

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE
LOS MATERIALES**

PARTE: 2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS

TÍTULO: 10. Productos Anticorrosivos

CAPÍTULO: 004. Cubiertas Integrales de Zinc

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de las cubiertas integrales de zinc que se utilicen como elementos de protección catódica para pilas y pilotes de concreto reforzado de obras en puertos y zonas costeras.

B. DEFINICIÓN

Las cubiertas integrales de zinc son sistemas de protección catódica para preservar contra la corrosión al acero de refuerzo de pilas y pilotes de concreto reforzado. Están integradas con un encamisado tubular longitudinalmente seccionado, de sección generalmente circular, elaborado de resinas de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con una malla de zinc adosada a su cara interior mediante separadores; un área metalizada en el elemento de concreto y un lingote de zinc, conectados entre sí, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma.

C. REFERENCIAS

Son referencia de esta Norma, las normas ASTM B418-09, *Standard Specification for Cast and Wrought Galvanic Zinc Anodes*; ASTM B833-02, *Standard Specification for Zinc and Zinc Alloy Wire for Thermal Spraying (Metallizing) for the Corrosion Protection of Steel*; ASTM C876-09, *Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete*; ASTM D256-10, *Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastic*; ASTM D570-98, *Standard Test Method for Water Absorption of Plastics*;

ASTM D638-14, *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*; ASTM D790-03, *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*; ASTM D2583-95 (2001), *Standard Test Method for Indentation Hardness of Rigid Plastics by Means of a Barcol Impressor*; ASTM D4812-11, *Standard Test Method for Unnotched Cantilever Beam Impact Resistance of Plastics*, y ASTM G153, *Standard Practice for Operating Enclosed Carbon Arc Light Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials*, publicadas por la ASTM International, en EUA.

Además, esta Norma se complementa con el Manual M·CAL·1·02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*.

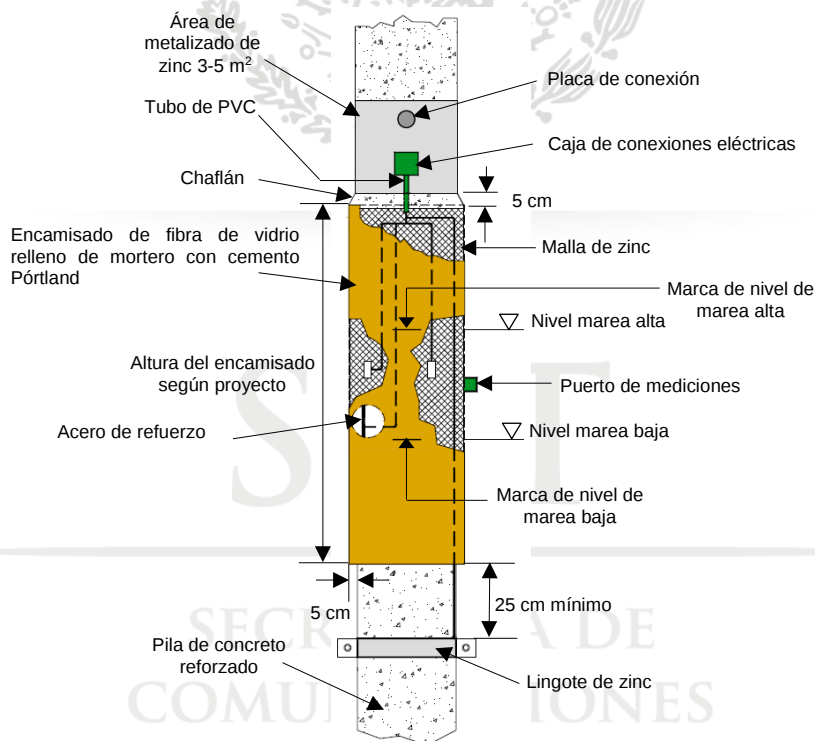


FIGURA 1.- Ejemplo de cubierta integral de zinc colocada en una pila de concreto reforzado

D. REQUISITOS DE CALIDAD

D.1. ENCAMISADO

- D.1.1.** El material que se emplee para la fabricación del encamisado será resistente a los rayos ultravioleta, translucido, inerte, resistente a la corrosión, elaborado de una mezcla de resina bisfenólica de poliéster y fibra de vidrio, y cumplirá con los requisitos físicos indicados en Tabla 1 de esta Norma.
- D.1.2.** El espesor del encamisado será de al menos seis coma cuatro (6,4) milímetros para cubiertas de hasta cincuenta y cinco coma ocho (55,8) centímetros de diámetro interior en sección circular o de lado interior en sección cuadrada o rectangular.
- D.1.3.** El espesor del encamisado será de al menos ocho coma tres (8,3) milímetros para cubiertas de más de cincuenta y cinco coma ocho (55,8) centímetros de diámetro interior en sección circular o de lado interior en sección cuadrada o rectangular.
- D.1.4.** El encamisado tendrá longitudinalmente un sistema de junteo machihembrado en dos (2) lados opuestos que permitan su ensamble, sellado e instalado alrededor de la pila o pilote de concreto reforzado por proteger.
- D.1.5.** La superficie exterior del encamisado tendrá un acabado de *gel coat* de poliuretano, de cero coma treinta y nueve (0,39) milímetros de espesor.

D.2. MALLA DE ZINC DEL ENCAMISADO

Cada encamisado tendrá una malla de zinc fijada en su cara interna que cumplirá con lo siguiente:

- D.2.1.** La malla de zinc cumplirá con los requisitos químicos indicados en la norma ASTM B418-09, *Standard Specification for Cast and Wrought Galvanic Zinc Anodes*, para los ánodos Tipo I, con un contenido de hierro (Fe) de hasta cinco milésimas (0,005) de por ciento.

TABLA 1.- Requisitos físicos para el material del encamisado

Característica	Valor
Absorción de agua, %, máximo ^[1]	1
Resistencia a la tensión, MPa, mínimo ^[2]	103,6
Resistencia a la flexión, MPa, mínimo ^[3]	172,7
Módulo de elasticidad, MPa, mínimo ^[4]	4828,8
Impacto Izod, KJ/m, mínimo ^[5]	0,802
Dureza, Brinell, mínimo ^[6]	45
Resistencia UV, 500 horas ^[7]	Sin daños

[1] Determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en la norma ASTM D570-98, *Standard Test Method for Water Absorption of Plastics*.

[2] Determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en la norma ASTM D638-14, *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. Dicha prueba se realizará en especímenes planos no maquinados.

[3] Determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en la norma ASTM D790-03, *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*. Dicha prueba se realizará en especímenes planos no maquinados.

[4] Determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en la norma ASTM D4812-11, *Standard Test Method for Unnotched Cantilever Beam Impact Resistance of Plastics*.

[5] Determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en la norma ASTM D256-10, *Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastic*.

[6] Determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en la norma ASTM D2583-95 (2001), *Standard Test Method for Indentation Hardness of Rigid Plastics by Means of a Barcol Impressor*.

[7] Determinada mediante el procedimiento de prueba indicado en la norma ASTM G153, *Standard Practice for Operating Enclosed Carbon Arc Light Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials*.

D.2.2. La malla de zinc será de metal desplegado y cumplirá con los requisitos físicos indicados en la Tabla 2 de esta Norma.

TABLA 2.- Requisitos físicos de la malla de zinc

Característica	Valor
Masa de la malla de metal desplegado de zinc, kg/m ² , mínimo	7,8
Espesor de la hoja de zinc, mm, mínimo	2,54

- D.2.3.** La malla de zinc se adosará al encamisado mediante separadores no metálicos firmemente unidos a éste, que separen a la malla a una distancia uniforme de cinco (5) a diez (10) milímetros de la cara interior del encamisado y de cuarenta (40) a cuarenta y cinco (45) milímetros de la superficie del concreto, de manera que la distancia entre el concreto y el encamisado sea de cincuenta (50) milímetros más menos diez (10) milímetros, y que eviten cualquier desplazamiento de la malla de zinc ensamblada en la fábrica.
- D.2.4.** La malla de zinc tendrá dos conductores o cables de conexión de cobre con recubrimiento aislante, de calibre diez (10) AWG, colocados a lo largo del interior del encamisado, desde la altura media del encamisado hasta su extremo superior y de una longitud tal que permita su conexión al sistema.

D.3. LINGOTE DE ZINC

Cada cubierta integral tendrá un lingote de zinc que cumplirá con lo siguiente:

- D.3.1.** El lingote de zinc cumplirá con los requisitos químicos indicados en la norma ASTM B418-09, *Standard Specification for Cast and Wrought Galvanic Zinc Anodes*, para los ánodos Tipo I.
- D.3.2.** El lingote de zinc será de las dimensiones y masa que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, que garanticen la protección contra la corrosión del acero del refuerzo de la pila o pilote de concreto reforzado para un periodo de vida útil de al menos quince (15) años.
- D.3.3.** El lingote tendrá una solera de acero al carbono de seis (6) milímetros ($\frac{1}{4}$ in) de espesor con un recubrimiento galvanizado de cero coma cero dos (0,02) milímetros de espesor colocada en el molde previamente a la fabricación del lingote; la solera será de treinta y ocho coma un (38,1) milímetros (1,5 in) de ancho y de una longitud tal que sobresalga sesenta y tres coma cinco (63,5) milímetros ($2\frac{1}{2}$ in) de cada lado de la pila o pilote, con una perforación de quince coma ocho (15,8) milímetros ($\frac{5}{8}$ in) de diámetro en cada extremo.

- D.3.4.** Además de la solera de acero galvanizada, el lingote tendrá un conductor de cobre calibre seis (6) AWG con aislamiento de polietileno de alto peso molecular (HMWPE) para su conexión.

D.4. METALIZADO

El elemento de concreto reforzado por proteger se metalizará en todo su perímetro en una superficie de tres (3) a cinco (5) metros cuadrados, según lo indique el proyecto, medida a partir de quince (15) centímetros por debajo del borde superior del encamisado hasta la altura necesaria para cubrir dicha área. El metalizado se hará utilizando un alambre de alimentación que cumplirá con la composición química especificada en la Norma ASTM B833-02, *Standard Specification for Zinc and Zinc Alloy Wire for Thermal Spraying (Metallizing) for the Corrosion Protection of Steel* con noventa y nueve coma nueve (99,9) a noventa y nueve coma noventa y nueve (99,99) por ciento de zinc.

D.5. CAJA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS

La caja de conexiones será de policloruro de vinilo (PVC) cédula 40, con tapa, resistente a la radiación solar, cuadrada de quince coma veinticuatro (15,24) centímetros (6 in) por lado y diez coma dieciséis (10,16) centímetros (4 in) de profundidad, exenta de fisuras o grietas y que se pueda sujetar sobre el concreto mediante cuatro (4) tornillos de acero inoxidable tipo 316. Los tornillos de la tapa también serán de acero inoxidable tipo 316.

D.6. ELECTRODOS DE REFERENCIA

Los electrodos para mediciones de potencial sobre la superficie del concreto podrán ser de cobre/sulfato de cobre (Cu/CuSO_4) o de plata/cloruro de plata (Ag/AgCl) y cumplirán con las características de calidad indicadas en la norma ASTM C876-09, *Standard Test Method for Corrosion Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete*.

E. MARCADO

El encamisado estará marcado con caracteres legibles e indelebles, indicando por lo menos:

- Nombre, razón social, logotipo o marca del fabricante;
- dimensiones de diámetro o lados interiores, altura y espesor de pared, en milímetros;
- material con el cual está fabricado;
- nombre o identificación de la planta donde se fabricó el encamisado (cuando haya más de una);
- número de lote o código correspondiente;
- leyenda "Hecho en México" o país de origen, y
- fecha de fabricación.

Cuando las marcas no se puedan poner en la pared del encamisado, éstas se imprimirán en una etiqueta adherida en la pared.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar el deterioro de las cubiertas integrales de zinc antes de su utilización, se tendrá cuidado en el transporte y almacenamiento de sus componentes, atendiendo los siguientes aspectos:

- F.1.** El vehículo en el que se transporten las cubiertas integrales de zinc, tendrá la longitud necesaria para proporcionarles apoyo continuo y evitar que se flexionen y se dañen durante el traslado.
- F.2.** Los componentes de las cubiertas integrales de zinc serán almacenados de acuerdo con su geometría y dimensiones, en sitios cercanos al frente de trabajo, con superficies sensiblemente planas, libres de arena o cualquier otro material contaminado con cloruros, sobre tarimas y cuando sea necesario estibar, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- F.3.** Los envases estarán claramente etiquetados, indicando como mínimo el elemento que contienen, nombre y dirección del fabricante, fecha de fabricación, contenido neto y número de lote, así como las recomendaciones para su manejo, almacenamiento y aplicación.

G. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

- G.1.** Para que un lote de cubiertas integrales de zinc de un mismo tipo sea aceptado, es requisito indispensable entregar a la Secretaría los certificados de calidad emitidos por los fabricantes de sus componentes, que avalen el cumplimiento de todos y cada uno de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma y que incluyan los valores y resultados de las mediciones y pruebas que les hayan sido efectuadas a los componentes de las cubiertas por un laboratorio debidamente acreditado o que esté reconocido por la Secretaría.
- G.2.** Además, en las cubiertas integrales de zinc que se seleccionen al azar conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, en el número indicado en la Tabla 3 de esta Norma de acuerdo con el tamaño del lote suministrado, el Contratista de Obra verificará las dimensiones, geometría y acabado de los encamisados, mallas de zinc y lingotes, entregando a la Secretaría los resultados en la forma que ésta lo indique.

TABLA 3.- Número de cubiertas integrales de zinc por seleccionar de cada lote de un mismo tipo de cubiertas

Número de cubiertas del lote	Cubiertas por seleccionar
1	1
2 a 15	2
16 a 25	3
26 a 90	5
91 ó más	8

- G.3.** En cualquier momento la Secretaría puede verificar que las cubiertas integrales de zinc y sus componentes cumplan con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS
AV. COYOACÁN 1895
COL. ACACIAS
CIUDAD DE MÉXICO, 03240
[WWW.GOB.MX/SCT](http://www.GOB.MX/SCT)

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
NUEVA YORK 115, 4º PISO
COL. NÁPOLES
CIUDAD DE MÉXICO, 03810
WWW.IMT.MX
NORMAS@IMT.MX