo
Volumen del concreto	Estabilizadores de volumen	Formación de compuestos de mayor volumen que el original	Estabilizador de volumen de tipo metálico
		Reducción de contracción a consecuencia de bajar la relación agua/cemento	Estabilizador no metálico
	Expansores	Generación moderada de gas	Expansor Expansor y dispersante Expansor e impermeabilizante Integral
	Espumantes	Inclusión de fuertes volúmenes de aire	Agente espumante para "concreto celular"
	Inclusores	Inclusión de microburbujas	Inclusor con todas sus variantes
Contenido de aire	Desinclusores	Eliminación del exceso de aire adherido a ciertos agregados	Desinclusor
Inhiben el desarrollo de la vida	Esterilizadores	Inhiben el desarrollo de la vida que pudiera darse en la masa y/o en la superficie del concreto	Fungicidas Germicidas Insecticidas
Modifican su color natural	Colorantes	Integración de corpúsculos coloreados en la matriz del cemento y arena	Sales minerales Sales orgánicas
Incrementan la retención del agua en la pasta de cemento, que está sujeta a fuerzas que tienden a separarla	Auxiliares para el bombeo que actúan sobre la lechada	Incremento de la viscosidad de la lechada y reducción del sangrado	Reductores de agua Super-reductores de agua con acción retardante
	Auxiliares para el bombeo que actúan sobre el agregado	-Reducción de fricción intergranular -Compensación de las deficiencias de finos -Reducción en el sangrado -Incremento de cohesión	Polímeros orgánicos solubles en agua Floculantes orgánicos Emulsiones diversas Inclusores de aire Inclusores de aire en sus variantes no acelerantes
Reducen la expansión en el concreto endurecido	Generadores de resistencia a la acción de la congelación y el deshielo	Reducir permeabilidad y/o proporcionar cámaras de deformación	Inclusor de aire con sus variantes Impermeabilización integral y variante
	Generadores de resistencia a la reacción álcali-agregados	Reducir las condiciones favorables	Impermeabilizantes integrales Reductores de permeabilidad
		Regular la reacción por saturación de la misma	Puzolanas naturales Cenizas volantes
		Inhibir la reacción	Sales reactivas a los compuestos que intervienen
Generadores de resistencia a la acción de los sulfatos	Formar compuestos con el Ca (OH) ₂	Cenizas volantes	

Tabla 5.- Aditivos utilizados en concreto de alto rendimiento

Característica que es modificada	Denominación del grupo	Fenómenos principales que genera o forma de actuar del mismo	Aditivo
Reducen la disolución del cemento	Generadoras de resistencia a las reacciones ácido-hidróxido de calcio y ácido-aluminato	Formación de compuestos más resistentes que los originales	Puzolanas naturales. Cenizas volantes.
Reducción de corrosión del acero	Generadores de resistencia a la corrosión	Conservar alto pH	Aditivo para lechada cubriente de acero. Inclusión del aditivo en el concreto.
Comportamiento mecánico	Generadores de mayor resistencia a la compresión y tensión	Reducción de vacíos capilares a corto plazo	Superreductor de agua con todas sus variantes. Estabilizador de volumen de tipo metálico.
		Reducción de vacíos capilares a mediano plazo	Reductor de agua con sus variantes. Acelerante de resistencia con retardo de fraguado inicial
		Reducción de vacíos capilares a largo plazo	Cenizas votantes. Puzolanas naturales. Carbonatos con actividad química (físico). Silicatos con actividad química (físico).
	Generadores de mayor resistencia a la tensión	Incremento de cohesión de la pasta de cemento	Polímeros orgánicos solubles en agua.
		Incorporación de materiales resistentes a la tensión	Minerales fibrosos.
	Generadores de resistencia variable a la compresión y tensión	Con relación a la mezcla testigo, pueden reducir o aumentar los vacíos intergranulares o introducir nuevos compuestos de mayor o menor resistencia	Inclusores de aire. Oesinclusores de aire. Cementantes. Minerales Inertes finamente divididos.
	Reductores de la resistencia a la compresión y tensión	Formación de vacíos	Expansor. Espumante.
		Estimulación del fraguado del aluminato tricálcico	Tapafugas (sellador instantáneo). Acelerante para concreto lanzado.
		Fenómenos diversos que dependen del aditivo específico	Floculantes orgánicos. Emulsiones de diversos Materiales orgánicos.

(continúa)

Tabla 5.- Aditivos utilizado en concreto de alto rendimiento

Característica que es modificada	Denominación del grupo	Fenómenos principales que genera o forma de actuar del mismo	Aditivo
Reducción de la contracción plástica y de la pérdida de resistencia	Curadores	Reducir la pérdida de agua	Membrana de curado base solvente Membrana de curado base emulsión acuosa Membrana de curado base resina.
Textura	Retardantes de fraguado superficial para concreto arquitectónico	Retarda o inhibe el fraguado de la lechada	Retardante superficial para aplicación directa. Retardante superficial para aplicación sobre cimbra.
Incremento de la resistencia a la abrasión	Endurecedores de piso	Sustitución de agregado fino superficial por otro mas resistente	Endurecedor mineral. Endurecedor metálico.
		Transformación de hidróxido de calcio por otro material más resistente	Endurecedor químico.
Incremento de resistencias mecánica y química	Polímeros para saturación de concreto	Saturación	Polímeros no solubles en agua.
Velocidad de fraguado	Aceleradores de fraguado de alto rango	Estimulación del fraguado del aluminio tricálcico	Acelerante para concreto lanzado. Tapafugas o selladores Instantáneos.
Reducen el flujo capilar	Impermeabilizantes integrales	Inversión del flujo capilar (acción hidrófuga)	Hidrófugo. Hidrófugo e Includor de aire. Hidrófugo y expansor. Hidrófugo y dispersante. Hidrófugo y reductor de porosidad.
	Reductores de permeabilidad	Reducción de la sección de los conductos capilares y favorecen su segmentación	Reductor de agua con todas sus variantes. Súper-reductor de agua con su variante.
	Reductores de porosidad	Favorecen la formación en el interior del capilar de elementos que reducen el flujo y/o lo segmentan	Includores de aire Minerales finamente divididos (algunos). Estabilizador de volumen de tipo metálico Materiales orgánicos que forman microcristales.

(concluye)

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Para comprobar la calidad de los aditivos para concreto se deberán obtener muestras que representen los lotes almacenados ya sea en la bodega del fabricante o en obra, de acuerdo al muestreo especificado en la Norma NMX-Z-12 partes 1, 2 y 3, indicada en la cláusula B de Referencias.

Se considerará como lote toda la cantidad de un mismo producto de reciente elaboración que el fabricante almacene y ponga a disposición del Departamento, conforme a petición de éste o bien toda la cantidad de un mismo producto que se haya recibido en la misma fecha en la obra.

1. El personal designado deberá limitarse a muestrear la cantidad que interesa al Departamento, marcando claramente los envases que correspondan al lote de muestreo.

2. Clases de muestras

Deberán distinguirse dos clases de muestras: Las parciales y las compuestas. Las parciales serán las que se obtengan de un solo envase, seleccionado al azar y las compuestas serán las que resulten de combinar todas las pruebas parciales pertenecientes a un mismo lote.

2.2 Una muestra parcial deberá estar constituida de aproximadamente por 500 g de aditivo, si el producto es sólido (polvo o escamas) y de 500 cm³, si es líquido o de consistencia pastosa.

Deberá obtenerse una muestra parcial en uno de cada 50 envases, cuando más, pero debiendo obtenerse un mínimo de cinco muestras parciales en cada lote.

Una muestra compuesta deberá ser el resultado de la combinación de cinco o más muestras parciales según el tamaño del lote y la capacidad de los envases. La muestra compuesta será la que represente al lote muestreado y por lo tanto la que se someta a ensaye para comprobar si cumple con la calidad requerida.

En ningún caso una muestra compuesta deberá representar lotes mayores de 10000 litros si se trata de productos líquidos o de consistencia pastosa, ni mayores de 5000 kg si se trata de productos sólidos (polvo o escamas).

D.02. Muestreo de productos

Productos líquidos.- De acuerdo con el tamaño del lote y la capacidad de los envases, se deberá definir cuántos de éstos deberán seleccionarse para extraerles muestras parciales, a fin de cumplir con los requisitos de la norma NMX-Z-12/1,2,3, indicada en la cláusula B de Referencias. Una vez hecha la selección de los cinco o más envases representativos del lote, deberá procederse a revolver perfectamente su contenido con el objeto de homogeneizarlo, de manera que la muestra parcial que se extraiga de cada envase, lo represente satisfactoriamente.

Muestreo de productos en forma de pasta.- Al obtener la muestra parcial de los cinco o más envases seleccionados al azar como representativos del lote, deberá procurarse extraerlas de la zona central del recipiente, retirando la capa superior de su contenido y depositándola momentáneamente en otro recipiente a fin de descubrir el producto a la profundidad que se desee muestrear.

Muestreo de productos sólidos.- Para obtenerlas muestras parciales en este tipo de productos, generalmente presentados en polvo o escamas, siempre que sea posible deberá procurarse emplear tubos muestreadores como los recomendados para el muestreo del cemento; si ésto no es factible, se procederá como el muestreo efectuado en los productos de consistencia pastosa, y deberá obtenerse a una profundidad no menor de la tercera parte del recipiente.

El recipiente deberá ser de vidrio o plástico; si se usan recipientes metálicos, la muestra deberá colocarse previamente en una bolsa de polietileno grueso para evitar el contacto metálico directo del recipiente.

D.03. Identificación de muestras.- Todas las muestras de aditivos que se obtengan para comprobación de calidad, deberán identificarse plenamente mediante la aportación de los siguientes datos:

Marca comercial y clase de aditivos
Denominación del fabricante
Lugar y fecha de muestreo
Cantidad de aditivo representada por la muestra
Forma de presentación (tipo y capacidad de los envases)
Fecha de fabricación
Fecha de caducidad
Obra a que se destina el aditivo
Nombre del muestreador

Cuando la muestra se obtenga del fabricante y el envío del producto a la obra quede supeditado a los resultados de su ensaye, deberán marcarse exteriormente los envases con la finalidad de constatar la consistencia entre los lotes muestreados y el que se reciba en obra, en caso de ser aceptada. Así mismo con la muestra, deberán incluirse las instrucciones del fabricante para su preparación y empleo.

D.04. Para comprobar que los aditivos para concreto propuestos cumplen con los requisitos de calidad especificados, deberán aplicarse los métodos de prueba que a continuación se describen, excepto aquellos que a juicio del laboratorio puedan sustituirse con otros métodos de prueba cuyos resultados tengan la misma confiabilidad y aproximación:

ASTM-C-233 Método estándar de prueba de aditivos inclusores de aire para concreto.

ASTM-C-441 Método estándar para probar la efectividad de aditivos minerales para prevenir la expansión excesiva del concreto debido a la reacción álcali-agregado.

ASTM-C-494 Especificaciones estándar de aditivos químicos para concreto, selecciones 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17.

ASTM-C-618 Especificaciones tentativas para ceniza volante (fly ash) y puzolana natural, cruda o calcinada, para usarse en concreto de cemento pórtland.

ASTM-D-345 Método estándar de muestreo y ensaye de cloruro de calcio para aplicaciones en carreteras y estructuras.

CRD-C-079 Método de prueba para fluidez de mezclas inyectables (Cuerpo de Ingenieros del Ejército, E.U.A.).

CRD-C-589 Método de muestreo y ensaye de mezclas inyectables expansivas (Cuerpo de Ingenieros del Ejército, E U.A.).

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Cloruro de calcio.- Cuando se ensaye un lote de cloruro de calcio propuesto para usarse como acelerante para concreto, deberá rechazarse si:

Deja de cumplir con cualquiera de los requisitos de calidad especificados en este capítulo.

Se encuentra aglutinado o pegajoso dentro de los envases.

Rebasa su fecha de caducidad.

El peso o volumen promedio de 50 envases seleccionados al azar resulta menor que el indicado por el fabricante. (Si el lote consta de menos de 50 envases, deberá seleccionarse el promedio de todos).

E.02. Inclusores de aire.- Un aditivo inclusor de aire propuesto deberá rechazarse si:

Deja de cumplir con cualquiera de los requisitos de calidad especificados en este capítulo.

Con los subincisos a, b, y c del inciso E.01 anterior.

Produce un incremento mayor del 20% en el contenido del aire del concreto debiendo ser que no incluya aire. (Cuando se requiera que el aditivo incluya aire y se produzca un contenido mayor del necesario usando la dosificación propuesta por el fabricante, podrá aceptarse si al disminuir la dosificación se obtienen todos los requisitos especificados en su clase).

E.03. Puzolanas.- Cualquier clase de material puzolánico propuesto para usarse como aditivo de concreto deberá ser rechazado si:

Deja de cumplir con cualquiera de los requisitos de calidad que deban aplicarse, de acuerdo con su clase, conforme a las especificaciones contenidas en este capítulo.

El peso promedio de 50 envases seleccionados al azar dentro del lote, resulta menor que el establecido por el fabricante.

É.04. Reductores de expansión álcali-agregados.- Cuando se proponga utilizar un material puzolánico como aditivo de concreto con el propósito específico de inhibir la reacción de los álcalis del cemento con los agregados, deberá ser motivo de rechazo si:

No reduce la expansión deletérea en la proporción mínima especificada en la tabla 3 de requisitos físicos establecida para materiales puzolánicos, como se indica en este capítulo.

El peso promedio de 50 envases seleccionados al azar dentro del lote resulta menor que el establecido por el fabricante.

E.05. Estabilizadores de volumen.- Los aditivos que se propongan para estabilizar el volumen de lechadas, morteros o concretos deberán rechazarse si:

No satisfacen cualquiera de los requisitos especificados para este tipo de productos en este capítulo.

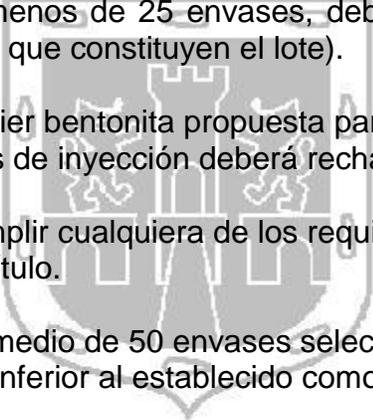
Ha transcurrido la fecha de caducidad.

El peso promedio de 25 envases seleccionados al azar dentro del lote, resulta menor que el establecido por el fabricante. (Si el lote consta de menos de 25 envases, deberá considerarse el promedio de todos los que constituyen el lote).

E.06. Bentonitas.- Cualquier bentonita propuesta para usarse como, aditivo de lechadas o morteros de inyección deberá rechazarse si:

Deja de cumplir cualquiera de los requisitos de calidad especificados en este capítulo.

El peso promedio de 50 envases seleccionados al azar dentro del lote resulta inferior al establecido como normal por el fabricante.



CIUDAD DE MÉXICO



LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 051 BARRAS Y PERFILES DE FIBRA DE VIDRIO Y
RESINAS EPÓXICAS

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Producto. resultante de la unión de fibra de vidrio, resinas epóxicas, y endurecedores especiales, obtenido mediante el proceso de pultrusión, para obtener barras y perfiles con dimensiones y características definidas de antemano.

Pultrusión. es la tracción continua de los filamentos de fibra de vidrio que pasan por un baño de resina y de allí a la boquilla, en la que se lleva a cabo el fraguado (polimerización) y la formación geométrica de la sección transversal de la barra o perfil en cuestión.

Fibra de vidrio. Material formado por filamentos de dióxido de silicio que proveen alta resistencia a la tensión.

Resina epóxica. Polímero termoestable que se endurece al mezclarse con un catalizador para ese fin. Las resinas de mayor uso son producto de la reacción entre epiclohidrina y bisfenol.

Tanto las barras como los perfiles tienen las mismas características en su composición.

A.02. De acuerdo al uso a que se destinan, se clasifican en:

Elementos mecánicos (utilizados en servomecanismos)

Elementos eléctricos (utilizados en aisladores y otros)

Elementos químicos (utilizados en probetas, reactores, etc.)

Elementos constructivos (utilizados en estructuras)

A.03. El objeto de este capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad en la fabricación de las barras y perfiles de fibra de vidrio y resinas epóxicas que se emplearán en las obras e instalaciones a cargo de la Administración Pública de la Ciudad de México

REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. Este capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	NORMA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Métodos para empacar, marcar y cargar productos de acero para embarque.	NMX-B-473	S. ECONOMÍA
Varilla corrugada de acero para refuerzo de concreto. Especificaciones y métodos de prueba	NMX-B-506	CANACERO
Resinas epóxicas. Determinación del contenido epóxico	NMX-U-048	SECOFI
Resistencia de los plásticos a los reactivos químicos. Método de prueba	NMX-E-032	CNCP
Rigidez dieléctrica	D-149	ASTM
Resistencia a la tensión longitudinal y módulo elástico	B.2. D-3916	ACI 440.3R ASTM
Adherencia	B.3. A-944	ACI 440.3R ASTM
Resistencia al cortante	B.4. D-2344	ACI 440.3R ASTM
	D-3846	ASTM
	D-4475	ASTM
	D-5379	ASTM
	D-5379	ASTM
Anclaje	B.10.	ACI 440.3R
Tensión en barras flexionadas	B.11.	ACI 440.3R
Propiedades de la flexión	D-790	ASTM
	D-4476	ASTM
Coeficiente de expansión térmico	E-831	ASTM
	D-696	ASTM

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. El fabricante debe:

- a.- Implementar métodos de fabricación con los recursos necesarios que le permitan asegurar la calidad del producto.
- b.- Establecer y mantener en operación un sistema de identificación y de seguimiento de los productos y elementos constitutivos en cada una de las etapas relacionadas con la producción, la verificación y la entrega.
- c. Garantizar el seguimiento de las operaciones en los productos o elementos constitutivos, para encontrar fácilmente el historial de los datos correspondientes, relacionados entre ellos mismos y atribuirlos con certeza a los productos concernientes (trazabilidad). Este seguimiento debe involucrar:

-Al origen de las materias primas, al método de elaboración de los productos y al cumplimiento de las obligaciones contractuales.

2.-A las operaciones de transformación y de tratamiento.

3.-A las comprobaciones de requisitos de calidad establecidos.

- d. Aplicar el procedimiento de aseguramiento de calidad definido por la NMX-CC-004 relativo al modelo para el aseguramiento de la calidad en producción e instalación y por la NMX-CC-005 relativa al modelo para el aseguramiento de la calidad, en verificación y pruebas finales y/o las normas francesas NF-X-50-132 y 133 similares, a menos que el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México indique que deben observarse otras normas. Este procedimiento se debe aplicar solamente en el caso de que el fabricante haya obtenido una certificación de aseguramiento de la calidad y la habilitación correspondiente por parte de un organismo oficial; en este caso, el fabricante debe entregar al representante de la Administración Pública de la Ciudad de México el manual de calidad, los pliegos relativos tanto a la calidad como a las verificaciones y pruebas que permitan corroborar la aplicación de las prescripciones de este capítulo.

- C.02. El representante de la Administración Pública de la Ciudad de México después de la revisión de los documentos presentados, puede auditar en el establecimiento del fabricante, si éste fuera necesario, para verificar los procedimientos y los medios de control en el curso de fabricación de las barras y perfiles de fibra de vidrio y resinas epóxicas; así mismo debe proporcionársele las facilidades para

observar las pruebas y sus resultados.

C.03. En el caso de que el fabricante demuestre de manera clara y precisa que la calidad del producto está sujeta al cumplimiento de las normas de calidad correspondientes, el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México puede autorizarle a proceder por sí solo a la verificación de sus productos, no obstante, el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México se reserva el derecho de ejercer una vigilancia antes, durante y después del proceso productivo de la siguiente manera:

a. Por muestreo y pruebas en el transcurso de la fabricación.

b. Por inspecciones y auditorias parciales para cerciorarse de la efectiva aplicación de las normas y obligaciones contractuales, particularmente en el caso de una interrupción duradera en el proceso de fabricación.

C.04. En caso de haber discrepancias significativas observadas respecto a los procedimientos homologados y no corregidos, el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México puede suspender la aplicación del procedimiento de aseguramiento de la calidad y volver a efectuar las verificaciones directas mencionadas en este capítulo.

C.05. Las características de las barras y perfiles de fibra de vidrio y resinas epóxicas, deben cumplir con las normas ISO 1642 y/o la norma francesa NF-C-26-151 para la categoría Vm EMI; enunciadas en la cláusula B de Referencias. No obstante, el fabricante puede proponer a la aprobación y a juicio del representante de la Administración Pública de la Ciudad de México, un material de composición diferente; éste material se admitirá, si cumple con las condiciones impuestas en este capítulo.

C.06. Las piezas de fibra de vidrio y resinas epóxicas se pueden elaborar ya sea por moldeado o por maquinado, a partir de material en bloque o en plancha.

C.07. Las resinas epóxicas para lo especificado en este capítulo deben ser:

a. De la familia bisfenol A y epiclorhidrina, aunque pueden ser utilizadas otro tipo de resinas epóxicas, si se obtiene como resultado un incremento en las propiedades del producto terminado.

b.-Las fibras de vidrio del tipo "E" que sirven de refuerzo a lo largo de los perfiles, deben ser de filamento continuo.

c.-Los endurecedores deben permitir la polimerización termofija por adición y no por condensación.

C.08. Antes de iniciar la producción, el proveedor o fabricante debe presentar para aprobación del representante de la Administración Pública de la Ciudad de México, las especificaciones con las indicaciones de los detalles constructivos dejados a la iniciativa del fabricante, quien las debe tomar en cuenta para sus cálculos y la capacidad mecánica de, de cada pieza. Después de la aprobación, el fabricante debe entregar al representante de la Administración Pública de la Ciudad de México un documento de certificación del producto.

C.09. Previamente a cualquier elaboración de piezas de fibra de vidrio y resinas epóxicas, el fabricante debe entregar al representante de la Administración Pública de la Ciudad de México muestras de las materias primas así como los resultados de las pruebas. Según estos resultados y los controles complementarios eventuales de las muestras, se aprobará o no el material. Esta aprobación tiene la única finalidad de autorizar el principio de fabricación y no comprometerá en nada al representante de la Administración Pública de la Ciudad de México respecto a la recepción de las piezas terminadas, ya que éstas se aceptarán en caso de que cumplan con los requisitos del presente capítulo.

C.10. Las piezas de fibra de vidrio y resinas epóxicas deben fabricarse de acuerdo con los términos establecidos en el contrato aprobados por el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México; y la conformación geométrica de su sección transversal debe hacerse mediante la polimerización en el molde de pultrusión, en caliente, bajo tracción continua y con un sistema de orientación tridimensional del producto formado.

C.11. Cuando se trate de que el proveedor deba entregar al representante de la Administración Pública de la Ciudad de México, piezas de fibra de vidrio y resinas epóxicas, con características especiales, tales como aislamiento, resistencia térmica, etc., el fabricante debe respetar las especificaciones marcadas en planos o cualquier otro documento legal; a no ser que sugerencias hechas por el fabricante y demostradas mediante resultados de pruebas, beneficien al proyecto.

C.12. De acuerdo con lo señalado en el subinciso A.01. de este capítulo, los perfiles de fibra de vidrio y resinas epóxicas que el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México podrá solicitar al proveedor entre otros serán:

Ángulos

Barras cuadradas

Barras redondas (maciza, anular)

Soleras

Varillas corrugadas (maciza, anular)

Aquellos perfiles especiales que el proyecto indique en sus especificaciones.

C.13. Durante el transcurso de la producción, el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México debe tener libre acceso a las zonas de la planta en donde se fabriquen las piezas de fibra de vidrio y resinas epóxicas y proceder a cualquier verificación que juzgue necesaria.

C.14. El conjunto de resinas epóxicas especiales, los endurecedores especiales y el proceso de polimerización, deben dar como resultado polímeros tridimensionales de alta adhesividad sobre la fibra de vidrio, adherencia al concreto hidráulico, un material sólido con altas resistencias mecánicas a la fatiga, a los agentes corrosivos, a vibraciones, variaciones bruscas de temperatura, a radiaciones gamma, además resistentes a insectos, roedores, moho, así mismo deben ser aislantes eléctricos.

C.15. Independientemente del perfil de que trate, pero fabricado con fibra de vidrio y resinas epóxicas, debe cumplir con lo siguiente:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Contenido en masa de fibra de vidrio | 75 a 80 % |
| 2. Contenido de resinas epóxicas y endurecedor (matriz) | 20 a 25% |

3. Características mecánicas:

3.1. Perpendicular a la longitud de la fibra de vidrio	
3.1.1. Resistencia a la flexión	000 a 13 000 kg/cm ² (980 a 1,275 MPa)
3.1.2. Módulo de elasticidad a la flexión	4,5 x 10 ⁶ a 5,5 x 10 ⁶ kg/cm ² (44 130 a 53 936 MPa)
3.1.3. Resistencia al corte	500 a 2 500 kg/cm ² (147 a 245 MPa)
3.1.4. Resistencia a la compresión	000 a 6 000 kg/cm ² (294 a 588 MPa)
3.2. Coaxial a la longitud de la fibra	
3.2.1. Resistencia a la tracción mínimo	8 000 kg/cm ² (784 MPa)
3.3. Resistencia a la fatiga mecánica	1 000 000 ciclos al 30% de la carga de la ruptura a la flexión
3.4. Resistencia a la vibración	Al estar flexionado absorbe la energía, al mismo tiempo que la disipa
3.5. Resistencia a la cavitación	Muy alta
3.6. Resistencia al impacto	Mayor de 50 joules/cm ²

4. Propiedades físicas y químicas:

Densidad	1,63 a 2,28 g/cm ³
Absorción de agua	0,01 a 0,07%
Temperatura de deflexión	185 a 483 K (210 °C)
Resistencia a calor continuo	Sin deformación 24 horas a 403 K (130 °C) ni fisuración
Resistencia a radiaciones	Hasta 100 mega radiaciones cambia su coloración

Resistencia a los agentes corrosivos tales como: aguas negras, salmuera, sosa cáustica, calhidra, concreto, ácidos diluidos,

agua de mar, potasa, cobre, álcalis, ácido muriático, solventes asfálticos, gasolina, diesel, aceite, grasas, sales, etc. 5. Características eléctricas:

Muy alta

5.1 Resistividad

10 ohm-cm a 1 000 V

5.2 Burbujas

No tiene material apropiado para aislar alta tensión hasta 430 kV

5.3 Constante dieléctrica

5 a 5,5

5.4 Resistencia a la fatiga dieléctrica

Muy alta

5.5 Rigidez dieléctrica. Usando electrodos planos, las probetas y su rigidez dieléctrica serán como aquí se señalan a menos que el fabricante demuestre mediante resultados de pruebas, que pueden ser diferentes y que a la vez mejora lo especificado por el departamento:

5.5.1 Probeta 3 mm de espesor

25 a 30 kV/mm

5.5.2. Probeta 10 mm de espesor:

5.5.2.1 Teórico

136 a 164 kV/cm

5.5.2.2 Práctico

100 kV/cm

C.16. Como requisito de calidad en la producción de las barras y perfiles especificados en este capítulo, debe observarse lo siguiente:

- a. Durante el proceso de fabricación de las barras y los perfiles de fibra de vidrio y resinas epóxicas, no deben usarse agentes desmoldantes internos o externos.
- b. En el proceso de pultrusión, no se debe permitir el uso de líquidos inertes, así como cargas sólidas.
- c. No se deben aceptar barras o perfiles cuando se haya utilizado resina poliéster insaturada, así como las conocidas como vinil éster.
- d. Cualquier aditivo que se deba emplear para la fabricación de las barras y los perfiles, debe ser probado y con base en los resultados podrá ser utilizado su uso.
- e. Cuando se trate de perfiles cuya longitud rebase la longitud del vehículo de transporte, debe considerarse la posibilidad de trasladar la maquinaria y equipo

de fábrica al sitio de la obra y que la fabricación de los perfiles sea in situ.

C.17. Para fines de comparación, en las tablas 1 y 2 siguientes, se muestran los límites de fluencia mínimos y resistencia a la tensión de las varillas de acero y de las barras de fibra de vidrio y resinas epóxicas.

TABLA 1.- Varilla corrugada para refuerzo de concreto hidráulico.

Tipo de varilla	Límite de fluencia mínimo	Resistencia a la tensión
Grado 30	294 MPa (3 000 kg/cm ²)	490 MPa (5 000 kg/cm ²)
Grado 42	414 MPa (4 220 kg/cm ²)	620 MPa (6 330 kg/cm ²)

TABLA 2.- Barras a base de fibra de vidrio y resinas epóxicas

Tipo de barra	Límite de fluencia mínimo	Resistencia a la tensión
Con o sin corrugación	No presenta límite	784 MPa (8 000 kg/cm ²)

C.18. En la Tabla 3, se muestran para comparación, algunas de las características mecánicas de las varillas de acero y las barras y perfiles de resinas epóxicas

Características	Acero	Barras y perfiles de resinas epóxicas
Límite de resistencia tensión MPa (kg/cm ²)	411 (4 200)	784 (8 000)
Alargamiento relativo (%)	14	2,2
Módulo de elasticidad MPa (kg/cm ²)	195 886 (2 000 000)	48 972 (500 000)
Límite de resistencia a compresión MPa (kg/cm ²)	411 (4 200)	294 (3 000)
Límite de resistencia al cortante MPa (kg/cm ²)	232 (2 370)	147 (1 500)
Longitud (m)	12	Según especificación
Diámetro (mm)	9,5 a 38	Según especificación

NOTA.- Los datos contenidos en la Tabla 3, fueron tomados del Documento de Idoneidad Técnica, emitida por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción (ONNCCE).

C.19. Con relación a los requisitos de embalaje y etiquetado, se debe cumplir con lo siguiente:

El fabricante y el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México deben acordar el tipo de embalaje para proteger a los perfiles, número de piezas, calidad, dimensiones, etc.

Tratándose de barras, el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México-fabricante pueden acordar (y dependiendo del diámetro) formar rollos para facilitar su transportación.

De manera visible, ya sea por medio de tarjetas debidamente adheridas a rollos o en cajas, el proveedor o fabricante debe colocar los siguientes datos:

Nombre del fabricante

Marca o nombre del producto

Especificación del perfil

Dimensiones

Número de piezas

Peso

Número de estibas (en su caso)

Lote número de fabricación

Características del ambiente del almacén

10 Fecha de fabricación

La frase "Hecho en México" o lugar de procedencia

CIUDAD DE MÉXICO

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El muestreo debe realizarse de común acuerdo entre proveedor o fabricante y el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México, y puede aplicarse lo señalado en la NMX-Z-12-1, 2 y 3. Además considerar lo siguiente:

Las piezas deben ser presentadas para su recepción en lotes con el número de piezas preestablecido, totalmente terminadas, de un mismo tipo de sección transversal, de un mismo lote de fabricación y de un mismo lote de resina.

Al suministrar cada lote de elementos, el proveedor debe entregar un certificado de conformidad de las características del material de las piezas con respecto a lo que se solicitó para su aprobación, se debe indicar así mismo la naturaleza y el número de lote de la resina.

Las pruebas de recepción se deben hacer ante el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México y el proveedor debe poner a disposición del agente el personal necesario, las herramientas, los dispositivos de medición, los escantillones y todo lo demás que sea necesario para realizar las pruebas.

- E.02. Las probetas por ensayar se deben sacar de las piezas brutas con longitud establecido en las normas indicadas en la cláusula B de Referencias; el costo de estas piezas debe ser con cargo al proveedor. En el caso de que las características del material empleado en los perfiles de fibra de vidrio y resinas epóxicas, se juzguen insuficientes, el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México podrá requerir la confección de las probetas en las piezas terminadas, las cuales se elegirán al azar (2 perfiles) de un lote de elementos por presentar.
- E.03. Cada probeta se debe recortar de tal manera que guarde intacta una de las superficies de las muestras.
- E.04. Previamente a las pruebas de absorción de agua y de resistividad, las probetas se deben maquinar con un dispositivo mecánico que las despojen de cualquier barniz superficial.
- E.05. En los perfiles elegidos para las probetas, el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México debe anotar una marca o sello que indique el tipo de sección transversal del producto, el número del lote y la naturaleza del material, también debe llevar la marca del fabricante y la fecha de fabricación.
- E.06. En cada probeta que se obtenga de las barras o los perfiles seleccionados como muestras, debe anotarse la marca convencional y el sello del Gobierno de la Ciudad de México.
- E.07. Después de haber obtenido las probetas para la prueba, el recorte de la muestra tomada debe ser conservada con una marca respectiva para construir una muestra testigo que permitirá recortar nuevas probetas en caso de ser requeridas.
- E.08. La naturaleza, la cantidad de pruebas y los resultados requeridos deben ser indicados por escrito por el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México.
- E.09. Además de las pruebas indicadas en las normas señaladas en la Cláusula B

de Referencias de este capítulo, el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México debe solicitar al proveedor o fabricante que se realicen las siguientes pruebas a las barras y los perfiles de fibra de vidrio y resinas epóxicas:

a. Pruebas mecánicas de:

Tracción

Flexión

2.1 Prueba de resistencia a la flexión sometida a variaciones de temperatura

Prueba de resistencia a la flexión después de envejecimiento acelerado

Absorción de agua (porosidad)

Prueba eléctrica de:

Resistividad transversal y superficial antes del mojado

Resistividad transversal y superficial después del mojado

Rigidez dieléctrica transversal

Resistencia total del aislamiento después de la inmersión en agua durante 48 horas (en piezas terminadas)

Pruebas térmicas de:

Autoextinguibilidad

Prueba de envejecimiento acelerado.

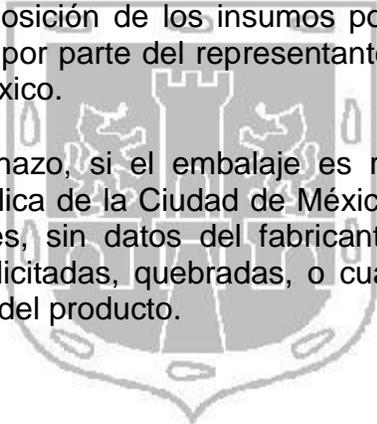
E.10. Las condiciones de prueba definidas por las normas francesas (AFNOR, cuando se trate de planchuelas para vías ferroviarias o Metro), pueden ser reemplazadas previo acuerdo con el representante de la Administración Pública de la Ciudad de México por las definidas por otras normas que sean consideradas similares (Normas ASTM por ejemplo) o por las recomendaciones ISO.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. A menos que se especifique en el documento contractual texto diferente, cualquier rechazo basado en pruebas efectuadas conforme a lo indicado en la Cláusula D debe informarse al fabricante dentro de los 30 días naturales

siguientes de realizada dicha prueba.

- F.02. El material que muestre defectos posteriores a su aceptación en la fábrica, debe rechazarse, retirarse o separarse para no ser utilizado en la obra y notificarse al fabricante de esta instrucción.
- F.03. Cualquier rechazo de material fibra de vidrio y resinas epóxicas basado en este capítulo, debe hacerse con el material en la condición tal como fue recibido, es decir, sin ningún proceso o habilitado.
- F.04. No se deben aceptar las barras o perfiles cuando en su proceso se hayan utilizado resina poliéster insaturada o resina vinil éster, agentes desmoldantes internos o externos tales como agua, solventes, líquidos y sólidos de bajo punto de fusión, no reactantes, reactantes monofuncionales, silicones, isocianatos, poliuretanos.
- F.05. Es motivo de rechazo de las barras y los perfiles cuando durante el proceso de fabricación se hayan utilizado líquidos no reactantes, cargas sólidas (dentro de la composición de los insumos por pultrusión), excepto cuando medie autorización por parte del representante de la Administración Pública de la Ciudad de México.
- F.06. Es motivo de rechazo, si el embalaje es recibido en el almacén de la Administración Pública de la Ciudad de México roto, manchado, destapado, con piezas faltantes, sin datos del fabricante, datos incompletos, piezas diferentes a las solicitadas, quebradas, o cualquier otra característica que demerite la calidad del producto.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 052 MATERIALES PARA REFUERZO DE SUELOS

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.

A.01.- Conjunto de elementos verticales (prefabricados de concreto) y horizontales (soleras de acero) unidos estos últimos a los primeros, y esparcidos en planos horizontales y verticales, según se van colocando y compactando capas de tierra que sirven para formar un terraplén.

Los prefabricados de concreto vertical ayudan tanto a proteger el terraplén de agentes externos como a eliminar taludes para conformar un terraplén con talud vertical.

Las soleras horizontales sirven para absorber esfuerzos de empuje generados por el suelo en el talud, así como para incrementar su capacidad de resistencia a esfuerzos cortantes.

A.02.- Los materiales para refuerzo de suelos se clasifican de acuerdo a su función en:

a.- Elementos para protección: Placas de concreto armado prefabricado

b.- Elementos para el refuerzo de suelos: Soleras de acero galvanizado

c- Accesorios:

Materiales para sellado de juntas en placas de concreto precolado.

Piezas para fijación de soleras, tales como arranques, tornillos y tuercas, así mismo de acero galvanizado.

Horquillas para izaje de los elementos precolados

B.- REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Materiales para Refuerzo de Suelos y que son tratados en otros capítulos de estas u otras normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas y Bases de Aceptación, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Agregados pétreos	4.01.01.004	G.D.F.
Cementantes hidráulicos	4.01.01.013	G.D.F.
Acero de refuerzo para concreto	4.01.01.014	G.D.F.
Acero estructural	4.01.01.015	G.D.F.
Agua para mezclas	4.01.01.018	G.D.F.
Concreto hidráulico	4.01.02.003	G.D.F.
Aditivos para concreto hidráulico	4.01.02.004	G.D.F.
Prefabricados arquitectónicos	4.01.02.043	G.D.F.
Barras y perfiles de fibra de vidrio y resinas epóxicas	4.01.01.051	G.D.F.
Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto	NMX-B-6	SECOFIN
Lámina de acero galvanizada por el proceso de inmersión en caliente para uso estructural	NMX-B-66	SECOFIN
Requisitos generales para planchas, perfiles, tablaestacas y barras de acero laminado en caliente para uso estructural	NMX-B-252	SECOFIN
Acero estructural	NMX-B-254	SECOFIN
Métodos de prueba a la tensión para productos de acero	NMX-B-310	SECOFIN
Varillas corrugadas de acero de baja aleación, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto	NMX-B-457	SECOFIN

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Determinación de la contracción por secado de los ladrillos, tabiques y tabicones de concreto	NMX-C-024	SECOFIN
Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto. Determinación de la absorción de agua	NMX-C-037	SECOFIN
Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto	NMX-C-083	SECOFIN
Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto	NMX-C-160	SECOFIN
Método de prueba para determinar la masa del recubrimiento de zinc en artículos de hierro o acero galvanizado	NMX-H-14	SECOFIN
Tornillos de alta resistencia para uniones de acero estructural	NMX-H-123	SECOFIN
Tornillo exagonal pesado para uso estructural	NMX-H-151	SECOFIN
Métodos de muestreo y pruebas para la inspección por atributos	NMX-Z-12/1,2 y 3	SECOFIN

C- REQUISITOS DE CALIDAD.

C.01. Placas de concreto prefabricado.

Serán de formas geométricas uniformes y simétricas, con las dimensiones que determine el proyecto, con espesor mínimo de 14 cm.

La superficie exterior será de acabado aparente, con el color y textura que se indique en el proyecto

Se acoplarán entre sí mediante juntas machihembradas, debidamente reforzadas, de manera de formar ya colocadas una superficie continua

Se elaborarán con concreto hidráulico con resistencia mínima a la compresión $f_c' = 250 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días posteriores a su elaboración, y con agregados pétreos de tamaño máximo de 20 mm.

Se armará con varilla de refuerzo corrugada, para absorber los esfuerzos por temperatura.

Llevará anclados los arranques de acero galvanizado para fijación de las soleras de refuerzo, así como las horquillas de izaje hechas con varilla de refuerzo; ambos elementos, con las dimensiones, distribución y separación que indique el proyecto.

En su caso, se ahogarán en el concreto, en la posición que señale el proyecto, las piezas auxiliares de fijación del machihembrado, como puede ser un conjunto barra-tubo.

C.02. Las armaduras de refuerzo del suelo consistirán en soleras de acero tipo estructural galvanizado en caliente, de sección rectangular y de acabado estriado. Tendrán la resistencia y las dimensiones que señale el proyecto y estarán perforadas en uno de sus extremos para insertar los tornillos que la fijarán al arranque anclado en la placa de concreto prefabricada.

C.03. Las tuercas y tornillos serán de alta resistencia para uniones de uso estructural, galvanizadas en caliente para evitar la corrosión.

C.04. Las uniones de las placas prefabricadas quedarán separadas por juntas horizontales y verticales, para absorber posibles asentamientos diferenciales o deformaciones, las cuales serán de neopreno, poliuretano, corcho, u otro material apropiado.

C.05. Fabricación

Los métodos de fabricación de los elementos prefabricados y del proceso de galvanizado de las piezas estructurales de acero, quedan a libre arbitrio de los proveedores y/ contratistas, pero deben proporcionar al Gobierno del D.F. en caso de requerirlo, los procedimientos de fabricación a utilizar y permitir el acceso del personal que señale el Gobierno del D.F. para revisar y constatar cualquier etapa del proceso y la forma de llevar a cabo la verificación de la calidad

En general y para todos los casos, el proceso de fabricación de los elementos prefabricadas de concreto se sujetará a lo señalado en el capítulo 4.01.02 003 de estas Normas y en cuanto a su curado, a lo indicado en la norma NMX-C- 1 60, con objeto de tener en dichas piezas resistencia uniforme, superficies lisas y sin grietas, evitar porosidades indeseables y ablandamientos en las esquinas.

Antes de entrar formalmente al proceso de producción, deberán prepararse muestras de ensayo con diversas proporciones de ingredientes, especialmente en lo referente a pigmentos, cuando así se requiera, hasta obtener los resultados requeridos

El galvanizado de las piezas de acero, deberá realizarse en caliente, según lo indica la norma NMX-B-066.

C.06. Producto terminado

Placas de concreto prefabricadas

En las placas prefabricadas de concreto no se aceptan grietas, desportilladuras, ampollas u otros defectos que alteren su resistencia a la compresión y/o su apariencia en lo particular o en el muro ya terminado.

La forma y dimensiones serán las que en su proceso tenga determinado el fabricante y las haya aceptado el Gobierno del D.F. o las que haya establecido éste en el pedido o proyecto. La colocación y distribución de las piezas de arranque y de las horquillas de izaje serán las indicadas en el proyecto.

La resistencia mínima del concreto a la ruptura en compresión será de $f_c' = 250 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días posteriores a su elaboración

Soleras y accesorios de acero galvanizado

La superficie galvanizada será homogénea, libre de óxido y de poros internos y externos, así como de materias extrañas y escoria. Tendrán las dimensiones especificadas en el proyecto.

La resistencia mínima a la tensión será la especificada en el proyecto.

Juntas. El material destinado a las juntas entre las placas prefabricadas, será el especificado en el proyecto, cortado de acuerdo a las dimensiones indicadas en el mismo.

C.07. Identificación, manejo y almacenamiento.

Identificación. El fabricante o proveedor deberá entregar las piezas para refuerzo de suelos, con los siguientes datos mínimos:

Placas prefabricadas de concreto. Cada placa debe llevar marcada por su cara interna, de manera indeleble:

Nombre del fabricante, siglas o logotipo.

Módulo y/o clave para identificación y colocación, incluidas sus dimensiones.

Fecha de fabricación.

Soleras. Los paquetes deben llevar adherida una etiqueta con los siguientes datos mínimos:

Nombre del fabricante, siglas o logotipo.

Clave para identificación y colocación, incluidas dimensiones
Número de piezas del paquete

Lote

Leyenda "Hecho en México" o en su caso, país de procedencia

Los tornillos y tuercas se empacarán en bolsas o cajas, debidamente selladas, a las cuales se debe adherir una etiqueta con los siguientes datos mínimos:

Nombre del fabricante, siglas o logotipo

Clave para identificación y colocación, incluyendo dimensiones

Número de piezas del paquete

Lote

Leyenda "Hecho en México" o en su caso, país de procedencia

Manejo

Las piezas deben ser entregadas en el sitio de la obra o en el lugar que señale el Gobierno del D.F., utilizando el medio de transporte apropiado.

Almacenamiento

El almacenamiento de las placas prefabricadas se hará en estibas, colocadas en posición horizontal y los arranques hacia arriba, evitando apoyar la placa superior directamente sobre los arranques de la inferior, para evitar su deterioro. Las estibas no deberán tener en altura más de seis placas.

Los paquetes de soleras de acero galvanizado serán almacenados individualmente, evitando colocarlos directamente sobre el piso y agrupados preferentemente de acuerdo a sus longitudes.

Los paquetes de tuercas y tornillos deben almacenarse en lugares cerrados para evitar su pérdida.

D.-MUESTREO Y PRUEBAS.

D.01.Muestreo. Entre el proveedor y el Gobierno del Distrito Federal se establecerán los procedimientos para la realización del muestreo de los lotes de los diversos elementos para refuerzo de suelos, pero tomando en consideración lo siguiente:

La cantidad de muestras para la prueba de compresión del concreto fresco usado para la construcción de las placas serán como mínimo tres cilindros por cada seis metros cúbicos o fracción.

El muestreo para las pruebas que determinen las características del acero, se efectuará según lo señalado en la cláusula D Muestreo y Pruebas del capítulo 4.01.01.015 Acero Estructural de estas Normas, citado en la cláusula 8 de Referencias,

Salvo que el proveedor y/o el Gobierno del Distrito Federal indiquen otra

disposición en lo no previsto, el muestreo se llevará a cabo conforme a lo señalado en la norma NMX-Z-12 en sus partes 1,2 y 3, citada en la cláusula B de Referencias.

D.02. Pruebas

Las pruebas a las que se someterán las placas prefabricadas de concreto convertidas en especímenes, serán:

En el proceso de fabricación:

- 1.1. La resistencia a la fuerza de compresión del concreto fresco se determinará de acuerdo con el método propuesto en la norma NMX-C-083. A esta prueba se someterán todos los especímenes de las muestras seleccionadas.

A las placas terminadas, se verificarán:

- 2.1. Color, textura y acabado. La prueba se efectuará de manera visual a todas las piezas de la muestra.
- 2.2. Dimensiones. Se medirán cada una de las longitudes de las placas, mediante un instrumento con precisión de un milímetro (el instrumento será de marca reconocida y certificado por un organismo de certificación). A esta prueba se someterán todas las piezas de la muestra.

- b. Las pruebas a que se someterán las soleras, arranques y tornillería convertidos en especímenes serán:

Determinación de la masa de recubrimiento de zinc. Se efectuará de acuerdo a la norma NMX-H-14 a todas las piezas que constituyen la muestra.

Resistencia a la tensión. Se efectuará a todas las piezas que constituyan la muestra, de acuerdo a los métodos fijados en la norma NMX-B-310

Acabado. Prueba que se efectuará de manera visual.

Dimensiones. Se medirán cada una de las longitudes de las piezas, mediante un instrumento con precisión de un milímetro (el instrumento será de marca reconocida y certificado por un organismo de certificación). A esta prueba se someterán todas las piezas de la muestra.

BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Los productos terminados que no cumplan con las características indicadas en la cláusula C de este capítulo, pero se aceptan las siguientes tolerancias:

a. Placas prefabricadas de concreto

- 1.- La resistencia a la ruptura por compresión del concreto tendrá una variante no limitada en más, pero no se aceptan piezas fabricadas con concretos cuya resistencia sea menor a $f_c' = 250 \text{ kg/cm}^2$.
- 2.- El color, la textura y el acabado. Se aceptarán si cumplen con las pruebas testigo que se hayan establecido. En caso de no haber testigos, se sujetará a lo estipulado en el pedido, solicitud o proyecto.
- 3.- Dimensiones. Las tolerancias para las dimensiones de las piezas respecto de las señaladas en el proyecto no serán en más o en menos del 0,5 % de las nominales establecidas en el proyecto para largos, anchos y espesores.

Soleras, arranques y tornillería de acero galvanizado.

La capa de recubrimiento galvanizado no será menor al 10 % de la establecida en el proyecto. El límite superior es ilimitado.

La resistencia a la tensión tendrá una variante no limitada en más, pero no se aceptan piezas con resistencia menor a la especificada en el proyecto.

Acabado. Se aceptarán si están exentas de porosidades, rugosidades o contienen materias extrañas.

Dimensiones. Las tolerancias para las dimensiones de las soleras respecto de las señaladas en el proyecto no serán en menos del 1 % de las nominales establecidas en el proyecto para largos, anchos y espesores. En más, ilimitada para anchos y espesores; en longitud, sujeta a no exceder el ancho del terraplén.

Respecto a las dimensiones de la tornillería y arranques, se aceptarán si no exceden en más o en menos 0,5 % de las dimensiones nominales.

E.02. Los productos para reforzar suelos, podrán ser aceptados sin verificación previa, siempre y cuando exista certificación de la calidad de los mismos, expedida por un organismo certificador autorizado para ello según la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

LIBRO	4	CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE	01	OBRA CIVIL
SECCIÓN	02	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO	053	ADITIVOS PARA MATERIALES ASFÁLTICOS

DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01.- Producto químico que se aplica directamente al material asfáltico para mejorar sus características físicas o reológicas.

A.02.- Los aditivos se clasifican por el desempeño que realizan en la mezcla asfáltica como:

- a.- Rejuvenecedores. Productos químicos que restablecen o mejoran las características originales de un asfalto que ha llegado al final de su vida útil.
- b.- Promotores de adherencia (mejoradores de adherencia, agentes anti “*striping*”). Sustancias orgánicas tenso activas que modifican las propiedades superficiales del sistema agregado pétreo-asfalto.
- c.- Mejoradores de características mecánicas de resistencia y susceptibilidad térmica. Grupo de aditivos constituido por polímeros modificadores de las características reológicas, los que a su vez se clasifican en:
 - 1.- Aditivos extendedores. Permiten disminuir la cantidad de asfalto a emplear en una mezcla asfáltica, sin demeritar sus características de diseño.
 - 2.- Aditivos endurecedores. Incrementan la viscosidad, el punto de reblandecimiento del asfalto, así como la estabilidad de las mezclas asfálticas de alto módulo.
 - 3.- Aditivos ablandadores. Incrementan la penetración de los asfaltos a través del tiempo, en los riegos de sello o de impregnación.
- d.- Reductores de tensión superficial y abatimiento de viscosidad. Productos químicos que incrementan la adherencia entre el asfalto y el agregado pétreo y permiten una disminución en la temperatura de trabajabilidad del asfalto empleado generalmente en la producción de mezclas asfálticas templadas.

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad de los aditivos para materiales asfálticos que se utilicen en las obras a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

B.- REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Materiales pétreos para carpeta, mezcla asfáltica y riegos de sello	4.01.01.007	G.D.F.
Materiales asfálticos	4.01.01.008	G.D.F.
Calidad de materiales asfálticos	N.CMT.4.05.00 1	S.C.T.
Muestreo de materiales asfálticos. Método de procedimiento de prueba	M-MMP-4-05-001	S.C.T.
Carga eléctrica de las partículas de las emulsiones asfálticas. Método de prueba	M-MMP-4-05-.17/00	S.C.T.
Emulsiones asfálticas. Determinación del potencial de Hidrógeno (pH)	NMX-276-1979	ONNCCE
Cubrimiento con asfalto mediante el método inglés de materiales pétreos para mezclas asfálticas	M.MMP.4.010	S.C.T.
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua	M.MMP.4.05.042/03	S.C.T.
Método para evaluar el efecto del agua sobre agregados con recubrimientos asfálticos, usando agua en ebullición	ASTM-3625	ASTM

C.- REQUISITOS DE CALIDAD.

- C.01. El empleo de los aditivos modificadores del asfalto debe estar condicionado al resultado obtenido en las pruebas de afinidad del agregado pétreo con los materiales asfálticos, descritos en el capítulo 4.01.01.007 “Agregados Pétreos para Mezclas Asfálticas y Riegos de Sello” de este libro 4 y cumplir con lo especificado por el proveedor. Las concentraciones en que se empleen dichos aditivos deben ser los señalados por el proyecto o por la Residencia de Obra.
- C.02. Aditivos rejuvenecedores. Deben restablecer las características físico-químicas y reológicas del asfalto original, por lo cual al ser incorporados estos aditivos, deben lograr que dicho asfalto cumpla con lo especificado en la norma 4.01.08 “Materiales asfálticos” y 4.01.02.056 “Asfalto modificado”, respectivamente.
- C.03. Aditivos promotores de adherencia. Al ser incorporados al asfalto, deben lograr una mayor afinidad entre éste y el agregado pétreo, incrementando las características de resistencia a la carga en un 40 % mínimo, respecto a la mezcla sin aditivo. La resistencia a la deformación con el empleo de este aditivo, no debe ser mayor que 8 mm.
- C.04. Aditivos mejoradores de las características mecánicas de resistencia y susceptibilidad térmica. Deben mejorar las características físico-químicas y reológicas del asfalto, incrementando el rango de temperaturas de manejo del asfalto y cumplir con lo señalado en el capítulo 4.01.02.056 “Asfaltos modificados”.
- C.05. Aditivos reductores de tensión superficial y abatimiento de viscosidad. Estos aditivos deben incrementar la afinidad del material pétreo con el asfalto, lograr un mayor cubrimiento y permitir trabajar con temperaturas menores que las convencionalmente empleadas (en mezclas asfálticas calientes y en mezclas asfálticas con asfaltos modificados).
- C.06. Además de lo señalado anteriormente, los aditivos deben:

Incrementar la resistencia al ahuellamiento.

Incrementar la resistencia a la susceptibilidad de la ruptura térmica, suavizando al ligante.

Mejorar la adherencia asfalto-agregado para evitar desprendimientos.

Aumentar la resistencia a la carga en las carpetas asfálticas, reduciendo los espesores estructurales de las capas requeridas.

Incrementar la durabilidad del pavimento con la consiguiente reducción neta de los costos de mantenimiento durante su ciclo de

vida, permitiendo aumentar hasta en un 50% la vida útil de la vialidad.

C.07. El aditivo modificador del asfalto debe mejorar la trabajabilidad de la mezcla asfáltica elaborado en frío, reduciendo al mínimo el endurecimiento de la mezcla asfáltica y mejorando las propiedades de afinidad y estabilidad entre el agregado pétreo y el asfalto.

C.08. El aditivo para mejorar la afinidad del asfalto con el agregado pétreo en mezclas asfálticas en caliente, debe reducir el envejecimiento del asfalto por intemperismo, ayudar a evitar la presencia de roderas en el pavimento, incrementar la resistencia a la fatiga, reducir la formación de grietas, ayudar a reducir los esfuerzos por contracción y dilatación del pavimento provocados por cambios climáticos; además, debe permitir la reducción de la cantidad de cemento asfáltico en un rango del 10 al 15 % en peso del asfalto con respecto al contenido óptimo del mismo, determinado para el diseño de la mezcla

C.09. El aditivo para mejorar la calidad de las emulsiones asfálticas que se usan en mezclas asfálticas en frío, riegos de impregnación, riegos de liga y sellos, debe mejorar la calidad de los asfaltos, reducir el envejecimiento del asfalto por intemperismo, incrementar la vida útil del pavimento mejorando el nivel de servicio, evitar la presencia de roderas, incrementar la resistencia a la fatiga, reducir la formación de grietas, reducir los esfuerzos por contracción y dilatación del pavimento provocados por cambios climáticos; además, debe permitir la reducción de la cantidad de cemento asfáltico en un rango del 10 al 15 % en peso del asfalto con respecto al contenido óptimo del mismo, determinado para el diseño de la mezcla.

C.10. El aditivo que se use para reducir el asentamiento de las emulsiones asfálticas, debe evitar el rompimiento anticipado y la formación de grumos que se generen ya sea en el transporte o por un almacenamiento prolongado.

C.11. El almacenamiento de los depósitos que se utilicen, deben reunir los requisitos necesarios para evitar la contaminación de los productos que se almacenen en ellos.

Deben estar protegidos contra incendio, intemperie, golpes y fugas. Cuando sea necesario, debe disponerse de las herramientas, mecanismos o equipos para la descarga de los depósitos.

C.12. Los depósitos ya sean tambores o cubetas, deben ser herméticos, con tapas y dispositivos apropiados para evitar fugas, así como letreros de identificación del material.

C.13. El proveedor debe proporcionar la hoja de datos de seguridad del producto en una etiqueta adherida en lugar visible en cada depósito y que contenga además lo siguiente:

Nombre del fabricante o logotipo.

Marca del producto.

Tipo o clase.

Uso.

Peso.

Número de lote.

Cuidados en el manejo.

Fecha de fabricación.

Fecha de caducidad.

Leyenda "Hecho en México" o país de procedencia.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E. 01. Para comprobar la calidad de los aditivos, se deben obtener muestras que representen los lotes almacenados ya sea en la bodega del fabricante o en la obra. El muestreo debe establecerse de común acuerdo entre el representante del Gobierno del Distrito Federal y el proveedor o fabricante; de no contar con esto, se puede aplicar lo siguiente:

- a. Debe considerarse como base, toda la cantidad de un mismo producto de reciente elaboración que el fabricante almacene y ponga a disposición del Gobierno del Distrito Federal, conforme a petición de éste; o bien, toda la cantidad de un mismo producto que se haya recibido en la misma fecha de la obra.
- b. El personal designado debe limitarse a muestrear la cantidad que interesa al Gobierno del Distrito Federal, marcando claramente los envases que correspondan al lote de muestreo.

Deben distribuirse dos clases de muestras: las parciales y las compuestas. Las parciales, serán las que se obtengan de un solo envase seleccionado al azar; y las compuestas, serán las que resulten de combinar todas las pruebas parciales pertenecientes a un mismo lote.

Una muestra parcial, es aquella que se extrae en uno de cada 50 envases máximo. Debe obtenerse un mínimo de 5 muestras parciales en cada lote. Una muestra compuesta debe ser el

resultado de la combinación de cinco o más muestras parciales según el tamaño del lote y la capacidad de los envases. La muestra compuesta debe ser lo que represente al lote muestreado y por lo tanto lo que se someta a ensaye para comprobar si cumple con la especificación requerida.

E.02. Todas las muestras que se obtengan para comprobación de la calidad, deben identificarse mediante la aportación de los siguientes datos:

Marca comercial del producto.

Nombre del fabricante.

Lugar y fecha del muestreo

Cantidad del producto representado por la muestra.

El tipo de prueba a que se someterá el producto.

Fecha de fabricación.

Obra a que se destinará el producto.

Nombre del muestreador.

Nombre del responsable de los resultados de la prueba.

E.03. Cuando la muestra se obtenga del fabricante y el envío del producto a la obra quede supeditado a los resultados de las pruebas, deben marcarse exteriormente los envases con la finalidad de constatar entre los lotes muestreados y el que se recibe en obra, en caso de ser aceptado.

BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. El lote de materiales que no cumpla con lo establecido en esta norma, debe ser motivo de rechazo.

F.02. Por ningún motivo el Gobierno del Distrito Federal aceptará envases rotos, destapados, con fugas, golpes o cualquier otro defecto en envase o material que demerite la calidad del producto.

LIBRO 4	CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01	OBRA CIVIL
SECCIÓN 02	MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 054	TAPA DE CONCRETO POLIMÉRICO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Dispositivo fabricado con concreto polimérico y reforzado con fibra de vidrio, con características definidas, tales como dimensiones, resistencias mecánicas y acabados, destinada a cubrir por la parte superior registros, cajas para operación de válvulas, pozos de visita y ductos.

A.02. Concreto polimérico es un material elaborado con agregados pétreos naturales o naturales procesados, de granulometría controlada, tales como arena de cuarzo, arena sílica, grava de granito, alúmina hidratada, carbonato de calcio, mármol u otros, que mezclados con compuestos plásticos monómeros y mediante un proceso de polimerización, produce un material termofijo y de alta resistencia a la compresión.

A.03. La tapa de concreto polimérico se clasifica de acuerdo a:

Su geometría:

- 1.- Rectangular.
- 2.- Cuadrada.
- 3.- Circular
- 4.- Otras.

Su uso, para:

- 1.- Pozo de visita.
- 2.- Caja para operación de válvulas.
- 3.- Registro para cisternas y tanques de almacenamiento.
- 4.- Registro para:

- 4.1.- Albañal.
- 4.2.- Instalaciones eléctricas y de comunicaciones.
- 4.3.- Ductos y trincheras.
- 4.4.- Otros tipos de conductos.

Su resistencia.

- 1.- Para tránsito vehicular ligero.
- 2.- Para tránsito vehicular pesado.

REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la fabricación de Tapa de Concreto Polimérico y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, y Bases de Aceptación que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

Concepto	Capítulo de referencia	Dependencia
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		G.D.F.
Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal		S.C.T.
Peso y dimensiones máximas con las que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal	NOM-012-SCT-2	S.C.T.
Determinación de la resistencia a flexión usando una viga simple con carga en el centro del claro	NMX-C-303	SECOFIN
Muestreo para la inspección por atributos	NOM-Z-12/1,2,3	SECOFIN
Generalidades de obras viales	2.03.03.001	G.D.F.
Vehículos de proyecto	2.03.03.002	G.D.F.
Autopistas	2.03.03.003	G.D.F.
Arterias	2.03.03.004	G.D.F.
Vías exclusivas para transporte colectivo	2.03.03.005	G.D.F.
Vías secundarias	2.03.03.006	G.D.F.
Sistemas de alcantarillado	2.03.04.006	G.D.F.

Vigencia a partir del 01-01-2000
054-02

Alcantarillado	3.01.01.024	G.D.F.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.
Sistema de agua a presión	8.01.01.004	G.D.F.
Renivelación de cajas para operación de válvulas, pozos de visita, coladeras pluviales y registros para ductos.	8.01.01.005	G.D.F.
Sistema de alcantarillado	8.01.01.006	G.D.F.
Pavimentos y banquetas	8.01.01.007	G.D.F.
Método de prueba estándar para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto	C-39	ASTM
Método de prueba estándar para resistencia a agentes químicos de morteros, endurecedores y superficies monolíticas	C-267	ASTM
Resistencia a la abrasión	C-241	ASTM
Resistencia al impacto	D-2444	ASTM

REQUISITOS DE CALIDAD

- C.01. La materia prima o materiales que conforman al concreto polimérico, deben tener la calidad certificada o en su caso, el fabricante, con base en la normatividad aplicable, verificar que cumplen con las especificaciones requeridas para la elaboración de este concreto.
- C.02. La fibra de vidrio que se emplee como refuerzo en las tapas, debe satisfacer los requerimientos mecánicos necesarios para resistir los esfuerzos de tensión que se originan en la tapa al someterse a las cargas de diseño. Esta fibra podrá emplearse también como aglutinante.
- C.03. El concreto polimérico utilizado en la elaboración de la tapa, debe tener una resistencia mínima a la compresión de 95 MPa (950 kg/cm²) en su estado endurecido
- C.04. La resistencia a la abrasión, debe ser la que establezca para el caso, el

proyecto o el Gobierno del Distrito Federal.

- C.05. El concreto polimérico debe ser resistente a la acción de agentes químicos, tales como aceites, grasas, ácidos, gasolina, cloruros, sales, entre otros.
- C.06. El concreto polimérico, debe tener una resistencia a la absorción de agua menor o igual al 5% del peso del espécimen seco.
- C.07. Los moldes empleados en la fabricación de las tapas deben ser rígidos, de manera que no presenten deformaciones durante el proceso de fabricación de la tapa.
- C.08. El fabricante debe tener los equipos mecánicos apropiados de producción, tales como clasificadores, dosificadores, mezcladores, transportadores, tanques y tolvas; así mismo, debe contar con servicios de laboratorio de control de calidad y de pruebas que verifiquen constantemente la calidad de los productos.
- C.09. Tanto la tapa como el marco o brocal en su caso, deben ser fabricados con el mismo concreto polimérico producido para el lote.
- C.10. El dimensionamiento, acabado y color de la tapa, brocal, o marco de concreto polimérico, debe ser el indicado por el proyecto o por el Gobierno del Distrito Federal; pero deben cumplir con los siguientes requisitos físicos:

Las dimensiones de la tapa del brocal o marco en su caso, deben ser las que indique el proyecto o el Gobierno del Distrito Federal, con aproximación de un milímetro. Los elementos de fijación, remoción o abatimiento, deben ser de las dimensiones y material especificado en el proyecto o por el Gobierno del Distrito Federal; así como su posición respecto a las dimensiones de la tapa.

El acabado y textura de la tapa en su anverso y reverso, debe ser el que determine el proyecto o el Gobierno del Distrito Federal con las inscripciones y logotipo respectivos. No debe presentar grietas, desportilladuras, ampollas, burbujas y otros defectos visibles que puedan afectar su resistencia mecánica o su apariencia, vistos desde una distancia de tres metros.

Durante el manejo, colocación o retiro, las piezas no deben presentar disgregaciones de material.

Las aristas deben ser redondeadas y evitar que formen ángulos diedros.

Pueden tener manchas blanquecinas o de un color marcadamente diferente al color de las piezas de concreto polimérico, siempre y cuando al ser cepilladas o limpiadas en seco, no dejen marcas visibles que

puedan ser observadas a un metro de distancia.

Las piezas deben estar exentas de nódulos nocivos o de otras sustancias que puedan dar origen a exfoliaciones y eflorescencias perjudiciales.

El color y tono deben ser los mismos para todos los componentes de un lote, y cumplir las indicaciones del proyecto o el Gobierno del Distrito Federal.

- C.11. Los requisitos de resistencia a la flexión de la tapa de concreto polimérico, independientemente de las dimensiones de la tapa, deben ser los siguientes:

La tapa destinada a cubrir pozos de visita o registros en vialidades de tránsito vehicular ligero, debe resistir a la prueba de flexión una carga de 49 000 N (5 ton) que corresponde a la transmitida por un par de neumáticos del eje trasero del camión unitario tipo C3, clasificado en la tabla 1B de la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2- 1995 indicada en la cláusula B de Referencias.

La tapa que se destine a cubrir pozos de visita o registros en vialidades de tránsito vehicular pesado, debe resistir a la prueba de flexión, una carga mínima de 88 260 N (9 ton) que corresponde a la transmitida por un par de neumáticos del eje trasero de un vehículo clasificado en la tabla 4B como T3- S2-R4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-1995, indicada en la cláusula B de Referencias.

En el diseño estructural de la tapa, deberá contemplarse el incremento a la carga especificada en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal en la fracción I del Artículo 194, relativo al factor de carga y un incremento del 30% por impacto.

- C.12. La tapa de concreto polimérico debe resistir el disparo de un dardo, que produzca un impacto mínimo de 98 N-m (10 kg-m).

- C.13. La tapa que se utilice para registros eléctricos debe tener una resistencia mínima de 100 megahoms al paso de la corriente eléctrica y tener una absorción de agua del 5% máximo.

- C.14. La tapa debe ser autoextinguible y cuando lo determine el Gobierno del Distrito Federal presentar la resistencia a la inflamabilidad, como se especifica en el subinciso D.06.f de este capítulo.

- C.15. Todas las piezas deberán estar identificadas con el siguiente texto:

En el anverso:

1. El logotipo, siglas, o inscripción que indique el proyecto o el Gobierno del

Distrito Federal.

2. Otra(s) inscripción(es) que pueda señalar el Gobierno del Distrito Federal

En el reverso:

Identificación del fabricante.

Número de lote

Fecha de fabricación

Identificación del tipo de tapa

4.1. Para tránsito ligero "L"

4.2. Para tránsito pesado "P"

La inscripción "Hecho en México" o país de procedencia

Alguna otra que considere el Gobierno del Distrito Federal

C.16. Cualquier daño ocasionado a las tapas, brocales o marcos de concreto polimérico, durante su fabricación, embarque, transporte o maniobras para colocar en el sitio indicado por el Gobierno del Distrito Federal, debe ser con cargo al fabricante. La estiba máxima de tapa y brocal, debe ser de cinco piezas.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El número de especímenes tanto para el concreto polimérico, como para el producto terminado, se establecerá en función del tamaño del lote, atendiendo lo señalado en el capítulo de Generalidades 4.01.01.001 del Libro 4 y a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NMX-Z-12 y en sus partes 1,2 y 3 citadas en la cláusula B de Referencias.

D.02. En esta cláusula se establecerán las pruebas a las que debe someterse el concreto polimérico como materia prima y las tapas como producto terminado

D.03. En lo referente al concreto polimérico antes de fraguar, se tomarán las muestras y se colocarán en los moldes especificados para la prueba correspondiente.

D.04. Los especímenes obtenidos del concreto polimérico se someterán a las siguientes pruebas.

a. Compresión. Se realizará de acuerdo al procedimiento señalado en el método de prueba C-39-ASTM citado en la cláusula B de referencias.

b. Abrasión. Según lo señalado en el método de prueba C-241-ASTM citado en la cláusula B de Referencias

c. Absorción de agua. Esta prueba debe efectuarse sobre especímenes, cilíndricos de 50 mm de diámetro por 200 mm de altura, elaborados con

Vigencia a partir del 01-01-2000

054-06

el concreto polimérico utilizado en la producción de las tapas.
 La absorción se determinará con los especímenes, secados previamente y sumergidos en agua durante 24 horas, obteniendo el porcentaje de absorción con la siguiente expresión:

$$\% \text{ absorción} = \frac{\text{peso húmedo} - \text{peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

d. La prueba de resistencia al ataque de productos químicos deberá efectuarse con la inmersión de la muestra en las soluciones químicas que se señalan a continuación, durante un período no menor de 48 horas.

SOLUCIÓN DEL COMPUESTO QUÍMICO	CONCENTRACIÓN	HORAS DE INMERSIÓN
Cloruro de sodio	5%	48
Ácido sulfúrico	0.1 N	48
Carbonato de sodio	0.1 N	48
Ácido clorhídrico	0.1 N	48
Ácido acético	5%	48

Después de haberse sometido los especímenes a la inmersión especificada, se sujetará a la prueba de compresión y se compararán con los resultados obtenidos en la misma prueba con cilindros sanos.

D.06. Pruebas de producto terminado. El juego de tapa y marco o brocal respectivos, se someterán a las siguientes pruebas:

Inspección visual. Se inspeccionan visualmente todos los juegos o piezas del lote para comprobar que carecen de manchas, desportilladuras, aristas vivas y variación de color y textura, así mismo que presenten las características fijadas para el logotipo, letras, elementos de anclaje o fijación, planicidad, alabeo y tolerancia de ajuste entre la tapa y su respectivo marco o brocal.

Dimensiones. Mediante un flexómetro con aproximación de un mm se someterán las piezas de la muestra a la comprobación del dimensionamiento de éstas, según lo indicado en el proyecto o por el Gobierno del Distrito Federal.

Prueba de flexión. Las tapas se someterán a la prueba de flexión con la carga de trabajo, de acuerdo a la norma NMX-C-303 SECOFIN indicada en la cláusula B de Referencias. Una vez que se cumplió con esta prueba, de las muestras tomadas, una por cada grupo de cinco tapas o menos, se someterá a la prueba de flexión llevada hasta la ruptura.

La prueba de penetración debe realizarse sobre la tapa, colocada paralela

al piso, apoyada en su perímetro y a la que perpendicularmente a su superficie se le disparará un dardo que produzca un impacto mínimo de 98 N-m (10 kg- m).

Cuando las tapas se destinen para registros de conexiones de conductores eléctricos, se medirá su resistencia al paso de la corriente eléctrica sin eliminar su humedad, después de estar sumergida bajo un tirante de agua de un metro, durante 30 minutos a temperatura ambiente.

Inflamabilidad. Cuando el Gobierno del Distrito Federal lo requiera, las tapas deberán someterse a esta prueba, que se hará bajo el siguiente procedimiento:

Se pesará la tapa antes de iniciar la prueba y se anotará el peso inicial p_i

Una porción de la tapa en un espacio de 25 mm de ancho por 100 mm de largo se someterá al fuego directo que proporciona un mechero Bunsen de 10 mm de diámetro con una flama azul de 35 mm de longitud durante 3 periodos de 30 segundos cada uno, con recesos de 15 segundos entre cada período de aplicación; cada espécimen deberá exponerse a la flama directa en posición horizontal.

Se pesa nuevamente la tapa y se registra su peso final p_f .

Se calculará la relación de la pérdida de peso final respecto al peso inicial, con la siguiente fórmula

$$R = \frac{p_i - p_f}{P_i} \times 100 = \text{___}\%$$

Donde:

R= Relación de la pérdida de peso

P_i = Peso inicial

P_f =Peso final

- D.07. El fabricante deberá otorgar las facilidades necesarias al representante del Gobierno del Distrito Federal para observar el procedimiento de fabricación de las tapas, obtención de las muestras, constatar la verificación de las pruebas y la interpretación de los resultados.

BASES DE ACEPTACIÓN

- E.01. Si una o más de las probetas de concreto polimérico sometida a la prueba de resistencia de compresión tienen resultados menores a la resistencia especificada se rechazará el lote.

E.02. En la prueba de abrasión se rechazará el lote si una o más de las probetas no cumple con los parámetros y tolerancias establecidos por el Gobierno del Distrito Federal.

E.03. En la prueba de resistencia al ataque de productos químicos se rechazará el lote si una o más de las probetas no cumple con la siguiente expresión $S' > 0.75 S$

Donde:

S' = Resistencia a la compresión del espécimen expuesto al ataque de los productos químicos.

S = Resistencia a la compresión del espécimen sano.

E.04. Cuando se especifique prueba de absorción de agua, se rechazará el lote si una o más de las probetas tienen valores superiores al 5% del peso del espécimen seco de acuerdo a lo indicado en los subincisos C.06 y D.04.C

E.05. Cuando se especifique la prueba de resistencia a la conducción de la corriente eléctrica, se rechazará el lote si una o más de las probetas tiene una resistencia menor a 100 megahoms.

E.06. En la prueba de inspección visual, se desecharán aquellas tapas o juego tapa brocal o marco que presenten uno o más de los defectos que se detecten en la prueba o que carezcan de elementos de fijación especificados, logotipo y demás inscripciones señalados para el anverso de la tapa. Si carecen de una o más de las inscripciones indicadas para el reverso, queda a juicio del Gobierno del Distrito Federal su aceptación, siempre y cuando se graben o pinten los datos faltantes de manera indeleble.

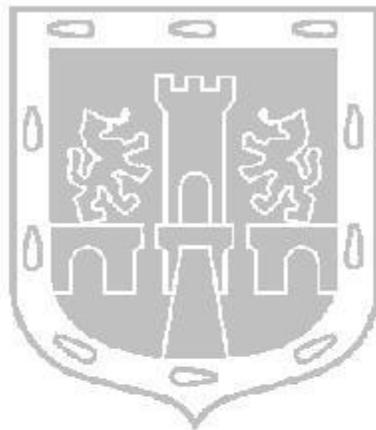
E.07. En cuanto al dimensionamiento, se aceptará el lote, si las muestras cumplen con las especificaciones señaladas, con una tolerancia de $\pm 1\%$. Si una o más de las tapas de la muestra, no cumple con la prueba, se volverá a muestrear el lote y se someterá nuevamente a la prueba, si las muestras cumplen con la segunda prueba se aceptará el lote, si una de las tapas no cumple con la prueba, se desechará el lote.

E.08. En la prueba de flexión se aceptará el lote si todas las tapas de la muestra pasan la prueba sin presentar fisuras, grietas, o deformaciones permanentes. Si alguna de las piezas no pasa la prueba, se desechará el lote. Las tapas que se sometan a la prueba de flexión a la ruptura, deberán resistir, una carga no menor a dos veces la carga de trabajo. Se acepta el lote, si todas las tapas de la muestra pasan la prueba.

E.09. Prueba de penetración. Si todas las piezas de la muestra pasan la prueba se acepta el lote, si una de estas piezas no pasa la prueba, se volverá a

muestrear el lote y se repetirá la prueba. Si todas las piezas pasan la prueba, se acepta el lote. Si una de estas muestras no pasa la prueba el lote será rechazado.

- E.10. En la prueba de inflamabilidad, se aceptará el lote si todas las piezas del lote pasan la prueba con la pérdida del peso establecida en cada caso por el Gobierno del Distrito Federal calculada de acuerdo con el párrafo D.06.f.4 de este capítulo. Si una de las muestras no pasa la prueba, se volverá a muestrear y se repetirá la prueba. Se aceptará el lote si todas las piezas pasan esta segunda prueba, si una de ellas no pasa, se rechazará el lote.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 055 SEPARADORES Y SOPORTES PARA EL
ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO
HIDRÁULICO

DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

- A.01. Separador.- Es la pieza de material polimérico, mortero cemento - arena, compuesto (mortero y plástico), o de varilla metálica, fabricado industrial o artesanalmente, que reúne cualidades de resistencia, ligereza y de fácil colocación en el armado del acero de refuerzo del concreto.
- A.02. Soporte (silleta o poyo).- Pieza de alambre, plástico, concreto o acero, fabricado industrial o artesanalmente, que reúne las cualidades de resistencia, ligereza y de fácil colocación en el armado del acero de refuerzo del concreto.
- A.03. Para una clara interpretación del capítulo, se tiene la definición de los siguientes términos:
- a.- Alambre de amarre.- Alambre de fierro recocido sin aleación, de calibre 18, o de otro material y calibre que se emplea generalmente para amarrar el acero de refuerzo entre sí, y éste a los separadores de atadura.
 - b.- Altura estándar (ae). Es la longitud teórica del recubrimiento generalmente expresada en milímetros, que debe proporcionar el separador o la separación que proporciona un soporte.
 - c.- Superficie de apoyo. Parte de un separador, que está parcial o totalmente en contacto con la cimbra.
 - d.- Carga (c). Es la que se aplica a un separador o soporte según su clasificación, el cual debe soportar sin sufrir daño ni tener una deformación mayor que la deflexión inicial (d_i) y la deflexión remanente (d_r) indicadas en la Tabla 1.
 - e.- Deflexión inicial (d_i). Es la deformación que presenta un separador o un soporte, cuando se le aplica la carga (c)
 - f.- Deflexión remanente (d_r). Es la deformación que presenta un separador o soporte después de retirar la carga (c) aplicada.
 - g.- Fuerza de fijación (F_f). Es la que se requiere para colocar un separador autofijante en el acero de refuerzo para el cual está indicado.

- h- Recubrimiento. Es la capa de concreto que va desde la pared o superficie externa del elemento de concreto hasta la capa de refuerzo más cercana a ella.
- i.- Resistencia al deslizamiento (R_d). Es la capacidad de un separador autofijante de sujetar al acero de refuerzo para el cual esta indicado, sin permitir deslizamiento entre el separador y el acero.
- j.- Radio de rotación (R). Es la holgura o juego que permite un separador autofijante, en sentido longitudinal o transversal de la barra, para rotar sobre su fijación sin que se desprenda.

A.04. Los separadores se clasifican:

- a. Según su capacidad de carga y uso o tipo de aplicación al que van a estar destinados, en:

Separador de uso liviano (L). Es el que soporta una carga de 250 N (25 kgf) y cumple con los requisitos de deflexión inicial (d_i) y de deflexión remanente (d_r) establecidos en la Tabla 1. Generalmente se emplean para varillas de acero de refuerzo con diámetros hasta 13 milímetros.

Separador de uso semipesado (M). Aquel capaz de soportar una carga de 500 N (50 kgf) y cumplir con los requisitos de deflexión inicial (d_i) y de deflexión remanente (d_r) descritos en la Tabla 1. Se usan para varillas de acero de refuerzo con diámetros hasta 19 milímetros.

Separador de uso pesado (P). Capaz de soportar una carga de 3000 N (300 kgf) y cumplir con los requisitos de deflexión inicial (d_i) y de deflexión remanente (d_r) descritos en la Tabla 1. Generalmente se emplea para acero de refuerzo mayor de 19 milímetros de diámetro.

Según el dispositivo de fijación en:

Separador autofijante. Es el que en su diseño contiene un dispositivo que permite fijarse al acero de refuerzo, sin necesidad de atadura y puede ser de plástico o compuesto.

Separador de atadura. Es el que debe atarse al acero de refuerzo mediante un alambre de amarre, fijado o no a la masa del separador. Ver Figura 1.

Posicionador.- Es la pieza que separa dos parrillas de acero de refuerzo, para proporcionar el espacio entre ambas parrillas: así mismo, entre el acero y las paredes internas de la cimbra. Ver Figura 2.

- c. Según su material en:

Separador plástico. Fabricado con resinas plásticas inertes, principalmente polipropileno, polietileno. Ver Figuras 3 a y 3b.

Separador de mortero. Es el que se fabrica con una mezcla de agregados finos, cemento pórtland y agua. Ver Figuras 4a y 4b.

Separador compuesto. Es el que se compone de un mortero y un plástico, o un plástico y un acero. Ver Figura 5a y 5b.

Separador de acero (silleta o poyo). Pieza de acero al carbón, liso o corrugado, con o sin protección plástica. Ver Figuras 8a, 8b, 8c, 9 y 10.

Según su forma y localización:

- 1.-Separador de asiento. Aunque puede tener diversas formas, se caracteriza porque recibe el acero de refuerzo por una de las caras de su prisma envolvente y se apoya en la cimbra por la cara opuesta del mismo; puede ser plástico, cementado o compuesto. Ver Figura 3a, 4a y 4b
- 2.-Separador rueda. Pieza cuya sección circular es perpendicular al acero de refuerzo al cual se fija y se utiliza en elementos estructurales con superficies, verticales e inclinadas en cualquier nivel, excepto en losas de entrepiso y firmes. Ver Figura 6. Puede servir también de posicionador si toca ambos lados de la cara interna de la cimbra.
- 3.- Separador continuo. Pieza de mortero, plástico o acero con o sin recubrimiento de plástico o resina epóxica, que puede ser rectangular o en zig-zag y que se coloca sobre una superficie lisa, plana, horizontal, para sostener el acero de refuerzo; generalmente se emplea para separar el acero de refuerzo de la plantilla en una losa de cimentación o en una zapata, aunque también puede emplearse en losas de entrepiso, en el lecho bajo de vigas o trabes. Ver Figura 7.

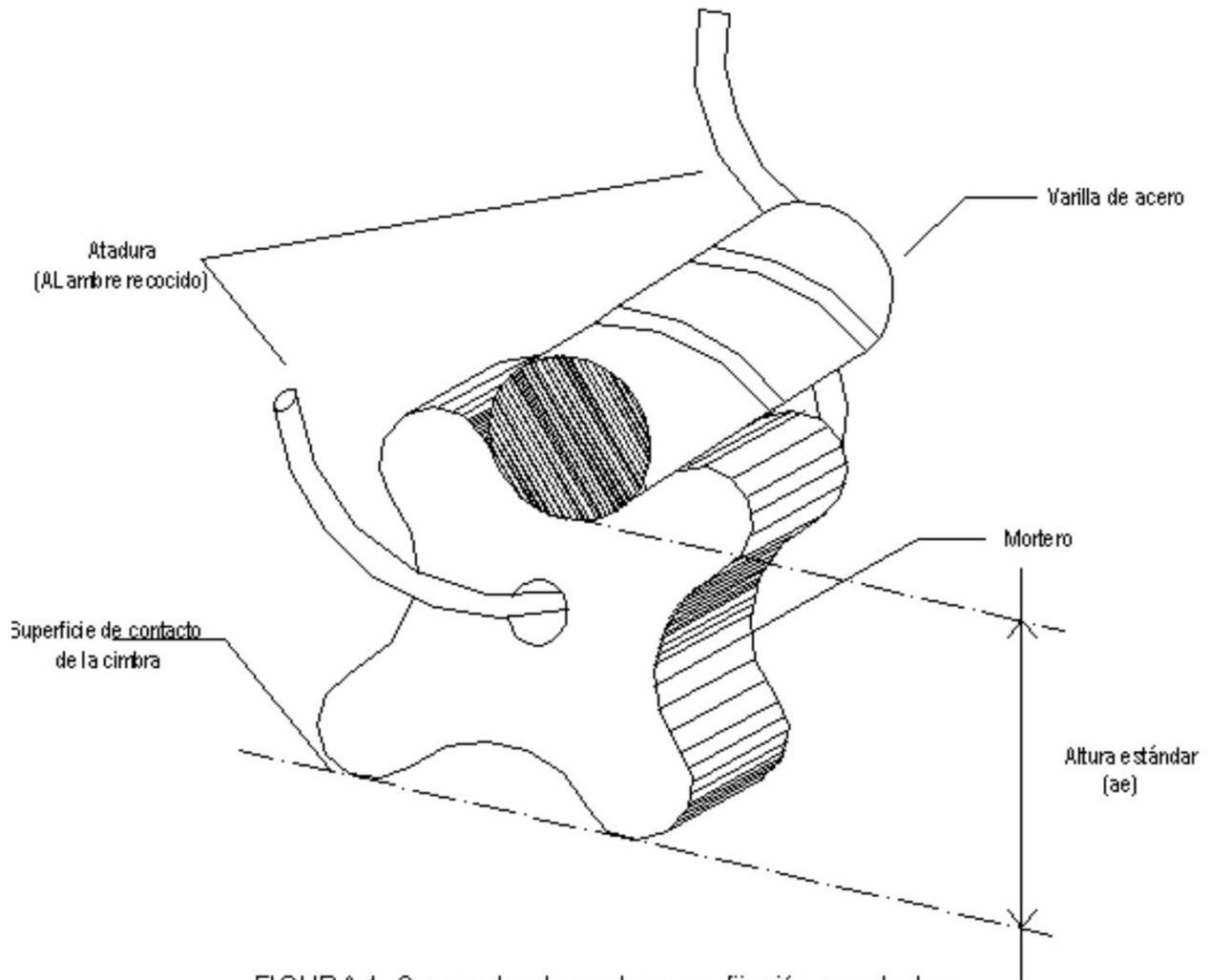


FIGURA 1. Separador de mortero con fijación por atadura

CIUDAD DE MÉXICO

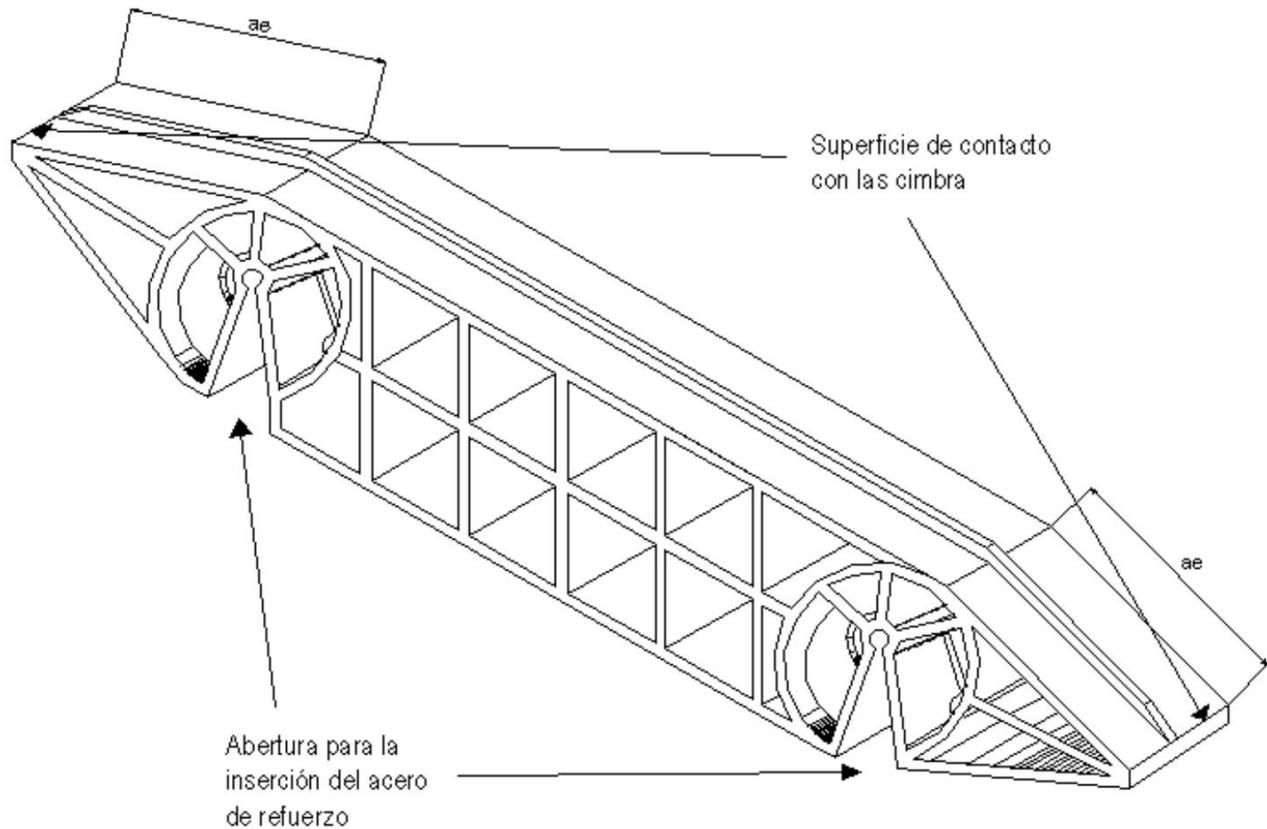


FIGURA 2. Posicionador plástico para muro de concreto reforzado



CIUDAD DE MÉXICO

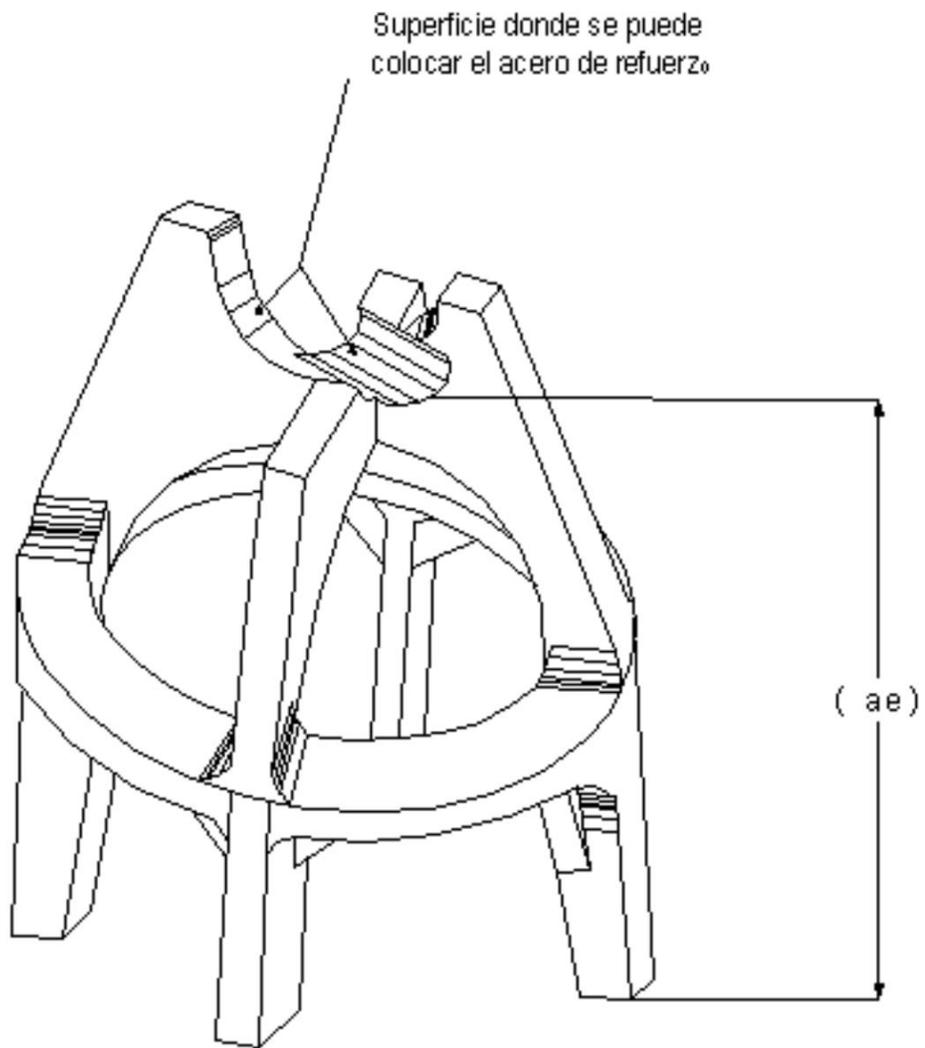


FIGURA 3a. Separador plástico de asiento

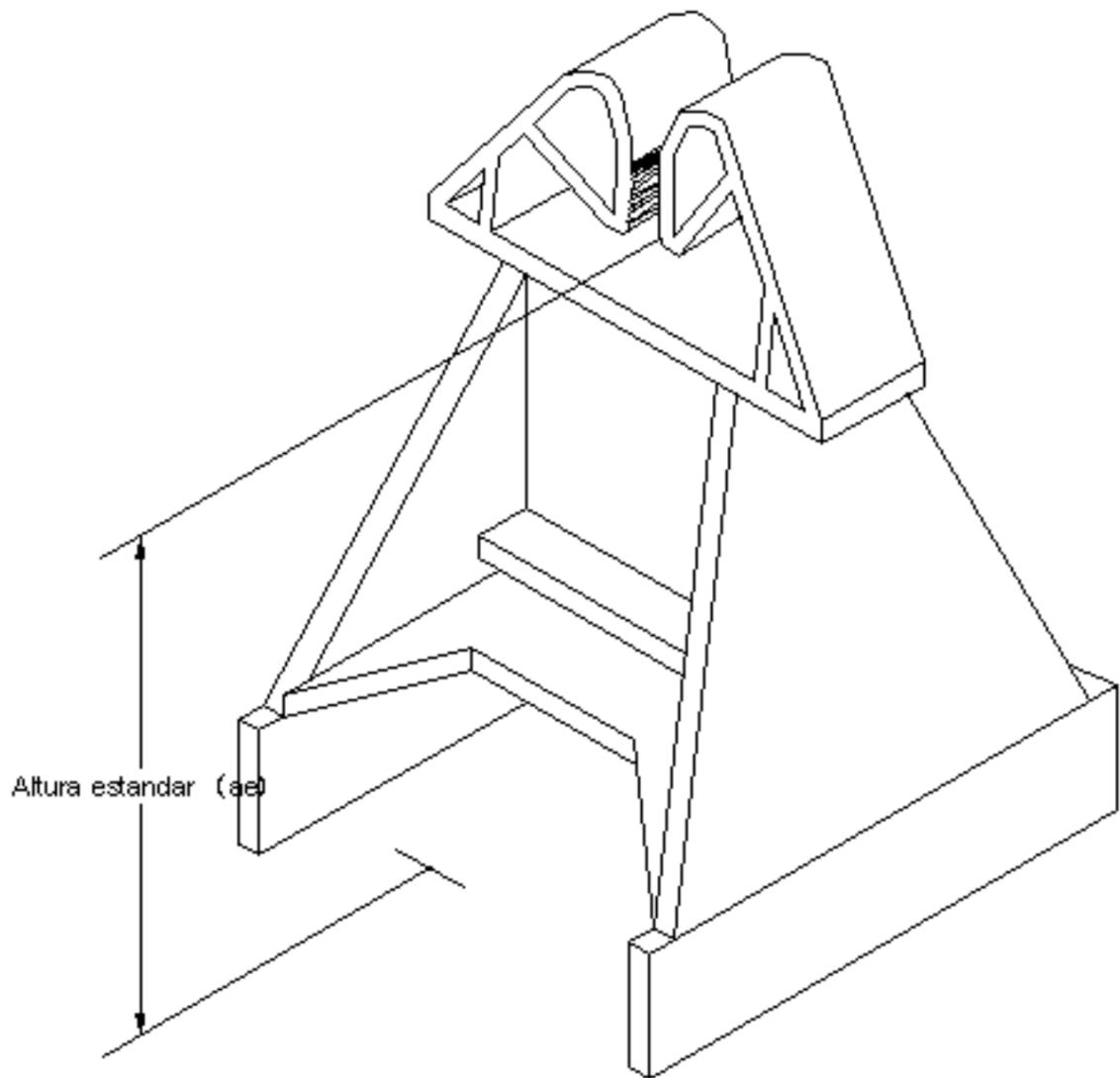


FIGURA 3b. Separador plástico autofijante



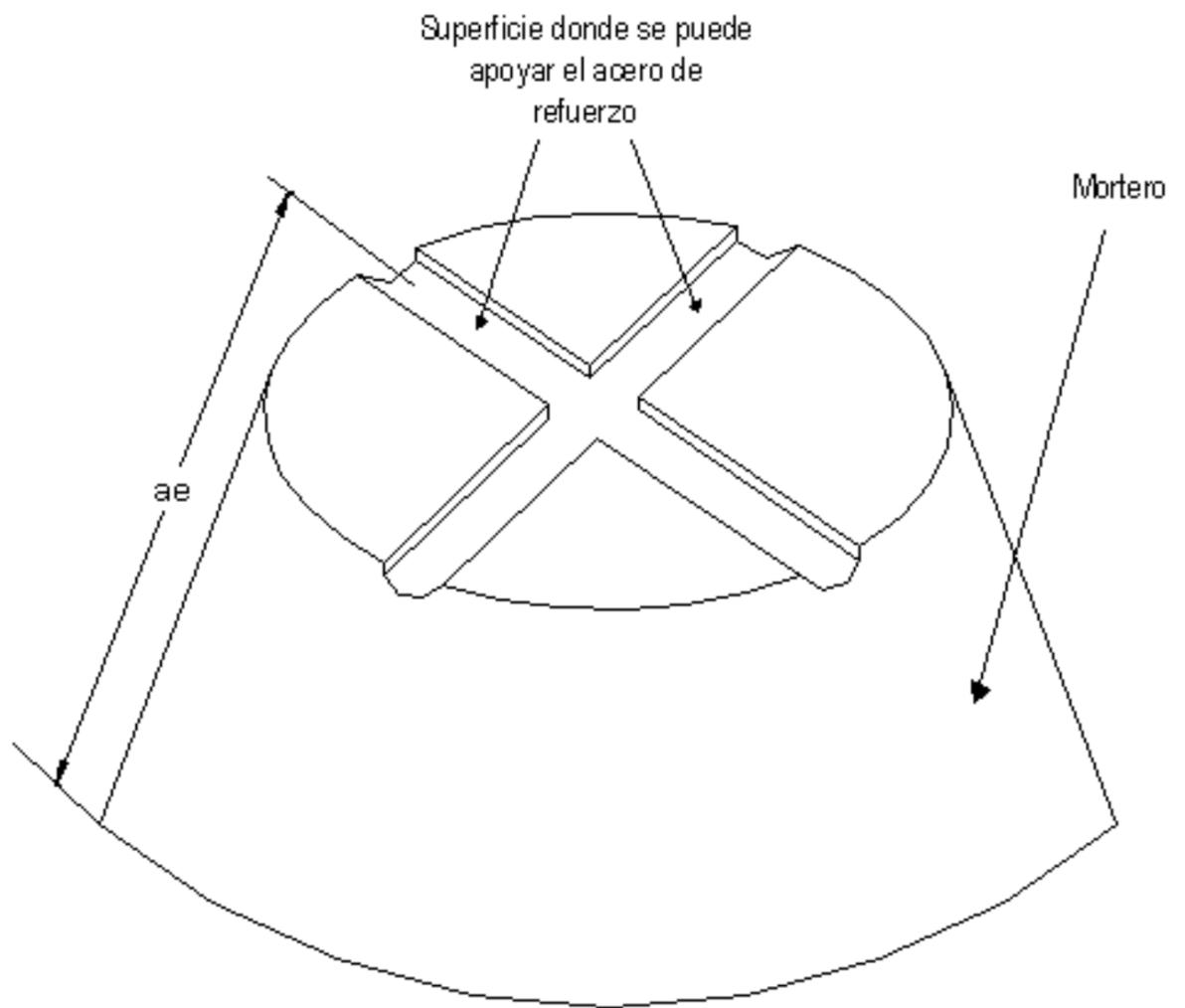


FIGURA 4a. Separador de mortero de asiento

CIUDAD DE MÉXICO

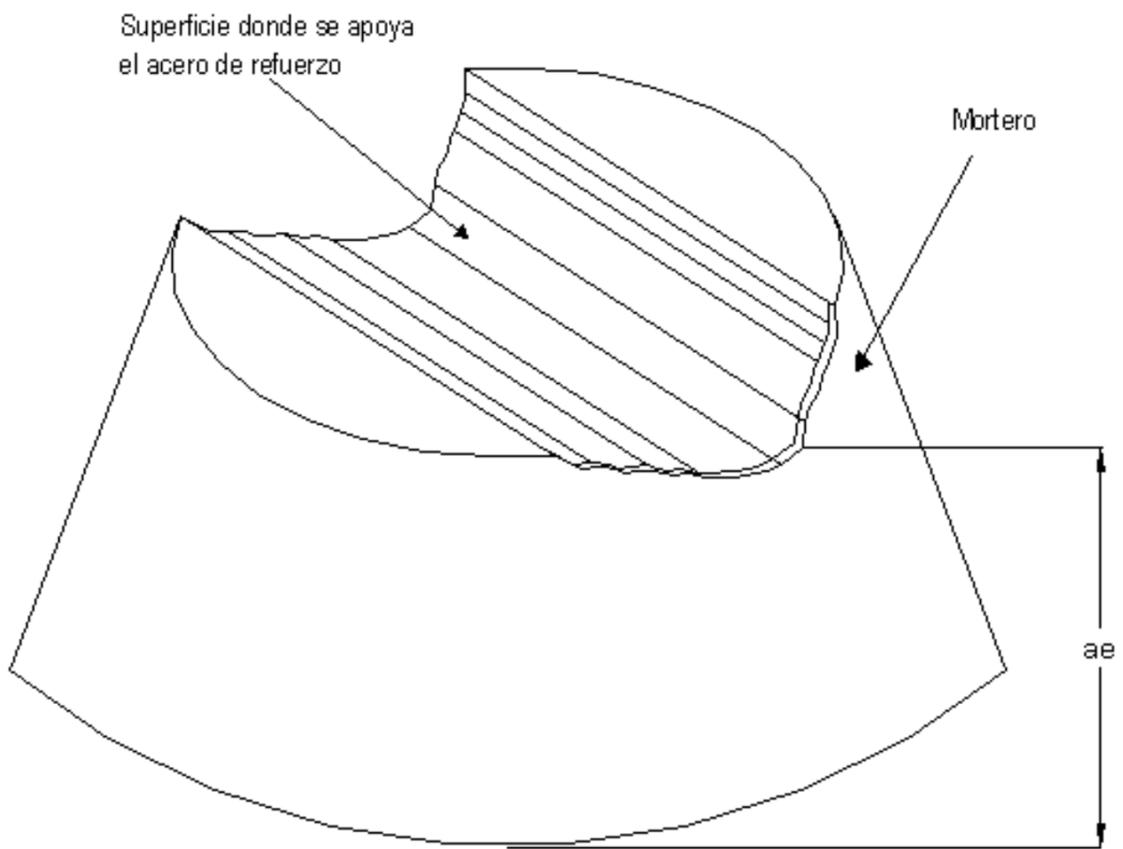


FIGURA 4b. Separador de mortero de asiento

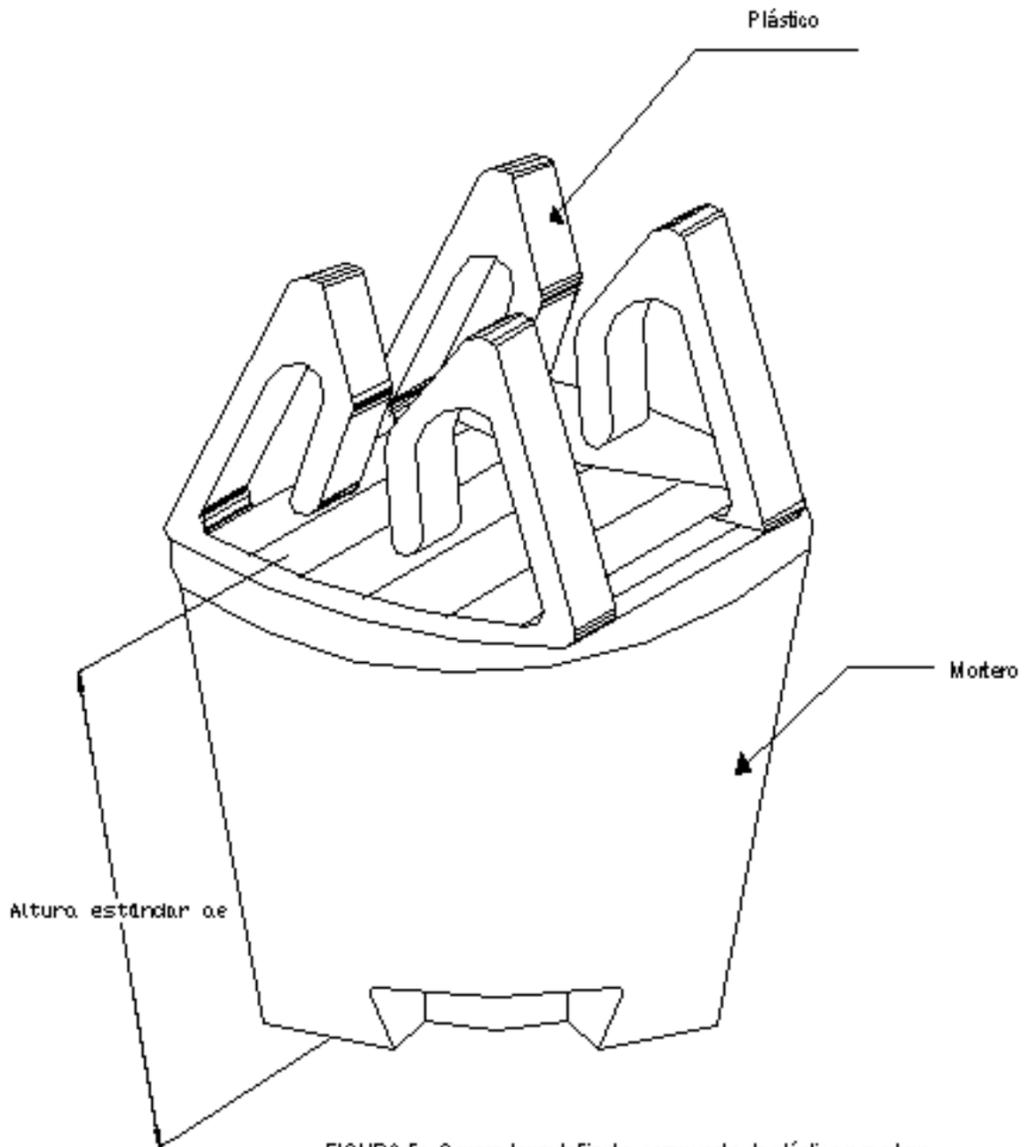


FIGURA 5a. Separador autofijante, compuesto de plástico y mortero



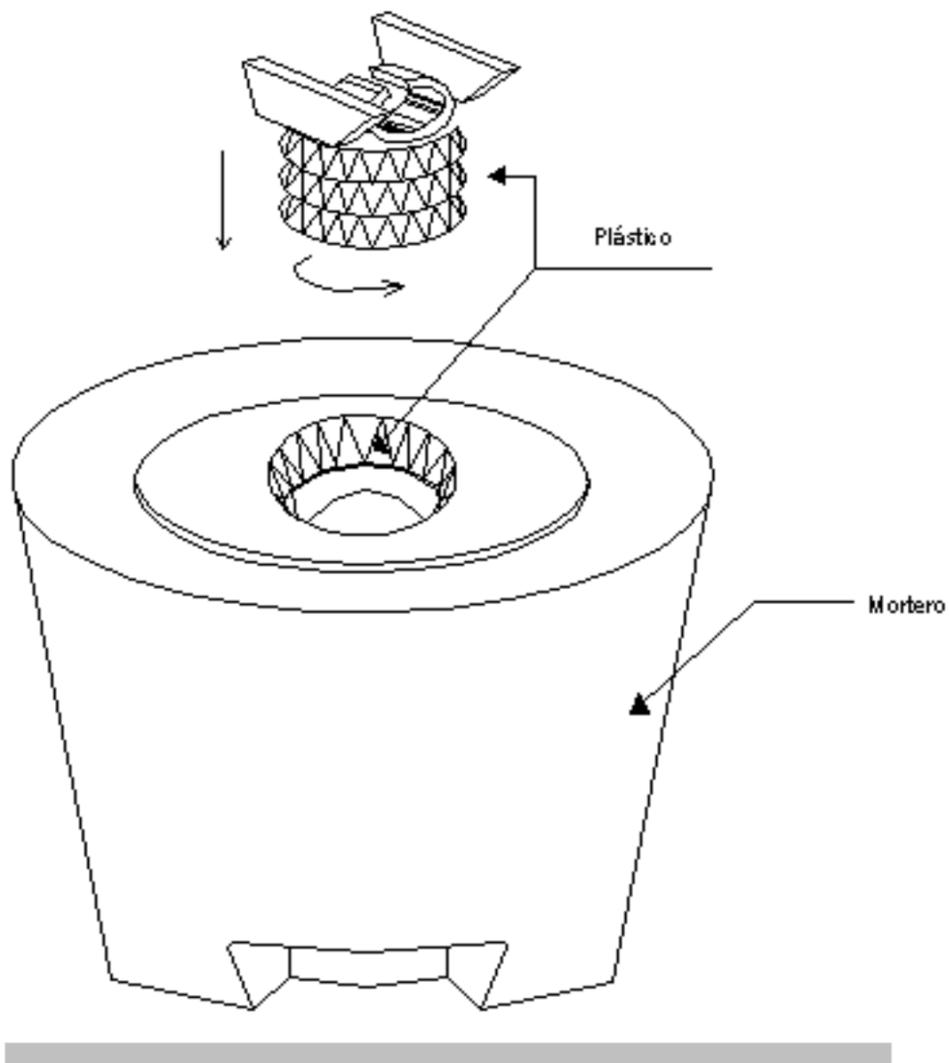


FIGURA 5b. Separador autofijante, compuesto de plástico y mortero

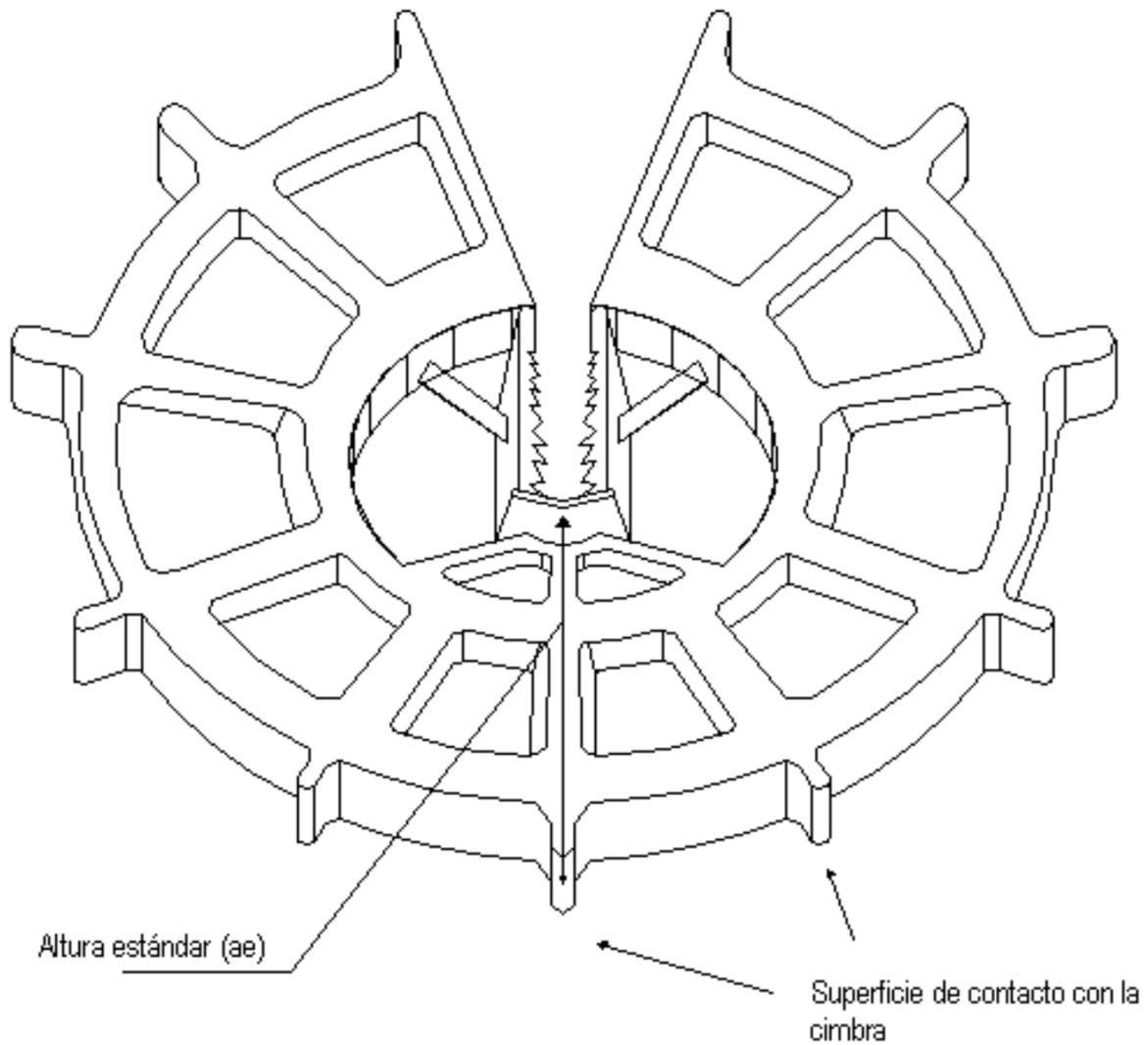


FIGURA 6. Separador y posicionador rueda autofijante de plástico

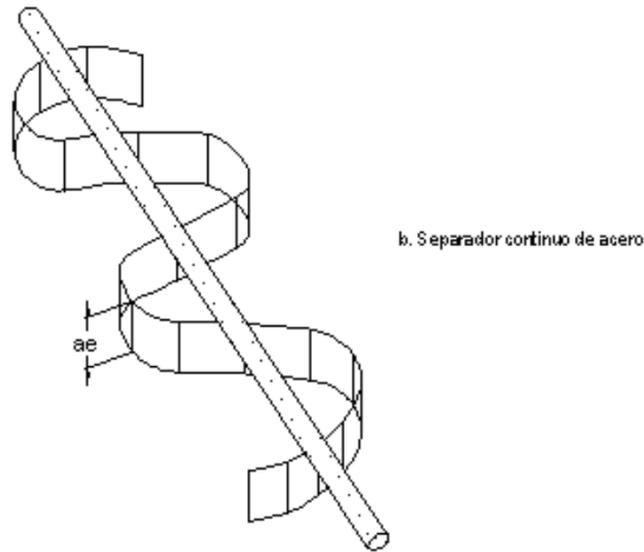
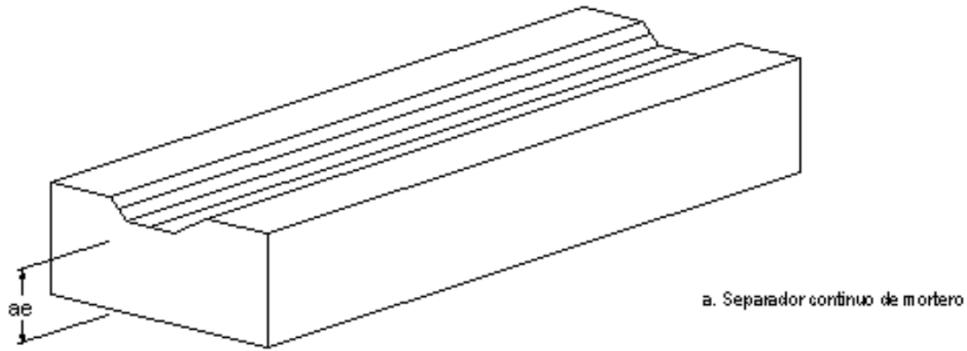


FIGURA 7. Separadores continuos

CIUDAD DE MÉXICO

A.05. Los soportes (silletas o poyos) se clasifican según su capacidad de carga en:

Soporte (silleta o poyo) de uso pesado (SP). Capaz de soportar una carga de 1000 N (100 kgf) y cumplir con los requisitos de deflexión inicial (d_i) y de deflexión remanente (d_r) descritos en la Tabla 1. Se emplean para recubrimientos desde 75 milímetros y mayores.

Según su función en:

Soporte individual (silleta o poyo). Es el que se utiliza para sostener el acero de refuerzo en un solo punto. (Ver Figuras 8a, 8b, 8c).

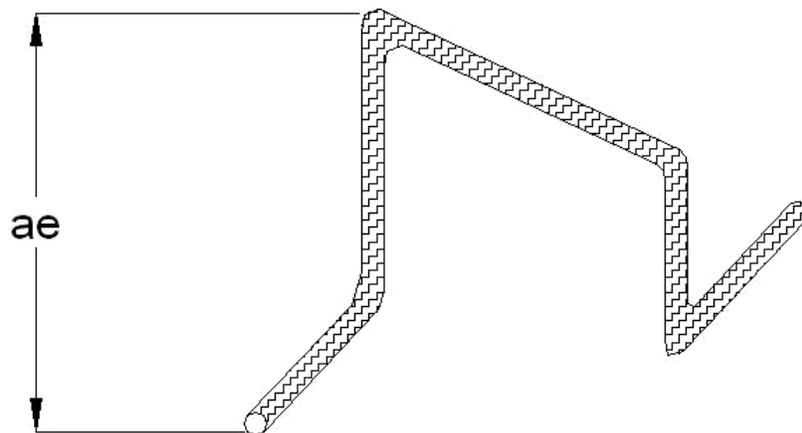


FIGURA 8a. Soporte de acero individual, bajo, de dos patas

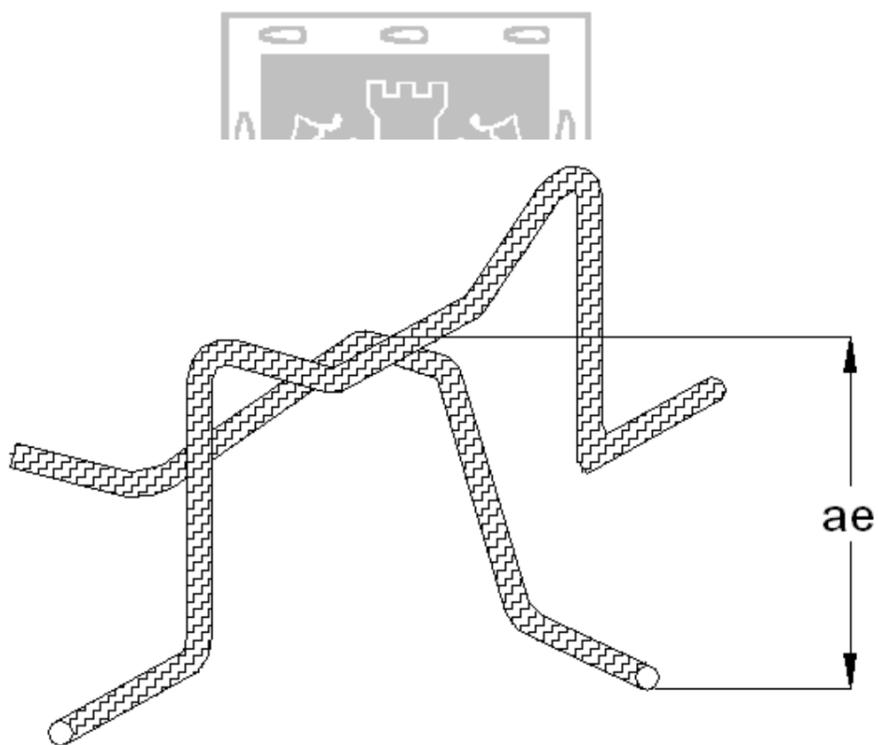


FIGURA 8b. Soporte de acero individual, bajo, de cuatro patas

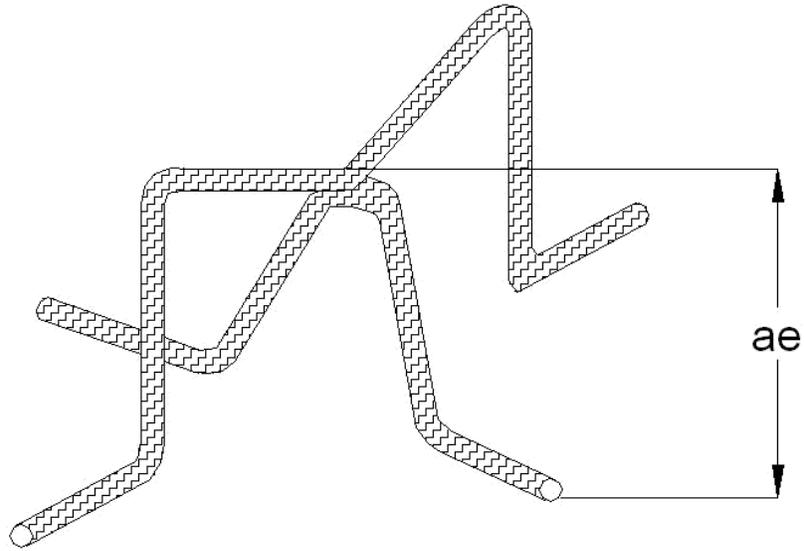


FIGURA 8c. Soporte de acero individual, alto, de cuatro patas

Soporte múltiple (silleta o poyo). Es el que se emplea para sostener varias piezas de acero de refuerzo (Ver Figura 9)

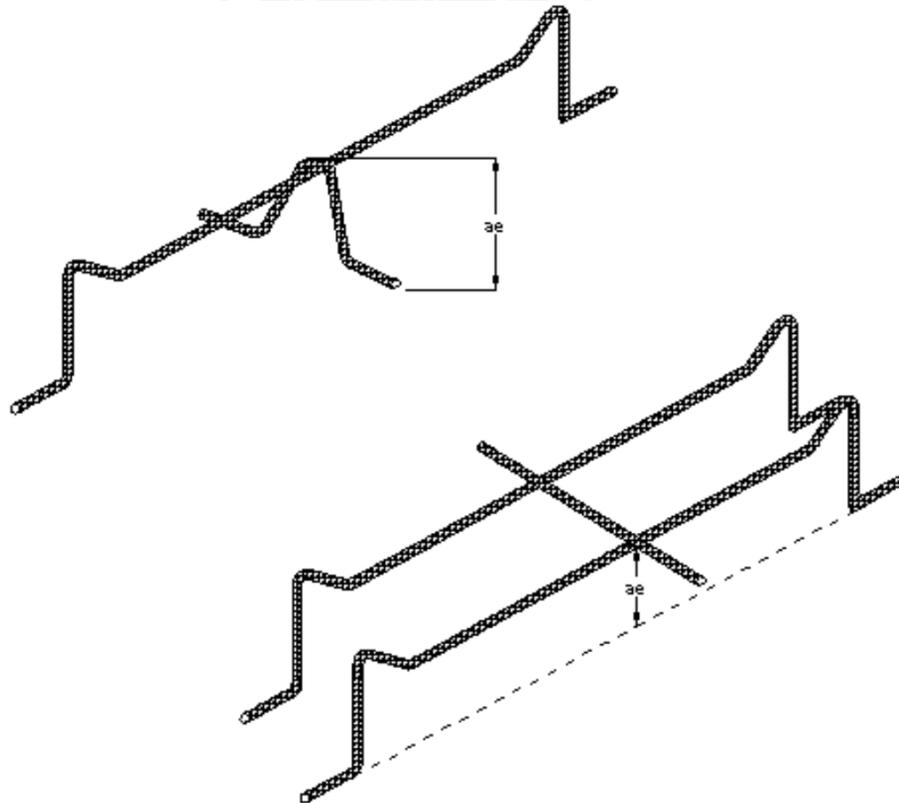


FIGURA 9. Soporte múltiple

Soporte continuo (sileta o poyo). Es el que se utiliza para brindar una línea continua de soporte a una altura uniforme. (Ver Figura 10)

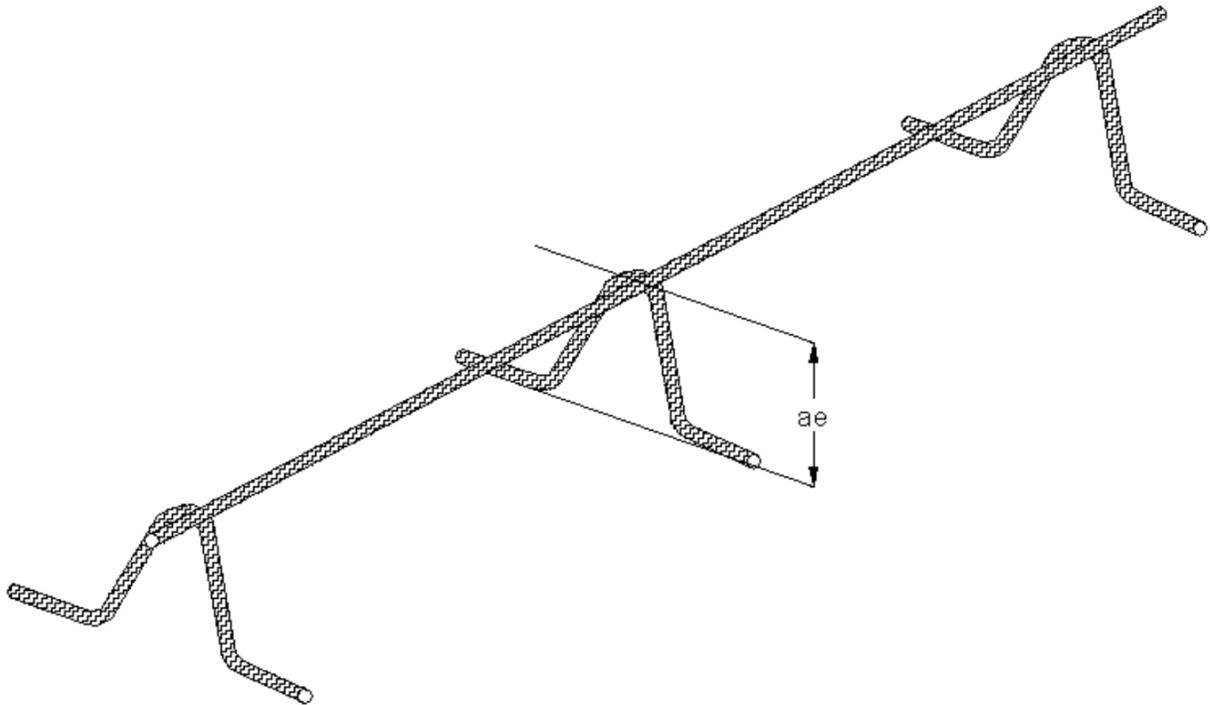


FIGURA 10. Soporte continuo

c. Según la protección de los separadores y soportes (silletas o poyos), contra agentes contaminantes o la corrosión en:

- 1.- Máxima. Separadores plásticos, de mortero con porosidad y absorción que permita integrarse al concreto; o soportes (silletas o poyos) de acero con protección plástica en la base de apoyo.
- 2.- Media. Separadores de concreto fabricado con el mismo concreto que se emplea en la obra.
- 3.- Sin protección. Separadores fabricados con acero, habilitados en obra.

NOTA: Debido a la gran variedad de separadores que existen en el mercado los dibujos que aparecen en este capítulo sólo tienen carácter ilustrativo.

A.06. El objeto de colocar separadores o soportes (silletas o poyos), es el de lograr la posición proyectada del acero de refuerzo para obtener el recubrimiento especificado con concreto hidráulico.

TABLA 1. Requisitos de carga y deflexiones para los diferentes elementos, usos y tipos.

Pieza	Uso	Tipo	Recubrimiento (ae), mm	Carga C en N (kgf)	Deflexión inicial (di), máxima, mm	Deflexión remanente (dr), máxima, mm
Separador	Liviano (L)	Rueda autofijante	15 a 50	250 (25)	2	1
		Autofijante	15 a 50	250 (25)	2	1
	Semipesado o mediano (M)	Rueda autofijante	15 a 75	500(51)	2	1
		Autofijante	15 a 75	500(51)	2	1
		De atadura	15 a 75	500(51)	2	1
		De vigueta	15 a 45	500 (51)	2	1
	Pesado (P)	Autofijante	25 a 75	3 000 (300)	2	1
		De atadura	25 a 75	3 000 (300)	2	1
		De vigueta	25 a 75	3 000 (300)	2	1
	Pesado (P)	Individual	75 a 300	1000 (100)	1	No aplica
Continuo		75 a 200	1 000 (100)	1	No aplica	

B. REFERENCIA EN OTRAS NORMAS, DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01.- Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Separadores y Soportes para el Acero de Refuerzo del Concreto Hidráulico, que son tratados en otros capítulos de estas Normas de Construcción del Gobierno del Distrito Federal o en Normas de otras Dependencias o Entidades de la Federación, Organismos o Asociaciones Nacionales, Regionales o Internacionales, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas que se indican en los capítulos, relacionados a continuación y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	CAPITULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		G.D.F.
Norma Técnica Complementaria para Diseño de Estructuras de Concreto.		G.D.F.
Concreto bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto. Determinación de la absorción de agua.	NMX-C-037	SECOFI
Concreto determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.	NMX-C-083	SECOFI
Concreto. Elaboración y curado especímenes en el laboratorio	NMX-C-159	SECOFI
Concreto. Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.	NMX-C-160	SECOFI
Concreto. Determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto.	NMX-C-163	SECOFI

Concreto. Resistencia a la compresión a edades tempranas y predicción de la misma a edades posteriores. Método de prueba.	NMX-C-219	SECOFI
Concreto. Resistencia a la compresión, empleando porciones de vigas ensayadas a flexión. Método de prueba.	NMX-C-235	SECOFI
Concreto. Prueba de resistencia al cortante en concreto endurecido.	NMX-C-243	SECOFI
Aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto.	NMX-C-255	SECOFI
Concreto endurecido. Masa específica, absorción y vacíos. Método de prueba.	NMX-C-263	SECOFI
Concreto hidráulico para uso estructural.	NMX-C-403	ONNCE
Concreto hidráulico	4.01.02.003	G.D.F.
Aditivos para concreto hidráulico	4.01.02.004	G.D.F.
Materiales para curado de concreto hidráulico	4.01.01.005	G.D.F.

REQUISITOS DE CALIDAD

- C01- La resistencia a la compresión de los separadores, elaborados con mortero, debe ser cuando menos 50 % mayor y en ningún caso menor a la especificada en el proyecto.
- C.02. Cuando la masa del concreto contenga algún aditivo que modifique sus características, el separador de mortero debe cumplir además de la resistencia a la compresión, con las características que le otorgue dicho aditivo al concreto.

- C.03. Las pruebas de la resistencia a la compresión de los separadores de mortero, deben hacerse a los 28 días; sin embargo, los separadores se pueden aceptar a edades más tempranas, cuando el representante del Gobierno del Distrito Federal cuente con el historial sobre la evolución de la resistencia a la compresión de separadores de iguales características y dicho representante indique que los primeros poseen la resistencia necesaria para ser colocados.

Lo anterior, no exime de la verificación de la calidad de los separadores mediante las pruebas a los 28 días

- C 04. La altura estándar (ae) del separador, equivale al espesor del recubrimiento que va a generar, debe ser múltiplo de 5 milímetros, dentro del rango de 15 a 75 milímetros. Ver Tabla 1.

NOTA: Los separadores con altura estándar (ae) de 15 mm deben emplearse para concreto con tamaño máximo de agregado que no supere los 13 mm.

- C.05. El vacío en los separadores no cementados, elaborados con polietileno, polipropileno, metal o similar, debe ser al menos del 25 % dentro del área delimitada por su perímetro, en el plano de sección transversal al eje del acero de refuerzo. Además, el separador o el soporte deben presentar la menor superficie posible en el paramento del elemento de concreto una vez que ha sido descimbrado.
- C.06. En los separadores de atadura, la dimensión de la base en el sentido de la barra de acero, debe ser al menos 20 milímetros y tener al menos el 75 % del espesor del recubrimiento en la dirección perpendicular a la de la barra de acero de refuerzo.
- C.07. El radio de rotación (R) en un separador autofijante tipo rueda equivale a la altura estándar (ae), más el radio del acero de refuerzo, colocado en el centro de la rueda. Ver figuras de la 11a, a la 11c.

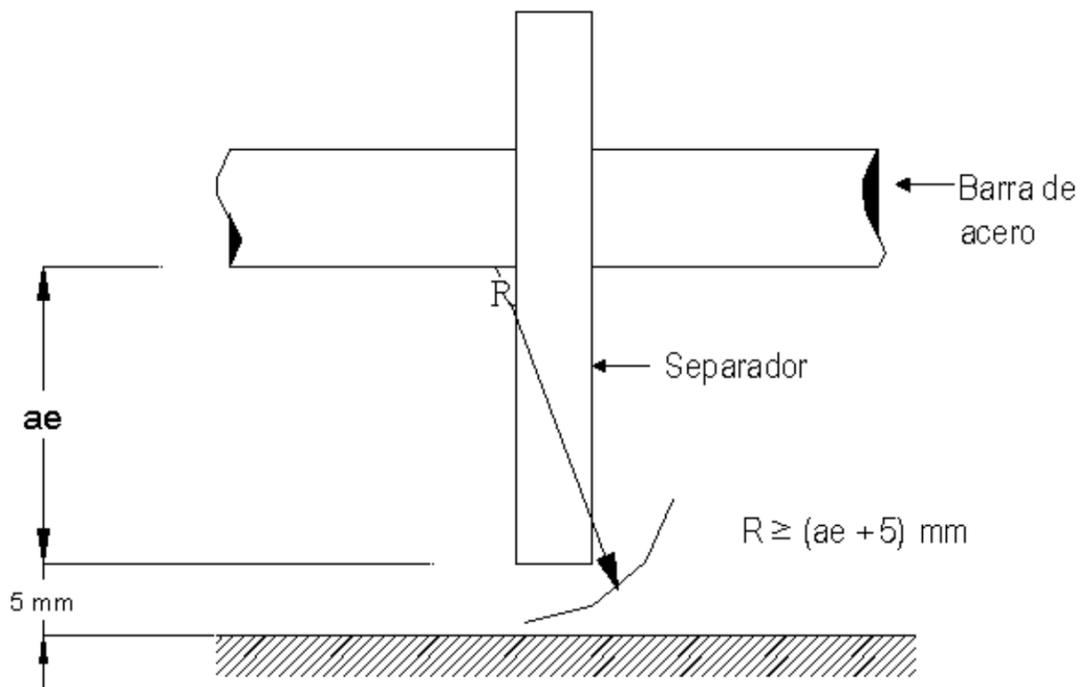


FIGURA 11ª. Radio de giro R para evitar el volteo

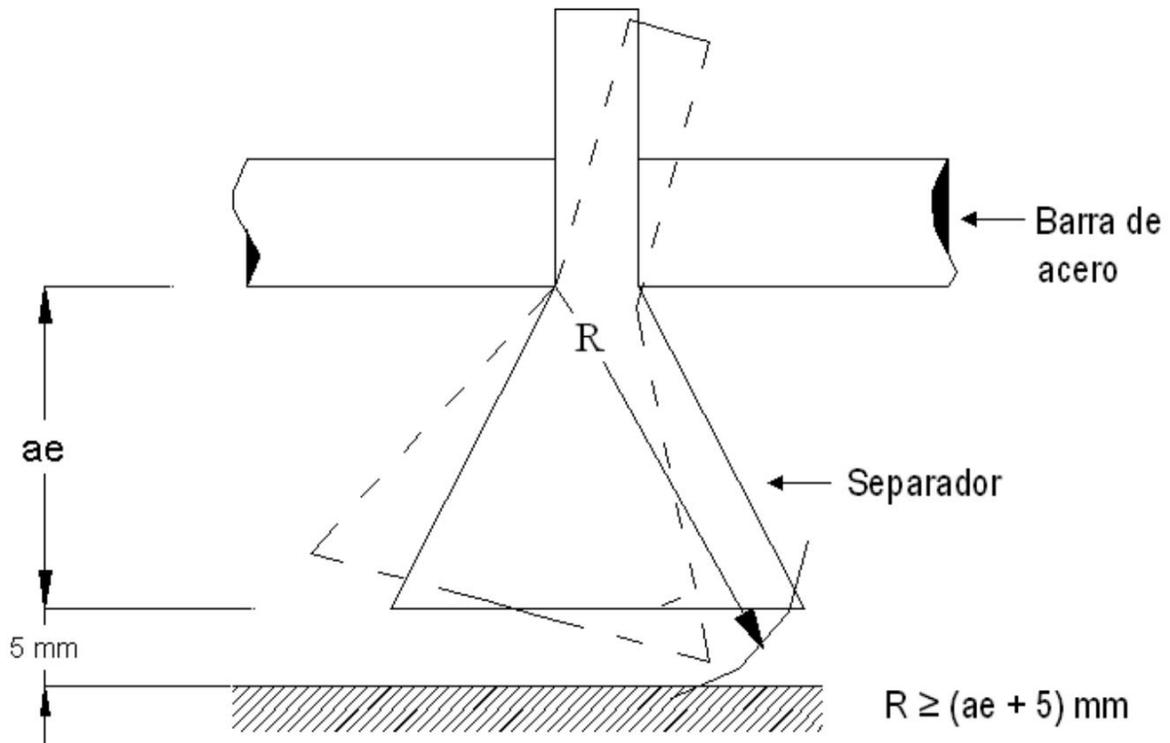


FIGURA 11b. Radio R para evitar el volteo

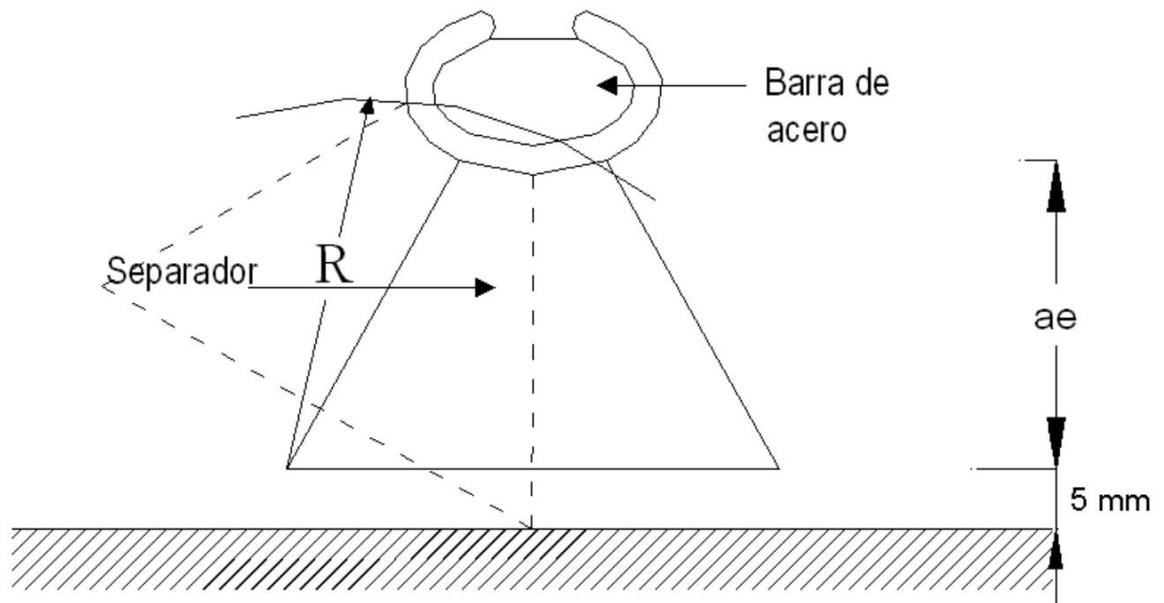


FIGURA 11c. Radio R para evitar el volteo

C.08. En los separadores de rueda autofijantes no se requiere de un radio de rotación R mínimo perpendicular a la barra, la estabilidad paralela al acero de refuerzo se obtiene mediante la longitud de la sección de soporte que debe ser mayor que la mitad del recubrimiento requerido. Ver Figura 12

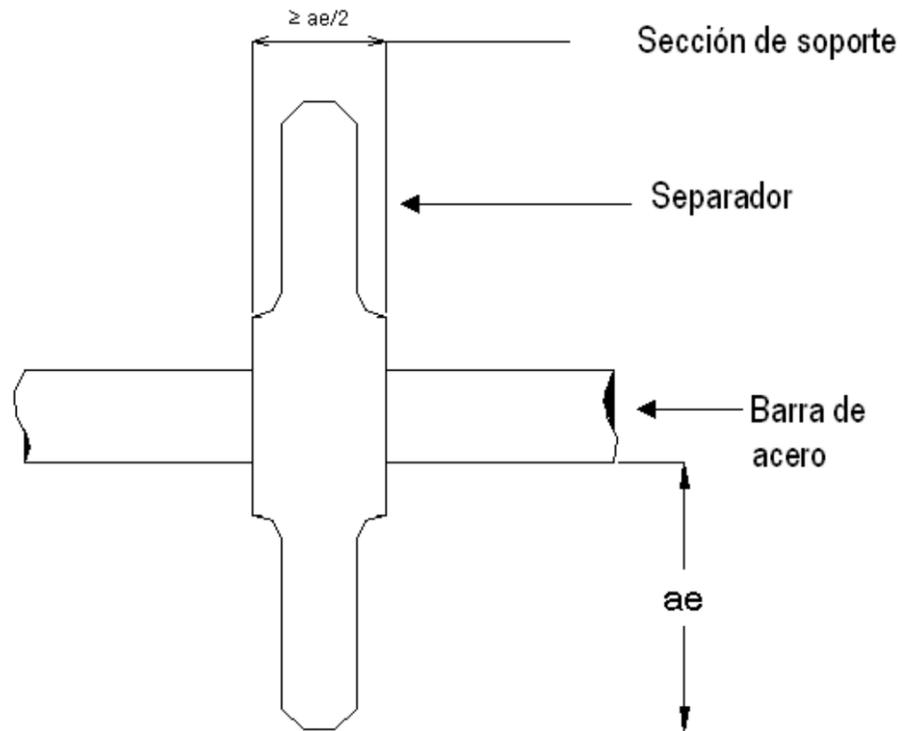


FIGURA 12. Relación de separadores de rueda autofijantes

- C.09. Para los soportes, poyos o silletas individuales, la distancia mínima entre los extremos de cualquier par de patas, no debe ser menor que la mitad de la altura del soporte.
- C.10. En los soportes continuos, la distancia mínima entre los extremos de las dos filas de patas, no debe ser menor que la mitad de la altura del soporte.
- C.11. Los separadores autofijantes deben soportar un peso de 5 kg sin deslizarse a lo largo del acero de refuerzo, como se muestra en la Figura 13

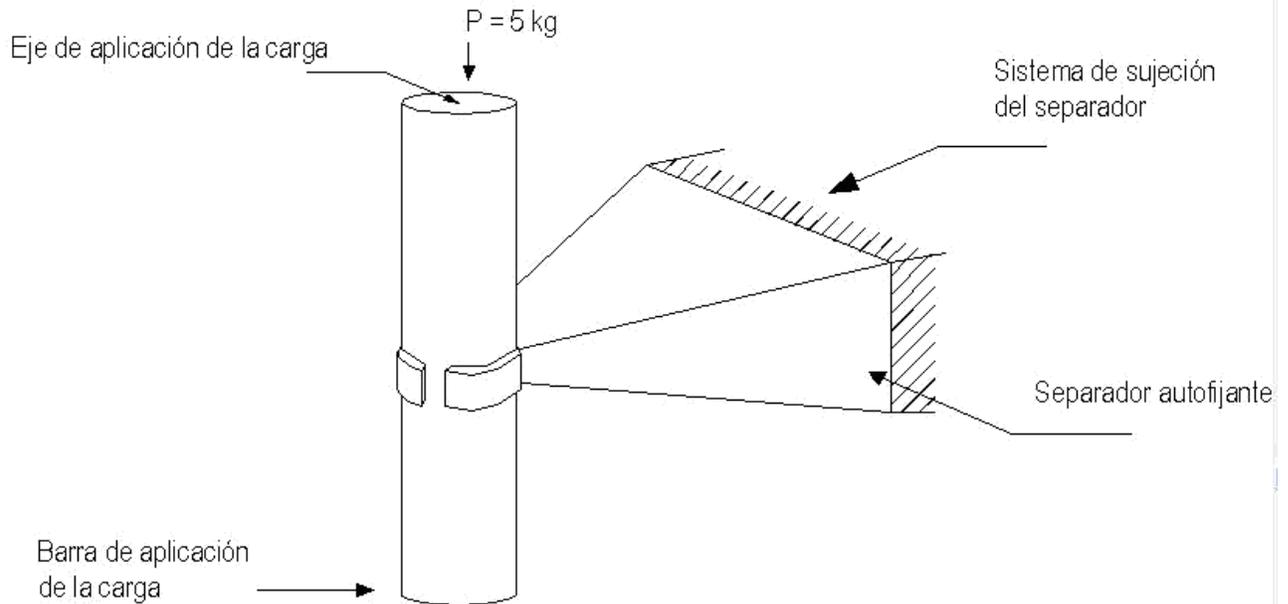


FIGURA 13. Prueba de deslizamiento

C.12. Los separadores autofijantes no deben requerir de una fuerza mayor de 50 N (5 kgf) para introducirlos en el acero de refuerzo de mayor diámetro para el cual se supone deben servir.

CIUDAD DE MÉXICO

C.13. El fabricante de separadores o soportes debe indicar en cuando menos una de las caras del envase (caja o bolsa), lo siguiente:

- a.- Nombre del producto
- b.- Marca registrada.
- c.- El título de "Hecho en México" o país de procedencia
- d.- Altura estándar (ae) en milímetros.
- e.- El uso ligero (L), semipesado (M), pesado (P) y en caso de soporte

pesado (SP).

f.- Indicar si el separador es autofijante o de atadura, de material plástico, de mortero o compuesto.

g.- Indicar según su forma y localización si es separador de asiento, de rueda, continuo o de tope.

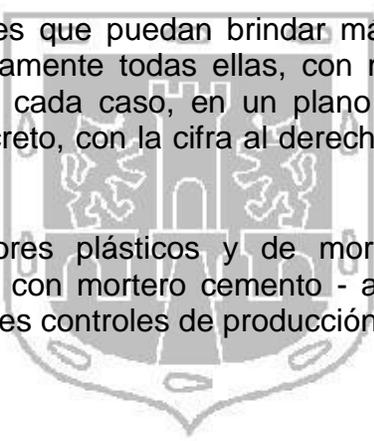
h.- Cantidad de piezas que contiene el envase o bolsa.

C.14.- Los empaques, atados o manojos de separadores o soportes, deben tener al menos una identificación con su altura estándar (ae) en milímetros y las letras L, M, P y SP según el uso para el cual están diseñados.

C.15.- Los separadores para una sola altura estándar, deben tener su marca o identificación, adyacente al punto donde el separador soporta el acero de refuerzo o en la cara de apoyo.

C.16.- En los separadores que puedan brindar más de una altura estándar, se deben indicar claramente todas ellas, con marcas o identificaciones que deben quedar, en cada caso, en un plano perpendicular al plano de la superficie del concreto, con la cifra al derecho, al miraras colocadas sobre la zona de apoyo.

C.17.- Para los separadores plásticos y de mortero, fabricados con resinas plásticas inertes y con mortero cemento - arena, se deben tener cuando menos los siguientes controles de producción para una calidad estándar:

- 
- CIUDAD DE MÉXICO
- a. Bitácoras de producción, de control de calidad de la materia prima y del producto terminado.
 - b. Monitoreo de los parámetros de inyección del plástico o de la cantidad de mortero para evitar desviaciones en el moldeo de las piezas.
 - c. Pruebas de funcionamiento y de comportamiento del producto terminado en cada lote, de acuerdo a lo establecido en la Cláusula D.

C.18. Para los soportes fabricados con alambre o varillas corrugadas o lisas, el fabricante debe establecer los parámetros que definan las características de resistencia y control de la calidad en la producción, de manera que el

Gobierno del Distrito Federal reciba junto con la entrega de la piezas adquiridas, una garantía que respalde el desempeño eficiente de cada pieza durante y al término del proceso de construcción ejecutado.

MUESTREO Y PRUEBAS.

E.01. Salvo que el Gobierno del Distrito Federal modifique o establezca tamaños de muestras diferentes o los relacionados a continuación, los lotes de separadores y soportes, deben ser muestreados de acuerdo con la Tabla 2.

TABLA 2 Tamaño de lote y muestra de separadores y soportes.

Tamaño del lote (piezas)	Tamaño de la muestra (piezas)
10 a	10
1 201 a	20
3 201 a	32
10 001 a	50
35 001 a	80
150 001 a	125
500 001 a o más	200

E.02. La elección de los soportes, separadores de mortero, compuestos o de plástico seleccionados para formar los lotes, debe ser al azar, tener iguales características (materiales, forma, tamaño, entre otros) y aplicar el método estadístico para el caso.

CIUDAD DE MÉXICO

E.03. Las pruebas a las que se someterán las muestras deben ser primeramente las de dimensiones, forma, calidad de producción (superficie sin rugosidad, fisuras, burbujas, contaminados con grasas o aceites; entre otros), y cualquier otro defecto que demerite su calidad, posteriormente la verificación de la altura estándar (ae), radio de rotación (R) y por último las pruebas de carga (c) para evaluar la deflexión inicial (di) y la deflexión remanente (dr). Para los separadores autofijantes se debe ejecutar previamente a la prueba de carga, la de resistencia al deslizamiento (rd) y de fuerza de fijación (Ff).

E.04. Se deben utilizar todas las piezas que contenga la muestra, para someterlas a todas las pruebas descritas anteriormente en el subinciso anterior, antes de someterlas a las pruebas de carga.

E.05. Para medir las dimensiones de los separadores y soportes, se debe utilizar un calibrador con una precisión de una décima de milímetro.

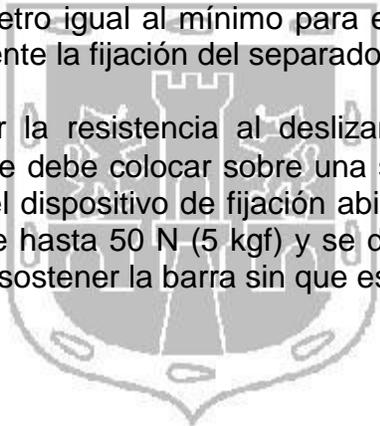
E.06. Se debe medir el radio (R), utilizando los brazos del calibrador, siguiendo las directrices que aparecen en las figuras 11a, 11b y 11c.

E.07. La prueba de deslizamiento y de fijación para los separadores autofijantes plásticos debe realizarse a una temperatura de $313\text{ K} \pm 2\text{ K}$ ($40^\circ\text{ C} \pm 2^\circ\text{ C}$), manteniendo en agua dichos separadores por un periodo de 15 minutos antes de la prueba, retirarlos, secarlos y someterlos a la prueba de deslizamiento y fijación y además tomar en consideración lo siguiente:

Cada espécimen se debe sujetar firmemente contra un dispositivo tal que el eje del acero de refuerzo al cual se fija, quede en dirección vertical. Ver figura 13.

Se debe usar una barra lisa de acero, pulida, sin óxido y sin grasa, con un diámetro igual al mínimo para el que se supone debe operar apropiadamente la fijación del separador y una masa de 0,50 kg.

Para evaluar la resistencia al deslizamiento de la barra, cada espécimen se debe colocar sobre una superficie plana, firme, seca y limpia (con el dispositivo de fijación abierto hacia arriba), se le aplica una carga de hasta 50 N (5 kgf) y se debe observar si el espécimen es capaz de sostener la barra sin que esta se deslice verticalmente.



CIUDAD DE MÉXICO

E.08. Para la prueba de carga, cada espécimen se debe colocar sobre una superficie plana, firme, seca y limpia en la posición como va a prestar su servicio el separador, además, debe atenderse lo siguiente:

Los separadores de mortero o compuestos, deben permanecer saturados en agua durante 24 horas $\pm 0,5$ horas antes de la prueba, a una temperatura de $297\text{ K} \pm 8\text{ K}$ ($24^\circ\text{ C} \pm 8^\circ\text{ C}$)

Los separadores autofijantes plásticos o compuestos se deben probar a una temperatura de $313\text{ K} + 2\text{ K}$ ($40^\circ\text{ C} + 2^\circ\text{ C}$), previamente sumergidos en agua por un periodo de 15 minutos; retirarlos, secarlos y someterlos a la prueba de carga.

Para la aplicación de esta prueba, se puede emplear una prensa de 3 000 N (300 kgf) de capacidad mínima y capaz de mantener esta carga durante 10 minutos. Adicionalmente se debe medir la deflexión inicial del espécimen en el sentido del eje de aplicación de la carga. Si no se tiene una máquina de ensayo con estas características, se puede construir una como se indica a continuación:

La máquina debe ser capaz de aplicar una carga de 3 000 N (300 kgf) en el mismo eje en el cual el refuerzo se aplica la carga sobre el separador y permitir medir las deflexiones (acortamiento vertical en ese mismo eje) debidas a la aplicación de la carga. Ver Figura 14. En este equipo, el contrapeso debe compensar la masa del brazo y del dispositivo para la aplicación de la carga, el cual debe tener las características descritas en D.07.b y D.07.c.

El pivote no debe permitir desplazamiento en ningún sentido del plano vertical. El equipo se debe construir para que mediante una combinación de masa (M) y distancias (a y b), pueda producir cargas de 250 N (25 kgf), 500 N (50 kgf), 1 000 N (100 kgf) y 3 000 N (300 kgf) como se indican en la Tabla 1 y de 50 N (5 kgf) como se indica en D.07c.

Para definir las dimensiones de este equipo, se debe emplear la siguiente fórmula:

$aC = M(a + b)$ Donde:

a = Distancia del eje de aplicación de la carga al pivote, en milímetros.

C = Carga sobre el espécimen, en Newton.

M = Masa, en Newton.

b - Distancia de la masa M al eje de aplicación de la carga, en milímetros.

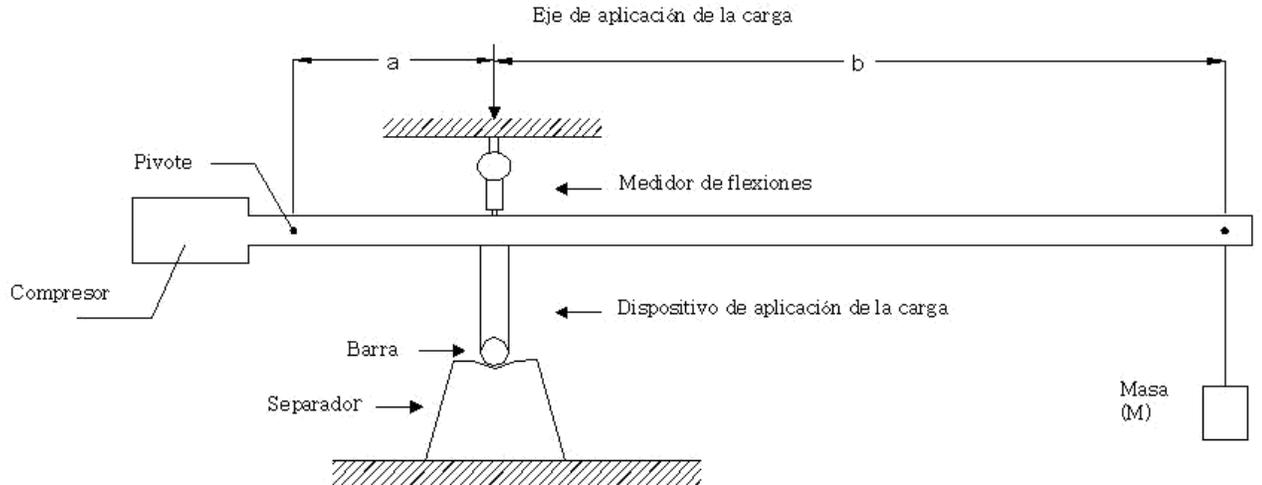


FIGURA 14. Esquema de la prueba de carga puntual para los separadores

Para la transmisión de la carga al espécimen de manera similar a como lo hace una varilla de acero de refuerzo, se debe emplear un dispositivo que la simule, el cual debe estar firmemente unido al bloque o elemento superior de aplicación de la carga, o tener una carga circular, con un diámetro igual a su altura, o sea la separación entre el bloque superior de aplicación de la carga y el nivel más bajo de la fijación. Cuando se prueben separadores de rueda, el dispositivo debe tener forma de marco, con una altura libre igual al diámetro exterior de la rueda, más 10 milímetros y un ancho libre, o longitud del tramo que modela la varilla de acero de refuerzo, de al menos la longitud de la cuna del dispositivo de fijación más 10 milímetros, la cual no debe ser menor que el diámetro del tramo que modela la varilla de refuerzo. Ver la Figura 15a.

Cuando se prueben separadores que no sean de rueda y se pueda usar el dispositivo anterior, o uno con forma de "T", en el cual la longitud del tramo que modela la varilla de refuerzo debe ser, al menos, igual al diámetro de la misma y no debe ser menor que el ancho de la fijación del soporte que se va a evaluar. Ver Figura 15b.

La posición del dispositivo que simula la varilla de refuerzo, debe ser una varilla de acero, pulida, sin óxido y sin grasa; cada espécimen se debe evaluar para el diámetro más pequeño y el más grande de las varillas de refuerzo para las cuales fue diseñado.

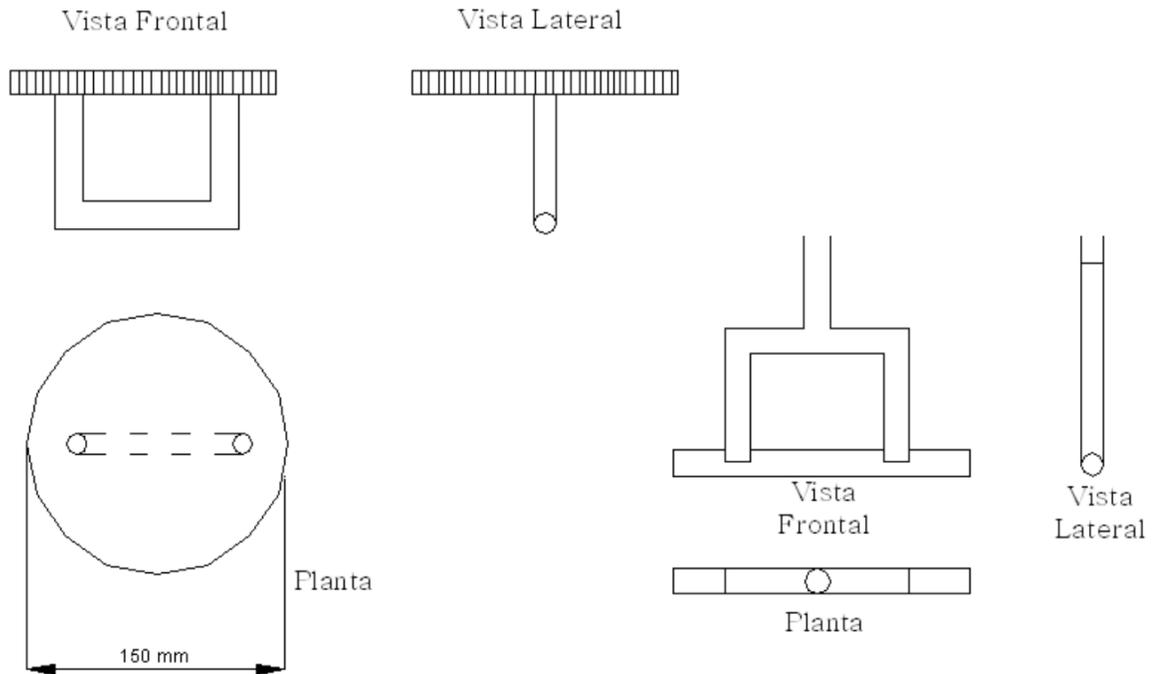


FIGURA 15a. Dispositivo de aplicación de la carga circular y en forma de marco

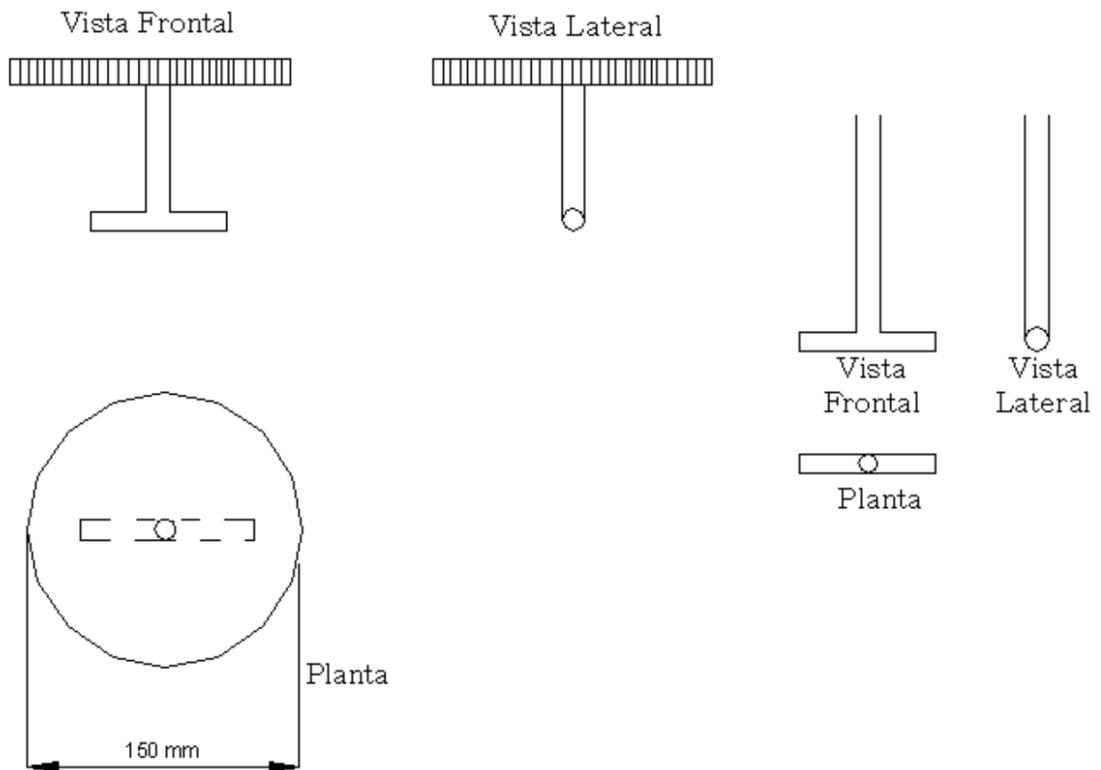


FIGURA 15b. Dispositivo de aplicación de la carga circular en forma de "T"

d. Los separadores de rueda autofijantes, deben soportar la carga especificada con la abertura para la inserción de la varilla de refuerzo, colocada en cualquier posición de trabajo de la mitad superior del espaciador. Ver figura 16

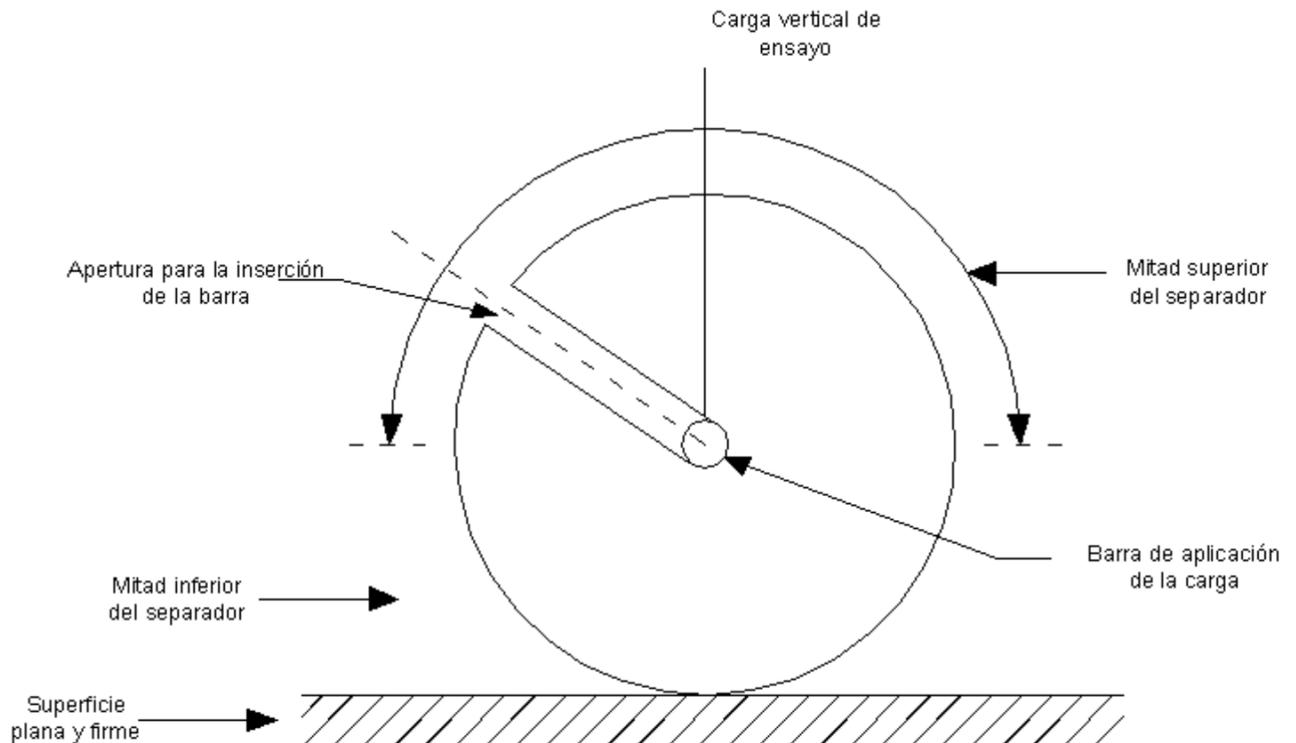


FIGURA 16. Posición del separador rueda en el momento de aplicación de la carga

e. La carga se debe aplicar en menos de 10 segundos y debe permanecer aplicada por 10 minutos adicionales, tiempo después del cual se debe medir la deflexión y ésta no debe ser mayor que la deflexión inicial indicada en la Tabla 1. Posteriormente se retira la carga y transcurrido un minuto se mide de nuevo la deflexión, la cual no debe ser mayor de la deflexión remanente indicada en la Tabla 1. Durante la prueba no se deben quebrar o perforar los protectores de las plantas de los soportes.

Después de 1 prueba, los separadores de mortero o concreto, no deben presentar fisuras visibles a simple vista, pero pueden presentar descascamientos superficiales no mayores que 2 mm, debajo de las varillas de aplicación de la carga.

E.09. El informe del resultado de la prueba de laboratorio debe contener como mínimo la siguiente información para cada espécimen de la muestra:

Clasificación del elemento (separador o soporte), uso y tipo,

Radio de rotación (R), en milímetros.

Deflexión inicial (di), en milímetros, para cada diámetro.

Deflexión remanente (dr), en milímetros, para cada diámetro (no se debe aplicar esta prueba a los soportes).

e. Cumplimiento del requisito de resistencia al desplazamiento (si o no) (sólo para los separadores autofijantes).

Resistencia a la compresión en Megapascales y en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado.

BASES DE ACEPTACIÓN.

F.01. Los separadores deben cumplir con las características señaladas en este capítulo de norma, pudiéndose aceptar si se encuentran dentro de las tolerancias señaladas en la Tabla 3.

TABLA 3 Número de piezas probadas para aceptación o rechazo del lote.

Tamaño de la muestra	Piezas defectuosas	
	Se acepta el lote	Se rechaza el lote
10	1	2 o más
20	1	4 o más
32	2	5 o más
50	3	6 o más
80	5	8 o más
125	7	10 o más
200	10	13 o más

F.02. Las tolerancias en las dimensiones de las piezas según el catálogo de fabricante pueden ser las siguientes:

a. Dimensiones de las piezas.

Longitud, ancho o diámetro ± 2 mm

Altura estándar (ae) ± 2 mm

F.03. Para tamaño de la muestra entre 20 y 200, si las piezas defectuosas resultan estar entre el número para el que se acepta y el que se rechaza el lote, se procede a formar un nuevo lote de igual tamaño, se prueba, y si en esta ocasión no se cumple con lo anotado en la segunda columna de la Tabla 3, el lote debe rechazarse.

F.04. Los separadores plásticos después de haber sido sometidos a las pruebas de carga, no deben tener una deflexión remanente ni descascaramiento mayor de 2 milímetros.

F.05. Los separadores y soportes, deben estar libres de fisuras, cortes, deformaciones, torceduras, indicios de fluencia en los separadores plásticos y de cualquier otro tipo de defectos que afecten su uso y posterior comportamiento en el concreto. Cuando los separadores sean de mortero o concreto, éstas no deben tener fisuras, burbujas ni hormigueros que afecten su desempeño.

F.06. Se considera que el lote de producción no cumple con los requerimientos de esta norma, cuando un espécimen de una muestra no cumple con alguno de los requisitos especificados en ella, por lo que se debe obtener de ese lote un nuevo tamaño de muestra, y a cada una de las piezas que la integran se les debe someter a las pruebas establecidas en este capítulo, si en esta muestra una pieza no cumple alguno de los requisitos mencionados en la cláusula D, se debe rechazar el lote en su totalidad.

DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Productos de la disolución o incorporación en el asfalto de un material diferente al mismo (polímeros, hule molido de neumáticos, fibras, etc.), para enriquecer sus propiedades reológicas, reducir su susceptibilidad térmica y los efectos físicos producidos por fatiga y deformaciones permanentes en la carpeta asfáltica, así como el deterioro producido por el intemperismo, por los altos índices de tránsito vehicular y el exceso de carga y mejorar la adherencia del asfalto al agregado pétreo.

A.02. Los materiales asfálticos modificados se clasifican según la sustancia base en:

- a. Asfalto modificado.
- b. Emulsión asfáltica modificada

A.03. Los asfaltos modificados se clasifican según el material aplicado, en tres grupos:

- a. Asfalto modificado con polímeros, en el que se tienen dos clases generales de polímeros modificadores:

Elastómeros. Conocidos como Tipo I por su arreglo molecular en bloques y Tipo II por su arreglo molecular en forma lineal. Se caracterizan por su alto grado de elasticidad ya que sus moléculas son alargadas y delgadas y se alinean cuando se estiran, recuperando después su posición inicial si no sobrepasan su límite elástico; ayudan a reducir la deformación permanente y el agrietamiento por fatiga de la carpeta. Ayudan a retardar el envejecimiento, proporcionando mayor resistencia y flexibilidad a la carpeta asfáltica

Plastómeros. Conocidos como Tipo III por su arreglo molecular normalmente basado en copolímeros de etileno. Se caracterizan por su alta resistencia al ahuellamiento y al agrietamiento por fatiga; y tienen mejores resultados a altas temperaturas generando una mezcla de alta estabilidad y rigidez.

- b. Asfalto modificado con hule reciclado o látex. También se le conoce como asfalto ahulado y es enriquecido con hule proveniente de neumáticos molidos. Incrementa la resistencia a la deformación permanente, al agrietamiento por fatiga y por temperatura baja.
- c. Fibras. Productos de origen polimérico, de celulosa o de asbesto, entre otros; que se incorporan al asfalto y se caracterizan por formar una red tridimensional entre los agregados pétreos y el asfalto, que refuerzan y mejoran las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, incrementando los niveles de estabilidad, proporcionando mayor flexibilidad y la recuperación a las deformaciones permanentes

A.04 El objeto de modificar el asfalto, es el de incrementar su vida útil y enriquecer su reología para lograr:

Disminuir la susceptibilidad térmica.

Disminuir la fragilidad en tiempo de frío y aumentar la cohesión en tiempo de calor.

Disminuir la susceptibilidad a los tiempos de aplicación de la carga.

Aumentar la resistencia a la deformación permanente y a la ruptura, en un rango más amplio de temperaturas, tensiones y tiempos de carga.

Mejorar la adherencia de los agregados con el asfalto.

Restituir la resistencia a la acción del agua.

Reducir costos por mantenimiento.

REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS.

B.01 El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTOS	CAPÍTULOS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Muestreo de materiales asfálticos	M.MMP.4.05.001	S.C.T.
Calidad de los materiales asfálticos modificados	N.CMT.4.05.002	S.C.T.
Viscosidad rotacional Brookfield de cementos asfálticos	M.MMP..4.05.005	S.C.T.

Vigente a partir del 31 de agosto de 2009
056-02

CONCEPTOS	CAPÍTULOS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Pruebas en el residuo de la película delgada de cementos asfálticos	M.MMP.4.05.010	S.C.T.
Ductilidad de cementos y residuos asfálticos	M.MMP..4.05.011	S.C.T.
Separación, diferencia anillo y esfera en cemento asfáltico modificado	M.MMP..4.05.022	S.C.T.
Resiliencia en cemento asfáltico modificado	M.MMP..4.05.023	S.C.T.
Recuperación elástica por torsión en cemento asfáltico modificado	M.MMP..4.05.024	S.C.T.
Módulo reológico de corte dinámico	M.MMP..4.05.025	S.C.T.
Recuperación elástica en ductilómetro	M.MMP..4.05.026	S.C.T.
Materiales pétreos para carpetas y mezclas asfálticas	4.01.01.007	G.D.F.
Materiales asfálticos	4.01.01.008	G.D.F.
Sello para capa de rodamiento	4.01.01.028	G.D.F.
Mezclas asfálticas	4.01.01.002	G.D.F.
Aditivos para materiales asfálticos	4.01.02.053	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

- C.01. Un asfalto modificado debe tener una calidad intrínseca, cuando éstos formen una red que mejore las propiedades del asfalto; el modificador debe dispersarse adecuadamente para tener el máximo contacto con el asfalto, permitir que los maltenos sean absorbidos por dichos modificadores a la vez que faciliten la dispersión. Además que el modificador se mantenga disperso a través del tiempo, mediante aditivos que ayuden a tejer la red tridimensional y darle la

estabilidad necesaria.

El empleo de los modificadores está condicionado al análisis de las ventajas que se obtengan de ellos para mejorar el comportamiento mecánico y la duración de los trabajos de pavimentación en cada caso específico y de acuerdo con las condiciones climáticas, de tránsito, la rigidez de la estructura del pavimento, la disponibilidad de los materiales, el periodo de vida útil considerado en el diseño, la estrategia de mantenimiento y el costo de operación de los vehículos, entre otros. Corresponde al proyectista la selección del tipo de modificador a emplear y su dosificación, para cumplir con los parámetros de comportamientos deseados.

C.02. Los cementos asfálticos modificados, dependiendo del tipo de modificador empleado, deben cumplir en general, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 1; sin embargo, pueden existir variaciones si el proyectista así lo considera en su diseño.

C.03. Los cementos clasificados como AC-5 y AC-20, según su viscosidad dinámica a 333 K (60 °C), que cumplan con los requisitos de calidad establecidos en la norma 4.01.01.008 "Calidad de materiales asfálticos", indicada en la cláusula B de Referencias una vez modificados, deben cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 1

TABLA 1 Requisitos de calidad para cementos asfálticos tipos AC-5 y AC-20 modificados.

PROPIEDADES	TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO (TIPO DE MODIFICADOR)				
	A C	A C	A C	A C	A C
	-	-	-	-	-
	5	2	2	2	2
	(0	0	0	0
	T	((((
	ip	T	T	T	H
	o	i	i	ip	ul
	ó	p	p	o	e
	ll	o	o	ll	m
))))	ol
))		id
))		o)

Cemento asfáltico modificado					
Viscosidad Saybolt-Furol a 408 K (135 °C); s máximo	5 0 0	1 0 0 0	1 0 0 0	1 0 0 0	--
Viscosidad rotacional Brookfield a 408 K (135 °C); Pa s máximo	2	4	3	4	--
Viscosidad rotacional Brookfield (Tipo Haake) a 450 K (177 °C); Pa s máximo	--	- -	- -	--	7
Penetración: A 298 K (25 °C), 100g, 5s, 10 ⁻¹ mm mínimo A 277 K (4 °C), 200g, 60s, 10 mm mínimo	8 0 4 0	4 0 2 5	4 0 2 5	3 0 2 0	3 0 1 5
Punto de inflamación Cleveland °C, mínimo	2 2 0	2 3 0	2 3 0	2 3 0	2 3 0
Punto de reblandecimiento; °C mínimo	4 5	5 5	5 5	5 3	5 7

TABLA 1 Requisitos de calidad para cementos asfálticos tipos AC-5 y AC-20 modificados.

PROPIEDADES	TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO (TIPO DE MODIFICADOR)				
	A C - 5 (T i p o I l l)	A C - 2 0 (T i p o I l)	A C - 2 0 (T i p o I l)	A C - 2 0 (T i p o I l)	A C - 2 0 (H u l e m o l i d o)
Separación, diferencia anillo y esfera; °C, máximo	3	3	3	4	5
Recuperación elástica por torsión a	2	3	3	1	4

Vigente a partir del 31 de agosto de 2009
056-05

298 K (25 °C); % mínimo	5	0	0	5	0
Resiliencia a 298 K (25 °C); % mínimo	2	2	2	2	3
	0		0	5	0
Del residuo de la prueba de la película delgada (3,2 mm, 50 g)					
Pérdida por calentamiento a 436 K (163 °C); % máximo	1	1	1	1	1
Ductilidad a 277 K (4 °C) y 5 cm/min; cm mínimo	1	7	1	5	5
	0		0		
Penetración a 277 K (4 °C), 200 g, 60 s; 10 ⁻¹ mm mínimo	--	-	-	--	1
					0
Penetración retenida a 277 K (4 °C), 200 g, 60 s; % mínimo	6	6	6	5	7
	5	5	5	5	5
Recuperación elástica en ductilómetro a 298 K (25 °C), % mín.	5	5	6	3	5
	0	0	0	0	5
Incremento en temperatura anillo y esfera; K (°C), máximo	--	-	-	--	1
					0
Módulo reológico de corte dinámico a 349 K (76 °C); (G*/sen θ) kPa, mínimo	--	2	2	2	2,
		2	2	2	2
Módulo reológico de corte dinámico a 337 K (64 °C); (G*/sen s) kPa, mínimo	2,	-	-	--	--
	2	-	-		
Ángulo fase (θ) (visco-elasticidad) a 349 K (76 °C), máximo	--	7	7	7	--
		5	0	5	
Ángulo fase (θ) (visco-elasticidad) a 337 K (64 °C), máximo	7	-	-	--	--
	5	-	-		

C.04. Los requisitos que deben cumplir los asfaltos AC-5 o AC-20, modificados con fibras, deben ser equivalentes a los establecidos para los asfaltos modificados con polímeros.

C.05. En el caso de que el asfalto modificado presente problemas de estabilidad o de separación, se debe utilizar un agente estabilizador recomendado por el fabricante del modificador.

C.06. . En el asfalto modificado con hule molido, este último debe cumplir con una de las granulometrías indicadas en la Tabla 2

TABLA 2 Requisitos de granulometría para hule molido

MALLA		TAMAÑO NOMINAL		
Abertura mm	Designación Número	H20 % que pasa	H40 % que pasa	H80 % que pasa
2	10	100	---	---
1,18	16	75-100	---	---
0,85	20	59-90	100	---
0,60	30	25-60	75-100	100
0,425	40	10-40	55-90	80-100
0,30	50	0-20	25-60	60-100
0,15	100	0-10	0-30	4-70
0,075	200	0-5	0-10	0-20
Contenido mínimo de hule en el asfalto en masa; %		17	15	12

C.07. Las emulsiones elaboradas con asfalto AC-5 modificado con polímero tipo I o II, deben cumplir con las características establecidas en la Tabla 3.

TABLA 3 Requisitos de calidad para emulsión asfáltica modificada

CARACTERÍSTICAS	VALOR
De la emulsión	
Contenido de cemento asfáltico en masa; % mínimo	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 323 K (50 °C)	50-200
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	3
Retenido de peso en malla No 20 en la prueba del tamiz; % máximo	0,1
Carga eléctrica de las partículas	(+)
Disolvente en volumen; %, máximo	3
Demulsibilidad; % mínimo	60
Índice de ruptura; %	80-140
Del residuo de la destilación	
Penetración a 298 K (25 °C), en 100 g y 5 s; 10^{-1} mm	100-200
Ductilidad a 277 K (4 °C), 5 cm/min; cm, mínimo	30
Recuperación elástica en ductilómetro a 298 K (25 °C), 20 cm, 5 min; %, mínimo	40
Recuperación elástica en ductilómetro a 283 K (10 °C), 20 cm, 5 min; %, mínimo	50

Vigente a partir del 31 de agosto de 2009
056-07

- C.08. Los modificadores antes de mezclarse con el cemento asfáltico deben ser transportados y almacenados de acuerdo a las instrucciones del proveedor o fabricante; así mismo, cuando la mezcla del modificador con el cemento asfáltico se realice en una planta industrial. En el transporte y almacenamiento del cemento asfáltico modificado se debe atender lo establecido en la cláusula G de la Norma N.CMT.4.05.001 "Calidad de materiales asfálticos" de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

MUESTREO Y PRUEBAS

- E.01. El muestreo debe realizarse según lo establecido en el método de procedimiento de prueba M.MMP.4.05.001/00 "Muestreo de materiales asfálticos" de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y las pruebas a las que se deben someter los asfaltos modificados son las establecidas en este capítulo de norma, o los fijados en forma especial en el proyecto.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

- F.01. Con la finalidad de controlar durante la ejecución de la obra, la calidad del material asfáltico modificado, el contratista debe realizar las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como lo establece el manual M.MMP.4.05.001/00 "Muestreo de materiales asfálticos", de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y de acuerdo con los procedimientos de prueba establecidos en los manuales indicados en la cláusula B de Referencias en el número y con la periodicidad que se especifique en el proyecto autorizado por el Gobierno del Distrito Federal, que verifiquen que las características indicadas en la Tabla 4, cumplan con los valores establecidos en este capítulo, o los fijados especialmente para el proyecto, entregando al representante del Gobierno del Distrito Federal los resultados de dichas pruebas.
- F.02. En caso de que el material asfáltico modificado no cumpla con lo señalado en el inciso E.01., se debe corroborar la deficiencia de calidad, realizando las pruebas necesarias en las muestras obtenidas como se especifica en el manual M.MMP.4.05.001/00 "Muestreo de materiales asfálticos" de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, indicado en la cláusula B de Referencias de este capítulo y mediante los procedimientos de prueba señalados en esta misma cláusula, que verifiquen que las características establecidas en la Tabla 5, cumplan con los valores de este capítulo, o los fijados especialmente para el proyecto, entregando a la residencia de obra a través de la supervisión los resultados de dichas pruebas. Es motivo de rechazo si persiste la discrepancia o no conformidad.

TABLA 4 Características de calidad que se deben revisar en los materiales asfálticos modificados, durante la ejecución de la obra.

CEMENTOS ASFÁLTICOS MODIFICADOS CALIDAD DE LOS MATERIALES ASFÁLTICOS	EMULSIONES ASFÁLTICAS MODIFICADAS
En el cemento asfáltico	En la emulsión
<ul style="list-style-type: none"> • Viscosidad Saybolt-Furol a 408 K (135 °C) • Penetración <ul style="list-style-type: none"> ➢ A 298 K (25 °C), 100g, 5 s ➢ A 277 K (4 °C), 200g, 5 s • Punto de inflamación Cleveland • Punto de reblandecimiento • Separación, diferencia anillo y esfera • Recuperación elástica por torsión a 298 K (25 °C) 	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de cemento asfáltico en masa • Viscosidad Saybolt-Furol a 323 K (50 °C) • Asentamiento en 5 días • Retenido de peso en malla No 20 • Carga eléctrica de las partículas • Disolvente en volumen • Demulsibilidad • Índice de ruptura
En el residuo de la película delgada	En el residuo de la destilación
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida por calentamiento a 436 K (163 °C) • Incremento en temperatura anillo y esfera 	<ul style="list-style-type: none"> • Penetración a 298 K (25 °C), en 100g y 5 s • Recuperación elástica en ductilómetro a 298 K (25 °C)

TABLA 5. Características de calidad que se deben revisar en los materiales asfálticos modificados para su aceptación, en caso de discrepancias

CEMENTOS ASFÁLTICOS MODIFICADOS	EMULSIONES ASFÁLTICAS MODIFICADAS
En el cemento asfáltico	En la emulsión
<ul style="list-style-type: none"> • Viscosidad rotacional Brookfield a 408 K (135 °C) o tipo Haake a 450 K (177 °C), según el caso • Resiliencia a 298 K (25 °C) 	
En el residuo de la película delgada	En el residuo de la destilación
<ul style="list-style-type: none"> • Ductilidad a 277 K (4 °C) y 5 cm/min 	<ul style="list-style-type: none"> • Ductilidad a 277 K (4 °C) y 5

<ul style="list-style-type: none"> • Penetración a 277 K (4 °C), 200g, 60s • Recuperación elástica en ductilómetro a 298 K (25 °C) • Módulo reológico de corte dinámico a 349 K (76 °C) • Ángulo fase (θ), a 349 K (76 °C) 	<ul style="list-style-type: none"> • cm/min • Recuperación elástica en ductilómetro a 283 K (10 °C)
--	---

F.03. Para que el material asfáltico modificado sea aceptado por el representante del Gobierno del Distrito Federal, el contratista de obra o el proveedor, antes de su utilización debe entregar a dicho representante un certificado emitido por un organismo certificador acreditado ante EMA o su equivalente en certificación ISO, por cada auto tanque, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos de calidad establecidos en el texto de este capítulo, o los que en forma especial se especifiquen en el proyecto.

F.04. El representante del Gobierno del Distrito Federal puede verificar la cantidad y tipo de cemento asfáltico utilizado por el contratista de obra, por lo que para tal efecto, éste manifestará que el representante del Gobierno del Distrito Federal puede en cualquier momento solicitar a la empresa que ha realizado la incorporación del modificador al asfalto, o a la empresa productora del modificador, la información correspondiente que acredite la cantidad y calidad del asfalto modificado.

F.05. En cualquier momento, el representante del Gobierno del Distrito Federal puede verificar que el material asfáltico suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en este capítulo de norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 057 MEZCLA ASFÁLTICA ELABORADA CON MATERIAL
RECUPERADO DE CARPETAS ASFÁLTICAS

DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Es la mezcla asfáltica que se produce con el material recuperado de la carpeta asfáltica, la adición de agregados pétreos, asfaltos nuevos y aditivos.

A.02. La mezcla asfáltica elaborada con material recuperado de carpetas asfálticas, se clasifica:

Según el método de remoción del material por recuperar.

1.-Fresado

2.-Escarificado

Según el procedimiento de elaboración de la mezcla. 1 En caliente

En frío

c. Según el lugar de elaboración.

En el sitio

En planta

d.- Según el uso al que se va a destinar:

1.- Retratamiento

2.- Reciclado

Según el porcentaje de material recuperado a utilizar:

1.-Bajo

2.-Alto

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos de calidad en la elaboración, tendido y compactación de las mezclas asfálticas que contiene material recuperado de carpetas asfálticas, para que brinden funcionalidad y servicio confiable al tránsito vehicular.

REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Pavimentos	2.03.03.010	G.D.F.
Carpeta de concreto asfáltico y riegos asfálticos	3.01.01.017	G.D.F.
Materiales pétreos para carpetas y mezclas asfálticas	4.01.01.007	G.D.F.
Materiales asfálticos	4.01.01.008	G.D.F.
Sello para capa de rodamiento	4.01.01.028	G.D.F.
Mezclas asfálticas	4.01.02.001	G.D.F.
Aditivos para materiales asfálticos	4.01.02.053	G.D.F.
Recuperación en caliente de carpetas asfálticas	N-CSV-CAR-3- 02-008/3	S.C.T.
Recuperación en frío de pavimentos asfálticos	N-CSV-CAR-4- 02-001/3	S.C.T.
Criterios para aceptación o rechazo de mezclas asfálticas	N-CMT-4-05- 003/2	S.C.T.
Muestreo de materiales asfálticos	M-MMP-4-05- 001/00	S.C.T.
Muestreo de mezclas asfálticas	M-MMP-4-05-029	S.C.T.
Carpetas asfálticas con mezcla en caliente	N-CTR-CAR-1- 04-006	S.C.T.
Carpeta por el sistema de riegos	N-CTR-04-008	S.C.T.
Carpetas asfálticas con mezcla en frío	N-CTR-CAR-1 - 04-007	S.C.T.

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método Marshall para mezclas asfálticas de granulometría densa	M-MMP-4-05-031	S.C.T.
Método Hveem para mezclas asfálticas de granulometría densa	M-MMP-4-05-032	S.C.T.
Método para evaluar el efecto del agua sobre agregados con recubrimientos asfálticos, usando agua en ebullición.	D-3625	ASTM-

C REQUISITOS DE CALIDAD:

C.01 En toda mezcla asfáltica elaborada con material recuperado en frío o en caliente, debe observarse lo siguiente:

Para su elaboración se recomienda emplear las siguientes proporciones:

- 1.- Para bajo porcentaje, 75 a 90% de mezcla asfáltica virgen, de la cual el 6,0 al 6,5 debe corresponder al cemento asfáltico original o modificado (mejorado) y el 93,5 al 94 % triturado pétreo; y del 10 al 25% de material recuperado.
- 2.- Para alto porcentaje, 35 a 70 % de mezcla asfáltica virgen, de la cual el 6,0 al 6,5 debe corresponder al cemento asfáltico original o modificado (mejorado) y el 93,5 al 94 % triturado pétreo y del 30 al 65% de material recuperado

Estas proporciones deben ser determinadas por el diseño para cada proyecto en específico.

El ligante asfáltico para formar la mezcla puede ser: asfalto AC-20, asfalto modificado (mejorado), asfalto con aditivos o emulsiones asfálticas, en la proporción que determine el resultado de las pruebas a las que se sometan las muestras obtenidas del material por recuperar y debe cumplir con lo establecido en el capítulo 4.01.01.008 "Materiales Asfálticos" y 4.01.02.001 "Mezclas Asfálticas" del Libro 4 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

El tipo y cantidad de aditivo que se agregue a la mezcla debe ser determinado por el resultado de las pruebas de las muestras mencionadas en el subinciso inmediato anterior, pero su calidad debe cumplir con lo señalado en el capítulo 4.01.02.053 "Aditivos para Materiales Asfálticos", del Libro 4 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias, en las especificaciones de proyecto, o lo ordenado por la supervisión.

Los agregados pétreos vírgenes deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el capítulo 4.01.01.007 “Materiales Pétreos para Carpeta, Mezcla Asfáltica y Riego de Sello”, del Libro 4 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias.

C.02. La combinación de agregados pétreos vírgenes y recuperados de las carpetas asfálticas para la elaboración de mezclas en frío o en caliente, debe cumplir con los rangos de granulometría que se indica en la Tabla 1:

TABLA 1 Granulometría para elaboración de mezcla asfáltica densa con material recuperado en caliente o en frío

Granulometría	
Malla	% que pasa
3/4"	100
1/2"	100-75
3/8"	100-65
1/4"	80-53
No. 4	70 - 47
No. 10	48-32
No. 20	33-22
No. 40	25-16
No. 60	20-12
No. 100	15 - 9
No. 200	10-5

C.03 Las mezclas asfálticas elaboradas con material virgen y recuperado deben cumplir con los siguientes requisitos:

a. La Densidad Teórica Máxima (D.T.M.) debe ser 2,306 ton/m³ mínimo.

La estabilidad Marshall debe de ser 700 kgf como mínimo;

Estabilidad Marshall conservada 70 % mínimo de la cantidad determinada en la prueba; para mezclas en frío.

La fluencia Marshall máxima debe ser de 4 mm;

e El porcentaje de vacíos en la mezcla puede variar de 3 a 5 %;

- f. Los vacíos ocupados con asfalto pueden variar de 70 a 80 %, y

La mezcla asfáltica al tenderse debe tener una temperatura que puede variar entre 413 y 418 K (140 a 145 °C); la compactación de la carpeta debe realizarse con un rango de temperatura entre 403 y 413 K (130 a 140 °C) y garantizar un valor de 95 a 97 % de su densidad teórica máxima.

- C.04 Los aditivos que se incorporarán a la mezcla asfáltica deben garantizar la adhesión entre el asfalto y los materiales pétreos, lograr la afinidad química, ser agentes humectantes en la mezcla y ser productos de calidad certificada.

- C.05 La planta productora de mezcla asfáltica de manera enunciativa, no limitativa debe estar constituida básicamente de los siguientes elementos:

Secador para material pétreo con un pirógrafo a la salida para registrar la temperatura;

Cribas vibratorias para clasificar el material pétreo;

Tolvas para agregado pétreo virgen y para material recuperado, protegidas de la lluvia y el polvo;

- d Tanques de almacenamiento de asfalto;

Dispositivos para clasificar el material pétreo virgen y el material por reciclar;

Equipo para calentar en forma controlada los materiales asfálticos y dispositivos para dosificarlo, con aproximación de $\pm 0,05$ %;

Bandas transportadoras;

Mezcladora con dispositivo para controlar el tiempo de mezclado, colector de polvos y dispositivos para agregar finos.

- C.06. La máquina recicladora que va a ser utilizada en el sitio de la obra, debe ser aprobada por la Dirección General de la Planta de Asfalto de la Secretaría de Obras y Servicios, y entre otras características, debe contar con dispositivos de control de las emisiones que se generen antes, durante y después del proceso de reciclado que pudieran afectar al ambiente, debe ser autopropulsada, equipada con las unidades necesarias para calentar y disgregar la carpeta asfáltica, mezclar los materiales y extenderlos; además, contar con:

- a. Un ancho de trabajo que se pueda ajustar aún trabajando, desde 3,50 m y dejar una superficie uniforme.

La unidad de calor debe estar equipada con elementos radiantes con control de temperatura para calentar en forma homogénea la superficie de la carpeta a una temperatura que puede variar entre 413 a 423 K (140 a 150 °C) y que logre una calidad de mezclado similar a la planta de mezclado fija.

- c. El dispositivo de recorte de la carpeta debe ser capaz de controlar la profundidad establecida en proyecto y estar formado por dientes con puntas de carburo, distribuidos entre sí a cada 25 mm medidos centro a centro, montados sobre una cremallera o sobre un rodillo giratorio. Pantalla de pavimentación para colocar el material reciclado de acuerdo al perfil requerido y equipado con támetros y vibradores para una precompactación.

Debe contar con un banco de baterías de calentamiento, dispositivo para la reducción del material recuperado a los tamaños especificados, tolva para recepción del material de aporte, dispositivos para la incorporación de cemento asfáltico o aditivos, mezclador, extendedor y enrasador de material, sensores de control automático de niveles y vibradores con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración para una precompactación.

Los equipos compactadores de rodillos metálicos deben ser autopropulsados y ligeros, con una presión de rodillado de 1,47 MPa ó 15 kg/cm², los compactadores de neumáticos y las barredoras mecánicas, pueden ser autopropulsados o remolcados.

- C.07 Material recuperado y mezclado en caliente en el sitio. El proceso para elaborar la mezcla asfáltica en el sitio puede ser ejecutado en un solo paso de un tren de equipo, capaz de realizar lo siguiente:

Instalar las señales y los dispositivos de seguridad, así como contar con los bandereros que se requieran. Así mismo, tomar en consideración las medidas de mitigación de impacto ambiental.

- b Barrer y limpiar la superficie de la carpeta asfáltica que será removida;

Calentar el carril de la vialidad por remover a una temperatura entre 413 K (140 °C) y 423 K (150 °C), preferentemente con radiación infrarroja y en ningún caso con combustibles que causen contaminación al ambiente;

Realizar el fresado en toda la superficie precalentada, al espesor determinado por el resultado del muestreo y obtención de "corazones" de la carpeta existente;

Realizar el mezclado del agregado pétreo y el asfalto nuevo, el material recuperado y los aditivos en la proporción determinada por el proyecto, o lo ordenado por la residencia de obra a través de la supervisión;

Realizar el tendido, nivelado y compactado de la mezcla, conforme lo indica el capítulo 3.01.01.017 "Carpeta de Concreto Asfáltico y Riegos Asfálticos" de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, mencionado en la cláusula B de Referencias.

- C.08. El aditivo para mejorar la afinidad del asfalto con el agregado pétreo en mezclas asfálticas en caliente, debe reducir el envejecimiento del asfalto por intemperismo, por lo que debe ayudar a evitar la presencia de roderas en el pavimento, incrementar la resistencia a la fatiga, reducir la formación de grietas,

además debe permitir la reducción de la cantidad de cemento asfáltico en un rango del 7 al 14 % (este porcentaje es con relación al contenido de asfalto de la mezcla, de acuerdo con el estudio de diseño).

Los requisitos que debe cumplir este aditivo son los siguientes.

Descripción	Valor	Unidad
Viscosidad Saybolt-Furol a una temperatura de 298 K (25 °C)	10-24	Segundos
Determinación de la carga de la partícula	Bipolar	---
Densidad	0,80-0,85	g/cm ³
pH	En función de la carga	---

C.09 El proceso para elaborar en frío la mezcla asfáltica en el sitio utilizando el material recuperado de la carpeta asfáltica, se hará de acuerdo a lo siguiente:

- a. Señalamiento del área de trabajo;
- b. Barrer y limpiar la superficie de la carpeta asfáltica por fresar;

Se realiza el fresado de dicha superficie previamente calentada, de acuerdo al espesor determinado por el resultado del muestreo y obtención de los "corazones" de la carpeta asfáltica existente, de acuerdo a lo especificado por el proyecto o por la residencia de obra a través de la supervisión;

Cuando la mezcla se elabore con emulsiones de rompimiento lento, medio o súper estable, en caso de ser necesario se aplica un riego previo de agua para que junto con la emulsión, se alcance la humedad requerida, fijada por el proyecto o la residencia de obra a través de la supervisión.

La emulsión debe tener el suficiente contenido de humedad que permita el mezclado, tendido y compactado, sin que se presente su ruptura.

Si el material pétreo virgen y/o el material recuperado de la carpeta contienen humedad o agua superficial, deben orearse hasta lograr un contenido de humedad que no interfiera la adhesión con el material asfáltico y los aditivos;

- g.- Debe aplicarse la emulsión asfáltica y los aditivos por medio de petrolizadora en el número de riegos que se ordene, sobre el material fresado, previamente extendido.

- h. Una vez que se haya aplicado todo el material asfáltico y los aditivos especificados, se efectúa el mezclado final.

Se procede al tendido de la mezcla y a su compactación, utilizando

primeramente un tándem, posteriormente un rodillo vibratorio liso, que permita el máximo grado de acomodo de las partículas sólidas, reduciendo los huecos y finalmente un rodillo de neumáticos, con baja presión de inflado en sus neumáticos para que compacte el fondo de la capa tendida.

Una vez que la contratista se ha asegurado de que la carpeta asfáltica recién colocada ha perdido la humedad y se ha realizado el "rompimiento", el proceso debe complementarse con el tendido de una capa de mezcla asfáltica del espesor indicado en el proyecto o por la residencia de obra, para dotar a la superficie de rodamiento de las características de resistencia mecánica apropiadas al tránsito que ha de soportar.

Los trabajos de tendido, compactación y sello se deben efectuar como se especifica en el capítulo 3.01.01.017 "Carpeta de Concreto Asfáltico y Riegos Asfálticos", de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias.

Si el proyecto o la supervisión especifican que la mezcla del material virgen, el recuperado y los aditivos se deben realizar en un tren de equipo, entonces éste debe dosificar y mezclar tanto los materiales asfálticos y pétreos vírgenes, el aditivo y el material recuperado, así como tenderlo y compactarlo y cumplir con lo establecido con el capítulo 3.01.01.017 "Carpeta de concreto asfáltico y riegos asfálticos", indicado en el subinciso inmediato anterior. Además, aplicar lo establecido en el subinciso C.08 de este capítulo.

- C.10 El aditivo modificador del asfalto para mejorar la trabajabilidad de la mezcla asfáltica elaborada en frío, debe reducir el endurecimiento de la mezcla asfáltica, mejorar las propiedades de afinidad y estabilidad entre el agregado pétreo y el asfalto por lo que debe satisfacer los requisitos siguientes:

Descripción	Valor	Unidad
Viscosidad Saybolt-Furol a una temperatura de 298 K (25 °C)	10-16	Segundos
Determinación de la carga de la partícula	Bipolar	---
Densidad	0,80-0,85	g/cm ³
pH	En función de la carga	---

- C.11 Mezcla asfáltica con material recuperado en caliente y mezclado en caliente en planta.

Este proceso se inicia con el señalamiento del área de trabajo.

Barrer y limpiar la superficie de la carpeta asfáltica por remover.

Realizar la remoción de la carpeta precalentada, al espesor y procedimiento determinado por el proyecto o la residencia de obra a través de la supervisión.

Cargar el material removido y trasladarlo a la planta, donde se descargará en el sitio indicado, se obtienen las muestras del material removido para determinar sus características y diseñar la mezcla asfáltica reciclada.

Elaboración de la mezcla asfáltica reciclada para su colocación.

- f.- El tiempo de mezclado puede variar de 30 a 45 segundos. La temperatura a la que se realizará el mezclado, puede variar entre 423 y 433 K (150 y 160 °C)
- g.- Las temperaturas de tendido pueden variar entre 413 y 418 K (140 y 145 °C) y las de compactación entre 403 y 413 K (130 y 140 °C).

E MUESTREO Y PRUEBAS

- E.01. Del pavimento por remover, se debe verificar el estado de deterioro de la carpeta existente y tomar el número de muestras necesarias determinadas por el proyecto, que permitan conocer el espesor de la carpeta existente, el contenido de asfalto y su granulometría.

En el pavimento por renovar se deben obtener "corazones" de éste, con una máquina cortadora o muestreadora. La cantidad de muestras obtenidas debe ser representativa del tramo por repavimentar.

El muestreo debe ser realizado a "tres bolillo", iniciando en una orilla de la vialidad. Las muestras representativas deben ser "corazones" cuyo peso puede variar entre 750 y 1 500 g.

Una vez obtenidas las muestras de la carpeta, en el laboratorio debe determinarse su espesor, el envejecimiento y su grado de compactación, granulometría y contenido de asfalto, tipo y causas del deterioro (por ejemplo agrietamiento o deformación permanente); severidad del deterioro (aislado a la capa superficial o deterioro profundo); objetivo de la rehabilitación (restauración de la integridad estructural por ejemplo).

- E.02. Se puede recurrir a la deducción del estado en que se encuentra la carpeta asfáltica, utilizando equipos que realicen pruebas no destructivas (Radar de

Penetración Superficial) y confirmar con información histórica; además, a juicio del Residente de Obra de la contratante, ordenar que se realicen sondeos exploratorios de verificación y el número de éstos.

E.03. De no contar con el equipo Radar de Penetración Superficial, o no existir acuerdo entre Residencia de Obra y contratista, se puede emplear lo señalado en la Tabla 2

TABLA 2 Distancia del tramo y frecuencia de sondeos para obtener las muestras que serán destruidas.

Distancia del tramo por remover en metros	Frecuencia de sondeos en metros
hasta 200	50
hasta 1 000	100
hasta 2 000	200
hasta 3 000	300
hasta 4 000	400
Más de 4 000	400

E.04. La obtención de muestras de la mezcla asfáltica reciclada y el número de éstas, debe efectuarse de acuerdo a lo siguiente:

Mezclas elaboradas en planta estacionaria.

Con producción continúa.- Debe interceptarse en la descarga la corriente de mezcla, para tomar cuando menos una muestra en una charola por cada 300 toneladas aproximadamente de producción.

Mezclas elaboradas en el sitio.- Se toma una muestra de 3 kg por cada 30 m³ de material, una vez que se haya terminado el mezclado; se hace un corte perpendicular al camellón, en donde se obtiene la muestra. Se forma una muestra representativa, combinando hasta cinco muestras; o bien, se pueden analizar individualmente cada una de ellas, de acuerdo con la finalidad del muestreo.

E.05. Para determinar las características de las mezclas asfálticas recicladas se deben llevar a cabo las pruebas enumeradas a continuación:

Determinación del contenido de asfalto;

Por el método de ignición (horno NCAT);

Lavado y centrifugado con disolvente.

Determinación de los valores de estabilidad y flujo, por el procedimiento Marshall (para mezclas en caliente).

Determinación de los valores de estabilidad, cohesión y expansión, por el procedimiento Hveem.

d.- Determinación del porcentaje de vacíos

Determinación de humedad.

La determinación del Módulo Marshall

E.06. El muestreo de los aditivos debe hacerse de la forma siguiente:

Agrupar los recipientes por lotes del mismo producto, origen y fabricación para fijar el número de muestras parciales que deban obtenerse.

El tamaño de la muestra o la cantidad representativa del aditivo del depósito seleccionado una vez homogeneizado mediante agitado con una paleta de madera, debe ser de un litro, aproximadamente, se deposita en un recipiente limpio en donde se homogeniza con cuidado y de ahí se obtiene una muestra de 200 ml aproximadamente, a la que se le aplicarán las pruebas indicadas en los incisos C.08 o C.10 de este capítulo, según correspondan.

E.07. Las pruebas a las que se deben someter dichos aditivos son;

Desprendimiento por fricción.

Afinidad con el agregado pétreo especificados en la Tabla 2 del subinciso 4.01.01.007.E.01 del capítulo "Materiales Pétreos para Carpeta, Mezcla Asfáltica y Riego de Sello", del Libro 4 de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

Afinidad con el agregado pétreo según el método de prueba ASTM-D-3625 "Método para evaluar el efecto del agua sobre agregados con recubrimientos asfálticos, usando agua en ebullición", con un valor mínimo de 95% de recubrimiento.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Las mezclas asfálticas elaboradas con material reciclado, deben tener una permeabilidad menor al 10 %. Esta prueba debe efectuarse inmediatamente después de que la carpeta se haya terminado de construir.

F.02. La variación en la proporción del material recuperado en la mezcla asfáltica no debe ser superior en un 5 % al determinado en el proyecto.

F.03. Las tolerancias para admitir una mezcla asfáltica con material reciclado serán las indicadas en la Tabla 3:

TABLA 3 Tolerancias para aceptación de mezcla asfáltica elaborada con material recuperado de carpeta asfáltica.

Material asfáltico empleado en la elaboración de la mezcla con asfalto reciclado.	Tolerancia del contenido del material asfáltico respecto al porcentaje especificado en proyecto	Contenido de agua libre permitida, respecto al peso de la mezcla.
Cemento asfáltico (AC-20)	+0,5%	1,00%
Aditivos	±1,00%	

- a. El valor mínimo de la masa unitaria debe ser 2,10 ton/m³;
La estabilidad Marshall debe ser 700 kgf mínimo;
Fluencia de la mezcla: 4 mm máxima;
El porcentaje de vacíos en la mezcla puede variar entre 3 y 5 %;
Los vacíos ocupados con asfalto pueden variar de 70 a 80 %.

F.04. Para ser aceptada la mezcla asfáltica caliente o fría, elaborada con material recuperado de carpeta asfáltica, su calidad debe ser determinada mediante la fórmula del Módulo Marshall:

$$M = E/(F \cdot e) \quad \text{en kgf/cm}^2$$

Donde:

M = Módulo Marshall

E = Estabilidad de la mezcla en kgf

F = Flujo de la mezcla asfáltica (resistencia a la deformación) en cm

e = Espesor de la carpeta asfáltica en cm

El valor del Módulo Marshall debe estar en el rango 400-600 kgf/cm²

F.05. En la determinación de la calidad de la mezcla asfáltica caliente o fría, mediante la obtención del Módulo Marshall, se aceptan los siguientes valores de corrección:

Corrección inferior 300-400 kgf/cm²

Corrección superior 600- 700 kgf/cm²

F.06. Si las características de la mezcla asfáltica analizada no cumplen con las tolerancias establecidas en esta cláusula, dicha mezcla debe ser rechazada.

F.07. Una vez que la vialidad pavimentada ha sido abierta al tránsito y ésta presenta en algún tramo defectos o daños, producidos por una deficiente calidad en los insumos materiales o en la ejecución del trabajo, dicha reparación del defecto o daño debe ser por cuenta y riesgo del contratista.

F.08. De no cumplirse lo establecido en el inciso E.05, el aditivo debe ser rechazado.

F.09. Por ningún motivo el representante del Gobierno del Distrito Federal debe aceptar un equipo que caliente la superficie de la carpeta asfáltica para su remoción o fresado, mediante el empleo de dispositivos que produzcan combustión.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 02 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 058 CONCRETO PERMEABLE

DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Producto obtenido de la incorporación y distribución uniforme de cemento pórtland, agregado pétreo libre de finos, agua y un aditivo, el que una vez endurecido, presenta un alto coeficiente de permeabilidad

A.02. Este concreto se clasifica:

a. Por el tipo de agregado pétreo:

Basáltico.
Calizo
Andesítico

Por la forma de su elaboración:

Industrializado en planta
Con revolvedora (trompo) en obra

Por el servicio al que se destinará:

Andaderos y banquetas

Ciclo pistas

Canchas deportivas

Estacionamientos

Plazas públicas

Pavimentos en plazas comerciales

Vialidades secundarias

Rampas

Otras superficies susceptibles de ser permeables

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer los parámetros mínimos de calidad en la fabricación del concreto permeable que será empleado en las obras a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. Pueden existir algunos conceptos vinculados con el concepto Concreto Permeable tratado en este capítulo, que se desarrolla en otros capítulos de estas Normas, de otras Dependencias o Entidades de la Federación, Organismos o Asociaciones Nacionales, Regionales o Internacionales, los cuales deben sujetarse en lo que corresponda a lo señalado en las cláusulas correspondientes sobre Requisitos de Elaboración, Muestreo y Pruebas. En la tabla siguiente se refieren los conceptos más importantes que se encuentran en otros documentos y se vinculan al presente, el capítulo de referencia y la norma de la dependencia, entidad, organismo o asociación respectiva

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Muestreo de agregados	NMX C-030	ONNCCE
Agregados para concreto hidráulico. Especificaciones y métodos de prueba	NMX-C-111	ONNCCE
Agregados para concreto. Masa volumétrica. Métodos de prueba.	NMX-C-073	ONNCCE
Determinación de resistencia a la compresión de cilindros de concreto	NMX-C-083	ONNCCE
Cemento pórtland. Especificaciones y métodos de prueba	NMX-C-414	ONNCCE
Elaboración y curado de especímenes en laboratorio	NMX-C-159	ONNCCE
Módulo de ruptura del concreto	ASTM C-239	ASTM
Agua para concreto. Especificaciones	NMX-C-122	ONNCCE
Concreto hidráulico industrializado. Especificaciones	NMX-C-155	ONNCCE
Concreto fresco. Muestreo	NMX-C-161	ONNCCE
Aditivos para concreto y materiales complementarios	NMX-C-199	SECOFI
Calidad del aditivo (contenidos de Cobre y Cromo en el agua permeada)	NOM-127-SSA1	SSA

REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. El aditivo aglutinante base agua puede tener una densidad que varíe de 1,07 a 1,10 g/cm³, un pH que puede variar entre 5,50 y 6,50 y un tiempo de trabajabilidad de 90 a 150 minutos, sin presencia de metales pesados en su composición; debe tener la particularidad de romper la tensión superficial y mantener la adhesión entre la masa cementante y el agregado pétreo. Además, lo especificado en la Tabla 1.

TABLA 1 Resultados analíticos de contenido de materiales en una muestra de concreto permeable

Componentes Químicos contaminantes	Máximos permisibles	Resultado de ensayo	Método de ensayo	Dependencia o Institución
Plomo	0,010 mg/L	No detectable	Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito	Laboratorio de Espectroscopía de Absorción Atómica Facultad de Química Universidad Nacional Autónoma de México
Mercurio	0,002 mg/L	No detectable	Espectrofotometría de Absorción Atómica con Generador de Hidruros	
Cobre	2 mg/kg	0,07 mg/kg	Espectrofotometría de Absorción Atómica con Flama	
Arsénico	0,002 mg/L	No detectable	Espectrofotometría de Absorción Atómica con Generador de Hidruros	
Cromo (1)	(1) 0,05 mg/kg	0,2 mg/kg	Espectrofotometría de Absorción Atómica con Flama	

El elemento cromo se encuentra estabilizado y no reacciona con otro elemento en la mezcla una vez endurecida.

C.02. El cemento debe cumplir con lo especificado en la Norma NMX-C-414-ONNCCE, indicada en la cláusula B de Referencias.

C.03. El agregado pétreo debe cumplir con la norma NMX-C-073-ONNCCE, indicada en la cláusula B de Referencias y estar constituido de fragmentos de rocas duras, densas, libres de polvo, tierra, materia orgánica, micas u otros materiales que demeriten la calidad del agregado pétreo; además, tener una masa unitaria igual o mayor que $2,5 \text{ ton/m}^3$ y no tener forma de canto rodado. Su granulometría en la mezcla del concreto permeable puede estar representada como se indica en la Gráfica 1:

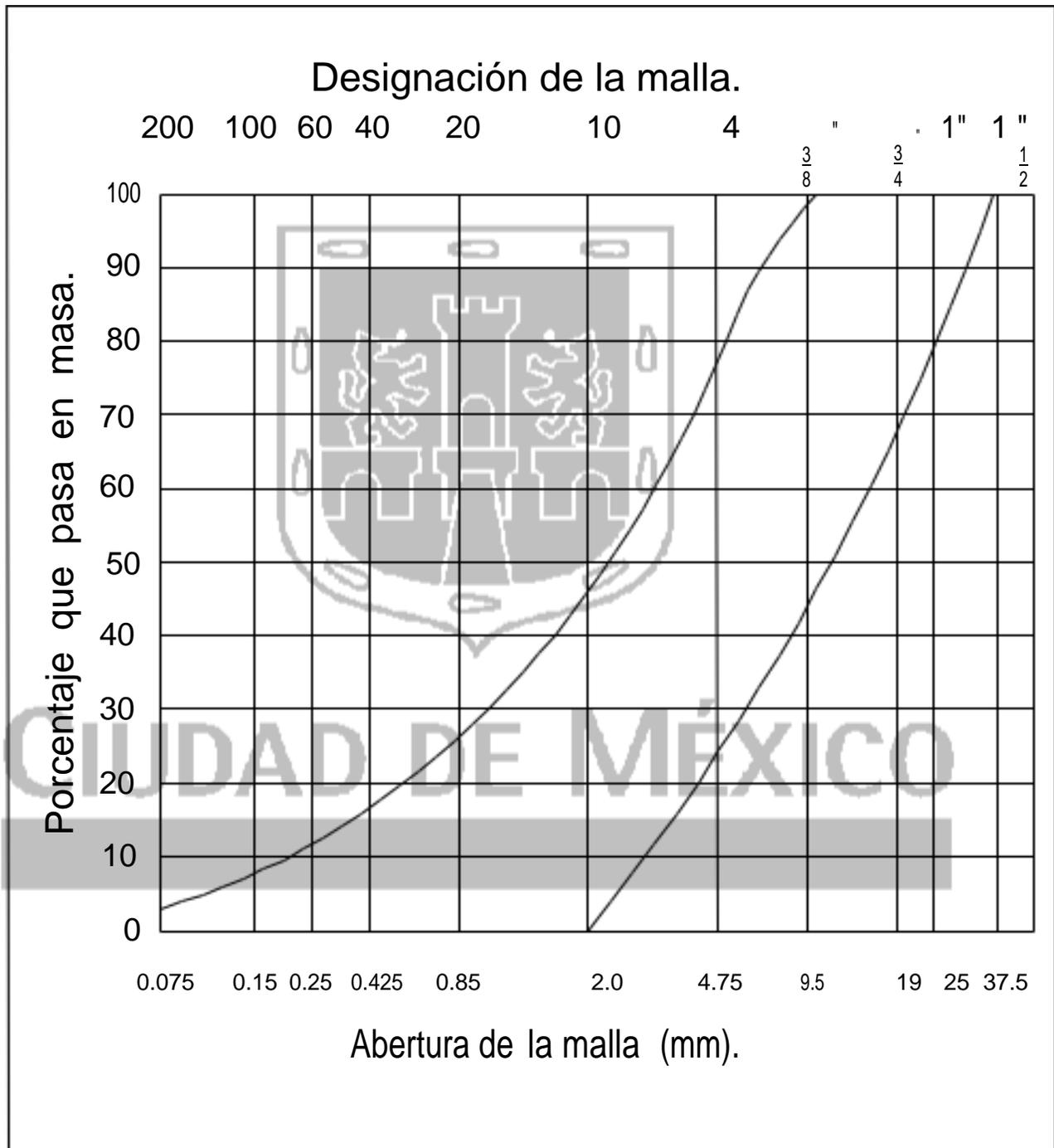


FIGURA 1 Granulometría en la mezcla del concreto permeable

C.04. El agua debe cumplir con la norma NMX-C-122-ONNCCE, indicada en la cláusula B de Referencias.

C.05. El pigmento que puede dar coloración al concreto permeable como acabado final, debe cumplir con lo siguiente:

a. No debe contener plomo

b. Fácil mezclado con la masa plástica del concreto permeable

c. Fácil de aplicar

d. Emulsionado (o cumplir con característica similar que permita una duración de tres años mínimo, bajo los efectos del intemperismo sin sufrir degradación en color y textura)

e. Debe tener propiedades acrílicas

Base agua

Debe ser resistente: al intemperismo, rayos ultravioleta, a la abrasión, hongos, bacterias, algas, humedad, a la limpieza de la superficie del concreto permeable con agua a presión.

Cumplir con las siguientes características:

Sólidos en peso: $47 \pm 1 \%$

Sólidos en volumen: 36%

Peso específico: $1,18 \pm 0,05 \text{ kg/m}^3$

Viscosidad 80-85 UK

PH: 8,5-9,0

Tiempo de secado:

6.1. Al tacto: 30 minutos

6.2. Para cubrir: 2 horas

Durabilidad mínima: 3 años (en condiciones del Distrito Federal)

Almacenamiento con calidad para ser usado: 1 año

C.06. El concreto permeable debe tener entre un 25 y un 28 % de vacíos en su composición.

C.07. La masa volumétrica del concreto permeable puede variar desde $1\ 745$ hasta $1\ 755 \text{ kg/m}^3$

C.08. El módulo de elasticidad del concreto permeable puede variar entre:

$$8\,000 \sqrt{f'c} \text{ y } 14\,000 \sqrt{f'c} \text{ en kgf/cm}^2$$

C.09. La relación agua-cemento del concreto permeable para lograr las resistencias de diseño, puede variar de 0,22 a 0,35.

C.10. La resistencia a la compresión del concreto permeable a los 28 días, puede ser diseñada para lograr desde 14,69; hasta 29,38 MPa (150, hasta y 300 kgf/cm²) y 3,92 MPa (40 kgf/cm²) mínimo a la flexión.

C.11. El revenimiento de la mezcla de concreto permeable puede variar de 0,5 a 1,0 cm máximo.

C.12. El concreto permeable puede elaborarse en obra mediante el empleo de revolventoras (trompos) o en planta y transportada en camiones mezcladores.

C.13. La elaboración del concreto permeable en forma industrializada, debe considerar lo siguiente:

- a. El tipo de agregado pétreo
- b. La masa unitaria del agregado pétreo
- c. El volumen del concreto permeable a suministrar
- d. La distancia de la planta a la obra
- e. El clima
- f. La temperatura ambiente debe estar entre 283 K y 305 K (10 °C y 32 °C)
- g. El aditivo aglutinante base agua se debe agregar al llegar el camión mezclador a la obra
- h. Una vez agregado el aditivo, mezclar durante 4 minutos
- i. Al término de este tiempo se debe vaciar la mezcla

C.14. Para la elaboración del concreto permeable en obra mediante revolventora (trompo), se procede de manera enunciativa no limitativa de la forma siguiente:

- a. Seleccionar el tipo de agregado pétreo a emplear
- b. Conocer la masa unitaria del agregado pétreo
- c. Conocer el volumen del concreto permeable a suministrar
- d. Vaciar el agregado pétreo dentro de la revolvedora
- e. Adicionar el agua (tomando en consideración el agua contenida en el agregado pétreo)
- f. Agregar el cemento
- g. Iniciar el mezclado
- h. Suministrar el aditivo y continuar el mezclado durante 4 minutos.
- i. Vaciar la mezcla en la artesa al término de este tiempo.

MUESTREO Y PRUEBAS.

- E.01. El muestreo del concreto permeable debe hacerse de acuerdo a lo señalado en la Norma NMX-161-C “Concreto fresco. Muestreo”, indicada en la cláusula B de Referencias
- E.02. Las pruebas y métodos de prueba de los insumos materiales constitutivos del concreto permeable deben ser de acuerdo con lo establecido en las normas de referencia.
- E.03. La permeabilidad puede medirse haciendo pasar 8 litros de agua sobre una superficie endurecida de la mezcla, con dimensiones de 25 por 25 centímetros y 7 cm de espesor, durante 60 segundos; al término de este tiempo, la superficie y el total de su masa no debe almacenar agua, sólo debe estar húmeda.
- E.04. El fabricante de este tipo de concreto, debe permitir el acceso a sus instalaciones al personal del Gobierno del Distrito Federal o a su representante, para verificar el cumplimiento de la calidad del diseño, muestreo y pruebas del producto en sus etapas plástica y endurecida.

BASES DE ACEPTACION

- F.01. El concreto permeable producido para ser colocado en las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal, debe ser elaborado por medios mecánicos.

F.02. La mezcla para concreto permeable una vez endurecida debe permitir el flujo de agua a través de su masa, como se indica en el inciso E.03.

F.03. Para la elaboración del concreto permeable, no se permite tezontle como agregado pétreo, por ser éste un material con características diferentes a las especificadas en este capítulo de norma.

F.04. La mezcla para concreto permeable que no cumpla con lo establecido en este capítulo de norma, es motivo de rechazo, por lo que debe retirarse de la obra si ha sido llevado o colocado en ésta, así como el transporte por concepto del retiro del producto rechazado, en ambos casos debe ser por cuenta y responsabilidad del contratista.



CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 03 MATERIALES COMPUESTOS
CAPÍTULO 059 SELLADORES EPÓXICOS

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Producto sellador, de baja viscosidad, compuesto de elastómeros de poliurea o poliuretano, con características epóxicas, que proporciona adherencia y/o sellado de fisuras y grietas entre sustratos de concreto hidráulico o de mampostería, que una vez que se lleva a cabo la reacción de sus componentes, presenta un alto coeficiente de sellado y cohesión entre las masas de los elementos estructurales a los que se les aplicó el insumo material.

A.02. El sellador por sus características se clasifica en:

- a. Un componente
- b. Dos componentes
- c. Por su contenido:
 - 1. 100% sólido
 - 2. Líquido

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad del sellador de baja viscosidad que se utiliza en obras a cargo de la Administración Pública de la Ciudad de México.

B. REFERENCIAS EN OTRAS NORMAS DE CONCEPTOS RELACIONADOS

B.01. Este capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	CAPÍTULOS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método de prueba estándar para la propiedad del caucho: dureza del durómetro.	D-2240	ASTM
Métodos de prueba estándar para caucho vulcanizado y elastómeros termoplásticos: tensión	D-412	ASTM
Método de prueba estándar para la resistencia al desgarro del caucho vulcanizado convencional y los elastómeros termoplásticos	D-624	ASTM
Método de prueba estándar para resistencia a la abrasión de recubrimientos orgánicos por el Abraser Taber	D-4060	ASTM
Método de prueba estándar para propiedades de tracción de plásticos	D-638	ASTM
Especificación estándar para las telas de vidrio tejidas Greige	C-579	ASTM
Especificación estándar para sistemas de unión a base de resina epoxi para concreto	C-881	ASTM
Método de prueba estándar para determinar la resistencia de adherencia de los sistemas de resina epoxi utilizados con concreto por cizallamiento inclinado.	C-882	ASTM
Método de prueba para la viscosidad de las resinas epoxi y componentes relacionados.	D-2393	ASTM
Método de prueba estándar para propiedades de tracción de plásticos.	D-638	ASTM
Método de prueba estándar para la temperatura de deflexión de plásticos bajo carga flurexal en la posición Edgewise.	D-648	ASTM
Método de prueba estándar para la absorción de agua de plásticos.	D-570	ASTM

CONCEPTO	CAPÍTULOS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método de prueba para el encogimiento lineal de resinas de fundición termoestables curadas durante la curación.	D-2566	ASTM
Método de prueba estándar para las propiedades de compresión de plásticos rígidos.	D-695	ASTM
Prueba de dureza del caucho Prueba de caucho.	53505	DIN
Determinación de la resistencia a la tracción en la rotura, tensión de tracción en el rendimiento, alargamiento en la rotura y valores de tensión en una prueba de tracción.	53504	DIN
Productos para juntas. Clasificación y requisitos para sellantes.	11600	DIN
Sellantes. Determinación de las propiedades a tracción. (Extensión a rotura).	8339	ISO
Especificación para la reparación de grietas por inyección de epoxi.	503.7-07	ACI
Especificación estándar para adhesivos de resina epóxica.	M-235	AASHTO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. El relleno de elastómero de poliurea autonivelante de dos componentes, con un contenido de 100% de sólidos y curado rápido, debe permitir el sellado de grietas no estructurales y bordes de juntas fijas, en pisos industriales o patios de maniobras con tránsito pesado, de montacargas con llantas de hule sólido, incluso con ruedas de acero, debe contar con los requisitos de calidad siguientes:

- a. Una vez preparada y aplicada la mezcla debe:
 1. Cortarse fácilmente una vez transcurrida 1 hora.
 2. Curarse entre 233K a 327K (-40 °C a 54 °C) y permanecer flexible a bajas temperaturas.

3. Resistir el movimiento de juntas de hasta un 15%, cuando una vez curado es sometido a carga pesada.
 4. Ser resistente a productos petroquímicos.
- b. El relleno de elastómero de poliurea autonivelante de dos componentes, con un contenido de 100% de sólidos y curado rápido como se señala en el subinciso C.01. de este capítulo, debe cumplir, además, con los requisitos de calidad especificados en la Tabla 1.

TABLA 1. Propiedades que debe cumplir el relleno de elastómero de poliurea autonivelante de dos componentes, con un contenido de 100% de sólidos y curado rápido.

Propiedades físicas del relleno de elastómero de poliurea	
Pruebas de laboratorio	Resultados
Dureza shore según ASTM-D-2240	75 a 80A
Contenido de sólidos	100%
Elongación según ASTM-D-412	>450%
Resistencia a la tensión según ASTM-D-412	>4,14 MPa (42 kg/cm ²)
Módulo al 100% según ASTM-D-412	>270%
Módulo al 300% según ASTM-D-412	>435%
Resistencia la tracción según ASTM-D-624	1 MPa (10,5 kg/cm ²)
Abrasión a la tracción según ASTM-D-4060	Pérdida de 840 mg
Características de la mezcla	
Duración de la mezcla	0 minutos
Tiempo sin consistencia pegajosa	3 minutos
Curado inicial	60 minutos
Curado final	7 días
Conservación	1 año
Condiciones de almacenamiento	Entre 286K y 308K (13 °C y 35 °C)

NOTA: Para conservar la vida útil del relleno de elastómero de poliurea especificado en este subinciso, no debe estar en contacto con hipoclorito de calcio, formamida dimetilica ni ácido sulfúrico al 70%.

C.02. La resina epóxica de dos componentes, 100% sólida, de baja viscosidad, para ser aplicada mediante inyección o por gravedad, que al mezclarse con arena adquiere la particularidad de un mortero resistente a la humedad, debe sellar fisuras y grietas pequeñas no dinámicas y debe cumplir además con los requisitos de calidad especificados en la Tabla 2

TABLA 2. Propiedades que debe cumplir la resina epóxica para ser aplicada mediante inyección o por gravedad, de dos componentes, 100% sólida, de baja viscosidad, que al mezclarse con arena adquiere la particularidad de un mortero, resistente a la humedad.

Características de la resina epóxica	
Pruebas de laboratorio	Resultados
Viscosidad según ASTM-D-2393	170 CPS
Tiempo de gel (60g de masa) según ASTM-C-881	60 minutos
Fuerza de adherencia 2 días de curado, según ASTM-C-882	15,4 MPa (157 kg/cm ²)
Fuerza de adherencia 14 días de curado, según ASTM-C-882	20,6 MPa (210 kg/cm ²)
Absorción, según ASTM-D-570	0,65%
Temperatura de deflexión térmica, según ASTM-D-648	324K (51 °c)
Coeficiente de fricción lineal, según ASTM-D-2566	0,051
Resistencia a la compresión, según ASTM-D-695	87,7 MPa (895 kg/cm ²)
Módulo de compresión, según ASTM-D-695	3 565 MPa (36399 kg/cm ²)
Fuerza tensora, según ASTM-D-638	40,7 MPa (415 kg/cm ²)
% de elongación a la ruptura, según ASTM-D-638	2,4
Propiedades de la conservación y aplicación de la resina epóxica	
Conservación	2 años en su envase original, sin abrir, a 296K (23 °C)
Tiempo de gel	60 minutos a 296K (23 °C)

NOTA: La preparación del mortero debe hacerse agregando arena de sílice de grano fino, en la proporción de 4 a 5 partes de arena por 1 parte de resina epóxica, mezclando a bajas revoluciones, sin generar burbujas, protegiendo la mezcla de los rayos ultravioleta de la luz solar; una vez preparada la mezcla, debe aplicarse sobre el sustrato.

C.03. La resina epóxica líquida, de baja viscosidad, tolerante a la humedad, 100% sólida al fraguar; debe recubrir y sellar sustratos, para aplicar posteriormente un adhesivo epóxico; la resina epóxica líquida debe cumplir además con los requisitos de calidad especificados en la Tabla 3

TABLA 3. Propiedades que debe cumplir la resina epóxica líquida, de baja viscosidad, tolerante a la humedad, 100% sólida al fraguar, utilizada como recubrimiento de sellado de sustratos para aplicar posteriormente un adhesivo epóxico.

Características de la resina epóxica	
Pruebas de laboratorio	Resultados
Consistencia (mezclada)	Líquida
Viscosidad brookfield	300 mPa·s
Gravedad específica	1,1
Proporción de mezcla (por peso)	Componentes A y B: 3 a 1
Tiempo de trabajabilidad	
283K (10 °C)	120 minutos
296K (23 °C)	90 minutos
303K (30 °C)	60 minutos
Tiempo de fraguado	
283K (10 °C)	De 5 a 6 horas
296K (23 °C)	De 3 a 4 horas
303K (30 °C)	De 2 a 3 horas
Curado completo	7 días
Adherencia al concreto tras 7 días y a 296K (23 °C)	>3 MPa (>30,63 kg/cm ²)
Tensión de ruptura tras 7 días, según ASTM-D-638	30,3 MPa (309 kg/cm ²)
Tensión de elongación tras 7 días, según norma ASTM-D-638	2,28%
Resistencia a la compresión tras 7 días, según ASTM-C-579	82,9 MPa (846 kg/cm ²)
Propiedades de la conservación y aplicación de la resina epóxica	
Tiempo de conservación	2 años en su envase original sin abrir, en área cubierta
Almacén	Entre 283K y 303K (10 °C y 30 °C). Evitar congelación.

C.04. El sellador a base de poliuretano, mono componente, líquido, con bajo módulo de elasticidad, resistente a agentes atmosféricos y químicos derivados de hidrocarburos, debe sellar juntas de expansión y dilatación de superficies horizontales de concreto hidráulico como patios de maniobras, pisos industriales, pavimentos rígidos, entre otros, así mismo debe cumplir además con los requisitos de calidad especificados en la Tabla 4

TABLA 4. Propiedades que debe cumplir el sellador a base de poliuretano, mono componente, líquido, con bajo módulo de elasticidad, resistente a agentes atmosféricos y químicos derivados de hidrocarburos.

Características del sellador de poliuretano	
Presentación	Pasta autonivelante
Densidad	1,2 g/cm ³
Residuo sólido	97,5%
Viscosidad brookfield a 296K (23 °C) y 50% de humedad relativa	40 000 ± 5 000 mPas
Condiciones de aplicación del sellador	
Temperatura de aplicación	De 278K a 308K (5 °C a 35 °C)
Formación de piel	90 minutos aproximadamente
Endurecimiento final	24 horas por cada 2 mm de espesor
Apertura al tránsito peatonal-vehicular	En función de la profundidad de la junta (24 horas por cada 2 mm de espesor)
Características mecánicas	
Dureza shore A, según norma DIN 53505	20
Resistencia a la tracción según norma DIN 53504	2,3 después de 7 días a 296K (23 °C)
Elongación a rotura según norma DIN 53504	>1 000 después de 7 días a 296K (23 °C)
Resistencia a rayos uv	Óptima
Temperatura de servicio	Desde los 253K a 343K (-20°C a 70 °C)
Elongación de servicio (uso continuo)	25%
Clasificación según ISO 11600	Clase F-25-LM
Módulo de elasticidad a 296K (23 °C)	0,32 N/mm ²
Módulo de elasticidad a 253K (-20 °C)	0,37 N/mm ²

C.05. Los selladores o resinas epóxicas deben tener impreso en su envase en forma indeleble en idioma español, cuando menos lo siguiente:

- Marca registrada
- El tipo de sellador o resina epóxica,
- Características de la resina o sellador.
- Color.
- La designación de "Hecho en México" o país de procedencia.
- Lote.
- Fecha de fabricación.
- Tipo y cantidad de disolvente a emplear.
- Indicaciones de uso.
- Tiempo de secado.
- Tipo de equipo de seguridad
- Instrucciones de mezclado para el caso de que requiera catalizador.
- Instrucciones de almacenamiento y estiba.
- Tiempo que puede durar almacenada en buen estado.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. Para comprobar la calidad de los selladores o resinas, se deben obtener muestras que representen los lotes almacenados ya sea en la bodega del fabricante o en la obra. El muestreo debe establecerse de común acuerdo entre el representante del Gobierno de la Ciudad de México y el proveedor o fabricante.

El muestreo de las resinas y selladores se debe efectuar al azar, en cada lote constituido por elementos de un mismo material, de las mismas cantidades y características físicas.

E.02. Para la determinación de la calidad de las resinas o selladores considerados en el lote, la cantidad de piezas a probar será determinada de acuerdo con la normatividad respectiva señalada en la cláusula B de Referencias de este capítulo, tomando en consideración las solicitudes a las que se someterá el producto una vez aplicado en cualquiera de las obras a cargo de la Administración Pública de la Ciudad de México y además:

- a. Debe considerarse como base, toda la cantidad de un mismo producto de reciente elaboración que el fabricante almacene y ponga a disposición del Gobierno de la Ciudad de México, conforme a petición de éste; o bien, toda la cantidad de un mismo producto que se haya recibido en la misma fecha de la obra.
- b. El personal designado debe limitarse a muestrear la cantidad que interesa al Gobierno de la Ciudad de México, marcando claramente los envases que correspondan al lote de muestreo.

- c. Deben distribuirse dos clases de muestras: las parciales y las compuestas. Las parciales, serán las que se obtengan de un solo envase seleccionado al azar; y las compuestas, serán las que resulten de combinar todas las pruebas parciales pertenecientes a un mismo lote.
- d. Una muestra parcial, es aquella que se extrae en uno de cada 50 envases máximo. Debe obtenerse un mínimo de 5 muestras parciales en cada lote. Una muestra compuesta debe ser el resultado de la combinación de cinco o más muestras parciales según el tamaño del lote y la capacidad de los envases. La muestra compuesta debe ser lo que represente al lote muestreado y por lo tanto lo que se someta a ensaye para comprobar si cumple con la especificación requerida.

E.03. Todas las muestras que se obtengan para comprobación de la calidad deben identificarse mediante la aportación de los datos siguientes:

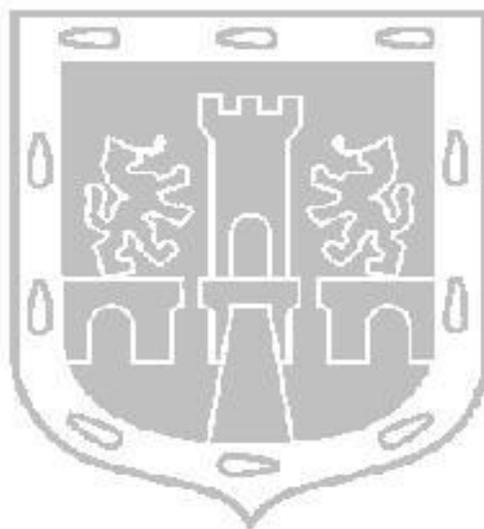
- a. Marca comercial del producto
- b. Nombre del fabricante
- c. Lugar y fecha de muestreo
- d. Cantidad del producto representado por la muestra
- e. Tipo de prueba a que se someterá el producto
- f. Fecha de fabricación
- g. Obra a que se destinará el producto
- h. Nombre del muestreador
- i. Nombre del responsable de los resultados de la prueba

E.04. Cuando la muestra se obtenga del fabricante y el envío del producto a la obra quede supeditado a los resultados de las pruebas, deben marcarse exteriormente los envases con la finalidad de constatar entre los lotes muestreados y el que se recibe en obra, en caso de ser aceptado.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. El lote de materiales que no cumpla con lo establecido en esta norma, debe ser motivo de rechazo.

F.02. Por ningún motivo el Gobierno de la Ciudad de México aceptará envases rotos, destapados, con fugas, golpes o cualquier otro defecto en envase o material que demerite la calidad del producto.



CIUDAD DE MÉXICO

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Conjunto de láminas flexibles, diseñadas para funcionar como envolventes de partes de elementos estructurales con fines de refuerzo, cuando el estado límite de servicio ha sido rebasado o se han presentado nuevas solicitaciones no consideradas en el diseño original del proyecto ejecutivo. Las láminas pueden ser entre otros, de los tipos siguientes:

a. Lámina de carbono de alta resistencia y alto módulo elástico, de fácil adaptación a las formas de las superficies que se desean cubrir, diseñada para incrementar la resistencia mecánica de elementos estructurales principales de concreto hidráulico o mampostería; a su vez, éstas pueden ser:

1. Impregnada con resina epóxica desde fábrica y protegida con una película plástica por cada lado
2. Sin impregnación
3. Unidireccional
4. Bidireccional
5. Tetradiereccional

b. Lámina de fibra de vidrio de alta resistencia, tejida en forma bidireccional para ser utilizada en combinación con un adhesivo, de fácil adaptación a las formas de las superficies que se desean cubrir, diseñada para incrementar la resistencia mecánica de elementos estructurales secundarios de concreto hidráulico y mampostería, en interiores y exteriores de edificaciones. El adhesivo puede ser:

1. Adhesivo mono componente, a base de dispersión poli uretánica al agua, con escasa emisión de sustancias orgánicas volátiles (VOC) para la impregnación del tejido bidireccional, con apresto de fibra de vidrio.

A.02. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad de las telas de fibra de carbono que pudieran utilizarse en las obras a cargo de la Administración Pública de la Ciudad de México.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. Este Capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método de prueba estándar para las propiedades de tracción de los materiales compuestos de matriz polimérica	D-3039	ASTM
Informe sobre el refuerzo de polímeros reforzados con fibra (FRP) para estructuras de concreto	440R	ACI
Guía para el diseño y construcción de sistemas FRP con enlace externo para el reforzamiento de estructuras de concreto	440-2R	ACI

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. La lámina de fibra de carbono de alta resistencia y alto módulo elástico, flexible, protegida por ambos lados con una película plástica, al colocarla sobre el sustrato envolviéndolo, debe cumplir con sus especificaciones de fabricación de proporcionar un incremento en la capacidad mecánica de los elementos estructurales principales de concreto hidráulico o mampostería de una construcción, y debe cumplir con lo que se especifica en la Tabla 1. Cuando se coloque sobre el sustrato la lámina de fibra de carbono, se debe seguir el procedimiento de ejecución señalado en los Capítulos 003 y 008 del Libro 8 Tomos I y II respectivamente, de estas Normas de Construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México. Como complemento de esta fibra, deben aplicarse los productos siguientes:

- Producto bi componente, de consistencia super fluida y exento de disolventes, específico para la preparación de las superficies de concreto que deban ser reparadas o reforzadas mediante el encolado del tejido de fibra de carbono.
- Adhesivo bi componente, de consistencia tixotrópica, a base de resinas epóxicas, endurecedores especiales inertes, granos finos seleccionados y aditivos especiales para preparación de la superficie estructural.
- Adhesivo bi componente, de consistencia tixotrópica, a base de resinas epóxicas, endurecedores especiales inertes, granos finos seleccionados y aditivos especiales para preparación de la superficie estructural, que permite un tiempo mayor de trabajabilidad.

TABLA 1 Propiedades que debe cumplir la lámina de fibra de carbono impregnada previamente con resina epóxica y protegida por una doble película plástica:

Datos identificativos de la fibra de carbono			
Refuerzo	Fibra de carbono de alta resistencia		
Matriz	Resina epóxica		
Características de la fibra			
	Módulo de elasticidad de 170 000 MPa (1 733 524 (kg/cm ²))	Módulo de elasticidad de 200 000 MPa (2 039 440 (kg/cm ²))	Módulo de elasticidad de 250 000 MPa (2 549 300 (kg/cm ²))
Densidad en g/cm ³	1,61	1,56	1,61
Contenido de fibras en %	68	68	65
Espesor en mm	1,4	1,4	1,4
Ancho en mm	50 100 150	50 100 150	50 100 150
Sección resistente en mm ²	70 140 210	70 140 210	70 140 210
Peso en g/m	113 225 338	109 218 328	113 225 338
Capacidad mecánica de trabajo			
Resistencia a la tracción MPa (kg/cm ²)	≥ 3 100 (316 11 kg/cm ²)	3 300 (33 651 kg/cm ²)	2 500 (25 493 (kg/cm ²))
Módulo elástico en GPa	170	200	250
Alargamiento a la rotura en %	2,0	1,4	0,9
Resistencia al cortante MPa	77	70	79
Coefficiente de dilatación térmica (m/m/°C)	0,6x10 ⁻⁵	0,8 ⁻⁵	0,4 ⁻⁵
Almacenamiento	Conservar en lugar cubierto y seco		

C.02. Los requisitos de calidad que debe cumplir la lámina de fibra de carbono como un sistema son los que se relacionan en la Tabla 2 y estar compuesto por resinas y otros productos, que le proporcionarán propiedades fisicoquímicas de saturación y adherencia así mismo deben considerarse los insumos materiales siguientes:

- a. Resina imprimadora epóxica, 100 %sólida, de baja viscosidad, tolerante a la humedad, utilizada como recubrimiento de sellado se sustratos de concreto hidráulico o de mampostería.
- b. Masa de yeso epóxico, bi componente, con tiempo de fraguado normal, de consistencia tixotrópica, para la regularización de las superficies de concreto hidráulico o de mampostería.
- c. Masa de yeso, bi componente a base de resinas epóxicas, inertes seleccionados de grano fino y aditivos especiales, de fraguado lento, de consistencia tixotrópica, para la regularización de las superficies de concreto hidráulico o de mampostería.
- d. Resina epóxica, bi componente, super fluida, para la impregnación de tejidos de la fibra de carbono con el sistema húmedo.
- e. Adhesivo epóxico de viscosidad media bi componente a base de resinas epóxicas, de consistencia pastosa y exento de disolventes específicamente formulado para la impregnación in situ del “sistema en seco”.

TABLA 2. Propiedades que debe cumplir la lámina de fibra de carbono unidireccional, de alta resistencia y alto módulo elástico, flexible

Propiedades físicas de las fibras de carbono	
Pruebas de laboratorio	Resultados
Material de la fibra	Carbono de alta resistencia
Dirección principal de la fibra	Unidireccional
Conservación	Limitada en condiciones adecuadas de almacenamiento, sin exposición a la luz solar
Propiedades de la fibra seca	
Propiedad	Valor de prueba típica
Base	Tela de fibra de carbono unidireccional de alta resistencia
Resistencia máxima a la tracción	4 868 MPa (49 700 kg/cm ²)
Módulo de tracción	250 245 MPa ± 2% (2 555 000 kg/cm ² ± 2%)

Alargamiento a la rotura	>2%
Peso	300g/m ²
Espesor nominal	0,164 mm por capa

Propiedades de laminado curado con resina epóxica, bi componente, super fluida, para la impregnación con el sistema húmedo

Propiedad	Valor promedio	Valor de diseño	Prueba ASTM
Resistencia a la tracción	910 MPa (9 291 kg/cm ²)	607 MPa (6 197 kg/cm ²)	3039
Módulo de tracción	51 007 MPa (520 781 kg/cm ²)	51 007 MPa (520 781 kg/cm ²)	3039
Alargamiento a la rotura	1,8%	1,5%%	3039
Espesor de capa nominal	0,823 mm	0,823 mm	3039
Presentación	50 m de longitud por: 10, 20 y 40 cm de ancho		

Propiedades de laminado de fibra de carbono con un producto bi componente a base de resinas epóxicas, de consistencia pastosa y exento de disolventes específicamente formulado para la impregnación “insitu” con el método en seco.

Propiedad	Valor promedio	Valor de diseño	Prueba ASTM
Resistencia a la tracción	1 634 MPa (16 683 kg/cm ²)	1 490 MPa (15 213 kg/cm ²)	3039
Módulo de tracción	83 869 MPa (856 302 kg/cm ²)	83 869 MPa (856 302 kg/cm ²)	3039
Alargamiento a la rotura	2,0%	1,7%	3039
Espesor de capa nominal	0,50 mm	0,50 mm	---

C.03. El tejido bidireccional de fibra de vidrio, tratado superficialmente con un recubrimiento de poliuretano, resistente a los álcalis, con gran ductilidad en la aplicación sobre elementos estructurales secundarios y no estructurales de

albañilería, debe producir un reparto uniforme de las solicitaciones dinámicas ejercidas sobre dichas estructuras y debe cumplir con lo especificado en la Tabla 3. Para este tipo de producto, deben emplearse los insumos materiales complementarios:

- a. Adhesivo mono componente al agua, a base de dispersión poli uretánica, de consistencia gelatinosa, para impregnar tejido de fibra de vidrio para incrementar la ductilidad.

TABLA 3. Propiedades que debe cumplir el tejido de fibra de vidrio bi direccional, para refuerzo de elementos estructurales secundarios y no estructurales:

Características de las fibras de vidrio	
Tipo de fibra	Fibra de vidrio tratada superficialmente
Gramaje	286 g/m ²
Aspecto	Tejido bi direccional
Espesor equivalente de tejido seco	57 mm ² /m
Resistencia a la tracción	>1 620 N/mm ²
Módulo elástico a la tracción	42 000 MPa (428 282 kg/cm ²)
Alargamiento hasta la rotura	4%

C.04. Las telas de fibras de carbono o de fibra de vidrio para refuerzo de estructuras de concreto hidráulico o de mampostería, se deben envasar en recipientes hechos con materiales inertes a los compuestos químicos del producto y empacarse y sellarse herméticamente para conservar en buen estado el producto terminado.

C.05. El fabricante de las telas de fibras de carbono o de fibra de vidrio debe indicar clara y comprensiblemente en los envases los datos siguientes:

- a. Nombre y descripción del producto.
- b. Nombre o razón social del fabricante.
- c. Propiedades físico-químicas más importantes.
- d. Usos recomendados y condiciones de aplicación.
- e. Rendimiento.
- f. Precauciones en su aplicación y antídotos, en caso de contacto.
- g. Fechas de fabricación y de caducidad,
- h. Contenido neto del producto envasado.
- i. Peso en kilogramos

- j. Dimensiones
- k. Tipo de almacenaje
- l. Instrucciones para su aplicación
- m. La expresión "Hecho en México" o país de procedencia
- n. Nombre de las normas de calidad que cumple el producto

D. MUESTREO Y PRUEBAS

- D.01. Las muestras para verificación de las propiedades físico-químicas del producto, se tomarán al azar, de la totalidad de unidades que constituyan el lote.
- D.02. El tamaño de la muestra para la fibra de carbono o de vidrio y carácter de la prueba, la debe determinar el representante del Gobierno de la Ciudad de México en función del número de unidades que constituyan el lote, atendiendo a lo especificado en el capítulo 4.01.01.001 de Generalidades, citado en la cláusula B de Referencias.
- D.03. Para determinar las propiedades físicas de las fibras de carbono o de vidrio, el representante del Gobierno de la Ciudad de México indicará las pruebas y el método a seguir en cada tipo de tela para refuerzo de estructuras.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

- E.01. Para aceptar un lote de telas para refuerzo de estructuras de concreto hidráulico o de mampostería, los resultados de las pruebas deben quedar dentro de las tolerancias que determine para cada caso el representante del Gobierno de la Ciudad de México.