

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
801:1976**

**NORMA DE SEGURIDAD PARA
EQUIPOS INDUSTRIALES DE
CONTROL**

2^{da} EDICIÓN



CODELECTRA
COMITE DE ELECTRICIDAD DE VENEZUELA



FONDONORMA

TRAMITE

COMITE: CT 11 ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

PRESIDENTE: Ing° PAUL LUBY

SECRETARIO: Ing° LELYS MEDICCI

SUB-COMITE: CT 11/SC-1 ELECTROTECNIA

COORDINADOR: Ing° LELYS MEDICCI

PARTICIPANTES

COMITE ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA

REPRESENTANTE

ENTIDAD O EMPRESA

Ing° Paul Luby V.
Ing° Roberto Salas Capriles
Ing° Ramón Peña Ojeda
Ing° Freddy Díaz García
Sr. Secundino Alvarez

M.O.P.
Cadafe
I.V.I.C
Edelca
Cámara Nacional de Empresas
de Telecomunicaciones
Ingeniería Vector
Aviem
U.S.B.
U.C.V.
Philips
Cadafe
Brown Boveri de Venezuela
General Electric de Venezuela
Oficina Técnica E. Soncini S.A.
Caivet
Luz Eléctrica de Venezuela
Alcave
Cantv
Epsilon S.A.
Elabetaca

Ing° Alberto Gómez
Ing° Rafael Magallanes
Ing° Roberto Chang Mota
Ing° Moisés Szponka
Ing° Gerard Tetzner
Ing° Carlos Dortolina
Ing° Peter Reinhardt
Ing° Jorge Diamantes
Ing° Ermanno Soncini
Sr. Lanfranco De Bei
Ing° Rafael Banchs
Sr. Secundino Alvarez González
Ing° Pedro Marín
Ing° Carlos Lima
Ing° Guillermo D'Amato

SUB-COMITE

ELECTROTECNIA

REPRESENTANTE

Ing° Guerrino Cherbassi
Ing° Friedrich Fahnert
Ing° G. Continanza
Ing° Vincenzo Vittori
Ing° Carlos Urquía
Ing° Ernesto Briceño
Ing° Juan Reyes
Ing° Eduardo Arcila
Ing° Gabriel Villabón
Ing° Tibor Horn
Ing° Vitauts Vanags
Ing° Clemente Gooding
Ing° Carlo Bramanti

ENTIDAD O EMPRESA

Cantv
Siemens Venezolana
E. de C.
Brown Boveri de Venezuela
Alcave
Cabel
Cadafe
M.O.P.
Wemca
Siemens Venezolana
M.S.A.S.
U.C.V.
Caivet

GRUPO

Esta norma fue elaborada por el grupo de Tableros de CODELECTRA compuesto de los profesionales siguientes:

<u>Representante</u>	<u>Entidad o Empresa</u>
Carlos Pérez Mena	Corporación Pérez Mena
Tobías Duque	Corporación Pérez Mena
Giuseppe Maule	M.O.P.
Régulo Márquez	AEG Telefunken
Tibor Horn	Siemens
Eugenio Ruiz	Brown Boveri
César Rodríguez	Electricidad de Caracas

DISCUSION PUBLICA:

Fecha de envío 20/1/76
Duración: 6 meses

FECHA DE APROBACION DEL COMITE: 12/11/76

FECHA DE APROBACION POR COVENIN: 14/12/76

NORMA DE SEGURIDAD PARA EQUIPOS
INDUSTRIALES DE CONTROL

Cajas y gabinetes

INDICE

	Página
Introducción	1
1 Alcance	2
2 Normas COVENIN a consultar	3
3 Condiciones generales	3
4 Requisitos para cajas y gabinetes	4
4.1 Fabricación	4
4.2 Instalación (montaje)	16
4.3 Puesta a tierra	18
4.4 Protección contra la corrosión	19
4.5 Materiales aislantes	20
4.6 Resistencia de las partes	20
4.7 Grados de protección ofrecidos por las cajas	21
4.8 Condiciones del medio ambiente	21
4.9 Ensayos a realizarse según el tipo de caja	22
4.10 Guía para la selección de cajas y gabinetes de acuerdo a su aplicación	24
5 Ensayos de tipo	26
6 Relación con otras normas	32

NORMA DE SEGURIDAD PARA EQUIPOS

INDUSTRIALES DE CONTROL

CAJAS Y GABINETES

INTRODUCCION

A. Esta norma se elaboró como complemento del Código Eléctrico Nacional con el fin de garantizar al usuario un margen mayor de seguridad en lo que se refiere a la calidad de los productos relacionados, ya que los requisitos que contienen establecen prioridad sobre toda norma de fabricación, sea ésta nacional o internacional.

Está basada en principios sólidos de ingeniería, investigación, recopilación de ensayos y experiencias en la industria y en una apreciación de los problemas de fabricación, instalación y uso, y está derivada de consultas e informaciones obtenidas de fabricantes, usuarios, autoridades encargadas de inspección y especialistas de gran experiencia. Esta norma estará sujeta a revisiones que resulten de nuevas investigaciones o experiencias y que se consideren necesarias o deseables.

B. El cumplimiento de los requisitos básicos de esta norma por parte de un fabricante es una de las condiciones para que un producto sea aprobado, sin embargo,, COVENIN y CODELECTRA se eximen de toda responsabilidad por los resultados del cumplimiento o incumplimiento por parte del fabricante o usuario que usen o apliquen dichos productos.

C. Un producto que cumple con estos requisitos no podrá ser aprobado de manera obligatoria si al ser examinado y ensayado se encuentra que tiene otras características, accesorios o modificaciones que invalidan los resultados indicados por sus especificaciones.

D. Un producto que emplee materiales o que tenga formas de construcción diferentes de las detalladas en la presente norma podrá ser examinado y ensayado de acuerdo a los fines de dichos requisitos y si resulta sustancialmente equivalente, puede ser aprobado.

E. Muchos de los ensayos establecidos en esta norma son inherentemente peligrosos. COVENIN y CODELECTRA se eximen de toda responsabilidad por los daños o lesiones que puedan ocurrir durante los ensayos o como resultado de los mismos cuando son realizados por el fabricante u otro laboratorio aprobado e independientemente de que los equipos, facilidades o personal necesario para el ensayo sean suministrados por el fabricante o por COVENIN o CODELECTRA

1 ALCANCE

1.1 La presente norma abarca los dispositivos industriales de control y sus accesorios utilizados para arrancar, parar, regular, controlar o proteger motores eléctricos que están destinados a colocarse en ubicaciones ordinarias en cumplimiento con lo establecido por el Código Eléctrico Nacional. Bien sean productos de fabricación nacional o extranjera.

1.2 Esta norma cubre los siguientes dispositivos y aparatos:

- a) Controles y arrancadores manuales y magnéticos.
- b) Relés de sobrecarga térmicos y magnéticos.
- c) Estaciones de pulsadores (incluyendo interruptores selectores y luces pilotos).
- d) Interruptores de circuitos de control y relés.
- e) Interruptores accionados por flotadores, flujo, presión y vacío.
- f) Resistencias y reóstatos.
- g) Interruptores de proximidad.
- h) Relés e interruptores con retardo de tiempo.
- i) Resistencias y reóstatos diseñados para la calefacción y el alumbrado industriales, así como los utilizados en los campos de los generadores.
- j) Controles utilizados en la calefacción y el alumbrado industriales.

1.3 Esta norma no se aplica en los campos siguientes:

- a) Dispositivos y aparatos con tensión nominal mayor de 600 voltios.
- b) Los dispositivos, circuitos o sistemas electrónicos o estáticos, ni a los controles para instalaciones de refrigeración.
- c) La fabricación de los mecanismos internos de instrumentos eléctricos (tales como medidores) o equipos destinados a usarse en lugares peligrosos tal como están definidos en el Código Eléctrico Nacional.
- d) Los conjuntos de dispositivos de control de máquinas herramientas para el trabajo de metales.

1.4 Las cajas que se indican a continuación quedan excluidas en esta norma:

- a) las destinadas a ubicaciones peligrosas, según determina el Código Eléctrico Nacional.
- b) las destinadas a ambientes donde exista atmósfera de polvo no inflamable.
- c) las clasificadas como "h^érmeticas al agua "o" a prueba de corrosión por agentes qu^ímicos".

2 NORMAS A CONSULTAR

COVENIN 200 Código Eléctrico Nacional

COVENIN 540 Grado de protección de las cajas y gabinetes utilizados en alta y baja tensión.

3 CONDICIONES GENERALES

3.1 GENERALIDADES

Los equipos industriales de control deberán:

3.1.1 Fabricarse de tal manera que permitan cumplir con las reglas para la instalación y el uso de tales equipos, tal como se establece en el Código Eléctrico Nacional.

3.1.2 Utilizar los materiales adecuados para cada uso en particular.

3.1.3 Construirse y acabarse con un grado de uniformidad y habilidad de trabajo practicable en una fábrica bien equipada.

3.2 COMPONENTES

Los componentes de los equipos industriales de control deberán cumplir con los requisitos que le son propios, con la excepción de que deben ser modificados para los casos de aplicaciones especiales.

4 REQUISITOS PARA CAJAS Y GABINETES

4.1 FABRICACION

4.1.1 Generalidades

4.1.1.1 Resistencia mecánica y rigidez. Las cajas de los equipos industriales de control deberán construirse de tal manera que las mismas tendrán la resistencia y rigidez necesarias para soportar los maltratos a los que razonablemente estarán sometidos, sin que los daños sufridos ocasionen incendios, descargas eléctricas o peligros de muerte debidos a la reducción en las distancias "aflojamiento" o desplazamiento de sus partes u otros defectos serios.

4.1.1.2 Métodos para la fijación de puertas, tapas, etc. Ciertas partes de la caja, tales como puertas, tapas o tanques deberán estar provistas de piezas tales como pasadores, cerraduras, enclavamientos o tornillos que la mantengan firmemente en su sitio.

4.1.1.3 Tapas para los dispositivos de protección contra sobrecargas. Las tapas de las cajas deberán estar provistas de bisagras cuando aquellas permitan el acceso a fusibles o a cualquier otro dispositivo de protección contra sobrecargas que requieran ser reemplazados para su funcionamiento normal o simplemente que la tapa pueda abrirse. Se exceptúa del presente requisito los casos indicados en 4.1.1.4 y 4.1.1.5.

4.1.1.4 No se requieren tapas con bisagras para los dispositivos en los cuales el acceso sea necesario solamente cuando al producirse un cortocircuito, se dañen los elementos térmicos de los relés de sobrecarga.

4.1.1.5 No se requieren tapas con bisagras para los dispositivos en los cuales los únicos fusibles existentes son los del circuito de control, siempre que el fusible y las cargas del circuito de control (que no sean cargas fijas, tales como luces piloto) estén colocadas dentro de la misma caja.

4.1.1.6 Cierres para las tapas con bisagras. Una tapa con bisagras, requiera de acuerdo con 4.1.1.3, no deberá depender solamente de tornillos o piezas similares que requieran el uso de herramientas para mantenerla cerrada, sino que deberá estar provista de cierre con resortes o de pasadores prisioneros, los cuales deberán estar diseñados para ser operados manualmente. Dichos pasadores se colocarán de tal manera y en número suficiente para mantener la puerta cerrada en toda su longitud. Una tapa con bisagras que tenga más de 122 cm de longitud en el lado en que van colocadas las bisagras, deberá tener por lo menos dos cierres operados por una sola manija o deberá tener dos o más cierres de resortes o pasadores prisioneros operables manualmente.

4.1.1.7 Hermeticidad de las puertas o tapas. Toda puerta o tapa que sirva de acceso a un fusible o parte de un interruptor (que no sea la palanca de accionamiento del interruptor) deberá cerrar en forma ajustada contra un ensamblaje de 6 mm como se muestra en la figura 1 o en forma equivalente, o bien estará provista de pestañas o rebordes a todo lo largo de sus cuatro lados. Las pestañas en una puerta o tapa deberán quedar bien ajustadas con las paredes exteriores de la caja y no deberán tener menos de 13 mm de profundidad. Una combinación adecuada de pestaña y ensamblaje es aceptada.

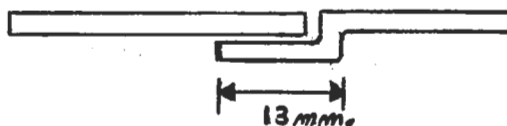


Figura 1. Ensamblaje.

4.1.1.8 Para determinar si una puerta o tapa con pestaña o reborde cumple con lo especificado en 4.1.1.7 con relación a la pestaña, la distancia entre la porción de la puerta o tapa (excluyendo los radios de curvatura, salientes o alargamientos del metal) y una superficie plana, colocada entre dos pestañas no podrá ser menor en ninguno de sus puntos de la señalada en el párrafo anterior (13 mm).

4.1.1.9 Las cajas que tienen empacaduras en sus puertas o tapas deberán ser revisadas para determinar si cumplen con los requisitos mencionados y si son adecuadas para la aplicación particular a las que están destinadas.

4.1.1.10 Construcción de solapa sin ensamblajes. Si no se emplea el tipo de ensamblaje mencionado en 4.1.1.7 se tendrá que utilizar una solapa de 13 mm (con una tolerancia de 2 mm) en todos los bordes de la puerta o tapa telescópica que estén en contacto con la caja o gabinete diseñado para montaje superficial.

4.1.1.11 Con el fin de determinar si una tapa o puerta telescópica cumple con lo establecido en 4.1.1.10, se colocará la caja en un banco de trabajo con la tapa o puerta hacia arriba y en esta última posición normalmente cerrada y se trazará una marca a lo largo de sus bordes. La solapa estará constituida por la distancia W entre la línea trazada y los extremos de las paredes de la caja. Para trazar las marcas, la puerta o tapa se mantendrán en una posición fija con suficiente firmeza para evitar que la tapa o puerta se desplace al realizarse el trazo, pero sin flexionar o deformar la caja o cualquier parte de ella.

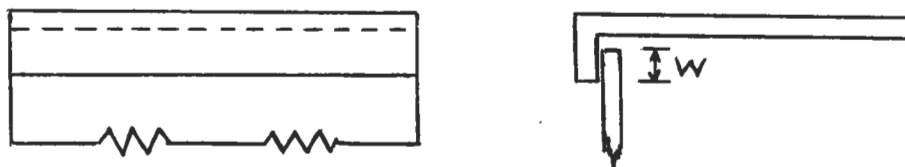


Fig. 2 Medida de la solapa

4.1.1.12 Marcos planos o en ángulos para puertas. Se pueden utilizar platinas o ángulos instalados como marcos en los extremos de las puertas o tapas para producir el ensamblaje requerido en el párrafo 4.1.1.7, siempre que el ángulo o platina utilizado tenga un espesor no menor del 60% del espesor requerido para el metal con que se fabrique la caja y con un espesor mínimo de 1,06 mm, si se trata de acero no recubierto (calibre 18 M.S.G.); 1,14 mm, si se trata de acero recubierto con zinc (calibre 18 G.S.G.) y 1,47 mm, si se trata de metales no ferrosos (calibres 14 A.W.G.). Cada platina o ángulo se fijará, por lo menos, en dos puntos. La distancia máxima entre un extremo de la platina o ángulo y el punto más próximo de fijación no podrá ser mayor de 38 mm y la distancia máxima entre dos puntos de fijación adyacentes no será mayor de 153 mm.

4.1.1.13 Espesor de las cajas hechas de metal fundido. Las cajas de metal fundido tendrán un espesor mínimo de 3,2 mm en todos sus puntos y mayor de 3,2 mm en los nervios de refuerzo y los cantos de las puertas. Asimismo, el espesor mínimo donde estén ubicados los orificios roscados será de 6,35 mm, con las excepciones siguientes (siempre que no se refieran a las áreas adyacentes a orificios, roscados o no, para entrada de tubos conduit).

a) Las cajas que tengan áreas mayores de 155 cm^2 o una dimensión mayor de 153 mm, deberán tener un espesor mínimo de 2,38 mm.

b) Las cajas que tengan un área igual o menor de 155 cm^2 o una dimensión no mayor de 153 mm deberán tener un espesor mínimo de 1,58 mm.

NOTA: Se puede obtener una limitación del área utilizando nervios de refuerzo que subdividan áreas mayores.

4.1.1.14 Orificios roscados para tubos conduit. Los orificios destinados a recibir tubos conduit rígidos roscados deberán estar provistos de:

a) Topes para los tubos conduit o en caso contrario deberán estar ubicados de tal forma que hagan posible la instalación de una boquilla o guía roscada (bushing) normal en el extremo del tubo conduit.

b) Roscas cónicas en equipos diseñados para su instalación a la intemperie, si no van provistos de sus respectivos topes.

c) Un mínimo de tres pasos completos de rosca cuando el orificio esté completamente roscado a través de la pared de la caja o un mínimo de $3\frac{1}{2}$ pasos completos de rosca y el resto del orificio con una superficie interior lisa, de sección circular y que tenga un diámetro interior igual al de una guía o boquilla roscada normal, con el propósito de suministrar a los conductores una protección similar a la de la boquilla o guía roscada.

4.1.1.15 Discos removibles (knock outs). Los discos removibles de las cajas hechas con chapas metálicas deberán mantenerse fijos a las mismas, de forma segura, pero al removerse no deberán producir deformaciones en las cajas respectivas.

4.1.1.16 Discos removibles para boquillas roscadas. La superficie que rodea a estos discos removibles deberá ser lo suficientemente plana para que las boquillas roscadas puedan asentarse correctamente y deberán estar ubicados de tal manera que al instalarse las boquillas, las distancias mínimas entre las partes energizadas no aisladas y dichas boquillas no resulten menores que las prescritas en la presente norma.

4.1.1.17 Distancias de las boquillas roscadas (bushings). En las cajas que no estén provistas con orificios o discos removibles para tubos conduit, se deberán mantener las distancias mínimas establecidas en la presente norma entre las partes energizadas no aisladas y las boquillas roscadas instaladas en cualquier parte de la caja. Para evitar que las boquillas roscadas se coloquen al azar, se podrán utilizar marcas permanentes en la caja o dibujos a escala natural suministrados con la caja.

4.1.1.18 Distancias entre las partes energizadas no aisladas y las boquillas roscadas. Al medirse las distancias entre las partes energizadas no aisladas y las boquillas roscadas instaladas en los discos removibles, según se especifica en los párrafos 4.1.1.16 y 17, se utilizarán las dimensiones señaladas en la tabla 1 para las boquillas roscadas instaladas con una contratuerca sencilla ubicada en la parte exterior de la caja.

TABLA 1
DIMENSIONES DE LAS BOQUILLAS ROSCADAS

Conduit		Dimensiones de las guías en mm	
Calibre comercial	Diámetro mm	Diámetro total	Altura
1/2	12,70	25,40	9,52
3/4	19,05	31,35	10,71
1	25,40	40,48	13,09
1 1/4	31,75	49,21	14,28
1 1/2	38,10	55,96	15,08
2	50,80	68,65	15,87
2 1/2	63,50	81,75	19,05
3	76,20	98,42	20,63
3 1/2	88,90	112,71	23,81
4	101,60	126,2	25,40
4 1/2	114,30	140,89	26,98
5	127	157,95	30,16
6	152,40	183,35	31,75

4.1.1.19 Espesor de las chapas metálicas en las cajas. Los espesores de las chapas metálicas en las cajas no deberán ser menores que los indicados en las tablas 2 y 2A; se exceptúan los puntos en los cuales se conecta un sistema de alumbrado, los que deberán tener los espesores mínimos siguientes: 0,82 mm (calibre 20 M.S.G.) para aceros no recubiertos; 0,86 mm (calibre 20 G.S.G) para aceros recubiertos con zinc y 1,14 mm (calibre 16 A.W.G) para metales no ferrosos.

TABLA 2
ESPESOR MINIMO DE CHAPAS METALICAS PARA CAJAS DE
ACERO AL CARBON O INOXIDABLE

Sin marco de soporte a)		Con marco de soporte o con un refuerzo equivalente a)		Espesor mínimo en mm	
Anchura máxima ^{b)} en mm	Longitud máxima ^{c)} en mm	Anchura máxima ^{b)} en mm	Longitud máxima en mm	Sin Revestimien- to.	Galvani- zado
101,6	Sin límite	158,8	Sin límite	0,51 ^d	0,58 ^d
120,7	146	171,5	209,6		
152,4	sin límite	241	sin límite	0,66 ^d	0,74 ^d
177,8	222	254	318		
203,2	sin límite	305	sin límite	0,81	0,86
228,6	292	330	406		
318	sin límite	495	sin límite	1,07	1,14
356	457	533	635		
457	sin límite	686	sin límite	1,35	1,42
508	635	737	914		
559	sin límite	838	sin límite	1,52	1,60
635	787	889	1092		
635	sin límite	991	sin límite	1,70	1,78
737	914	1041	1295		
838	sin límite	1295	sin límite	2,03	2,13
889	1194	1372	1676		
1067	sin límite	1626	sin límite	2,36	2,46
1194	1499	1727	2134		
1321	sin límite	2032	sin límite	2,74	2,82
1524	1880	2134	2616		
1600	sin límite	2464	sin límite	3,12	3,20
1854	2286	2616	3226		

TABLA 2A

ESPESOR MINIMO DE CHAPAS DE METAL POR CAJAS DE ALUMINIO

COBRE O LATON

Sin marco de soporte ^a		Con marco de soporte o con un refuerzo equivalente a		Espesor mínimo en mm
Anchura _{b)} máxima en mm	Longitud _{c)} máxima en mm	Anchura máxima en mm	Longitud máxima en mm	
76,2	Sin límite	177,8	Sin límite	0,58 ^d
88,9	101,6	216	241	
101,6	sin límite	254	sin límite	0,74
127,0	152,4	267	343	
152,4	sin límite	356	sin límite	0,91
165,1	203,2	381	457	
203,2	sin límite	483	sin límite	1,14
241	292	533	635	
305	sin límite	711	sin límite	1,47
356	406	762	940	
457	sin límite	1067	sin límite	1,91
508	635	1143	1397	
635	sin límite	1524	sin límite	2,41
737	914	1626	1981	
940	sin límite	2210	sin límite	3,10
1067	1346	2362	2896	
1321	sin límite	3124	sin límite	3,89
1524	1880	3302	4064	

Notas de la tabla 2.

a) Véase 4.1.1.21

b) La anchura se refiere al lado más pequeño de una chapa metálica rectangular que forme parte de una caja. Unas superficies adyacentes de una caja pueden tener soportes comunes y pueden ser fabricadas con una sola chapa.

c) Para paneles que no están soportados a lo largo de un costado (por ejemplo los paneles laterales de cajas), la longitud del lado no soportado deberá limitarse a las dimensiones especificadas.

d) Las planchas metálicas de una caja diseñada para uso exterior (a prueba de lluvia) requieren tener un espesor no menor de 0,86 mm si tienen un recubrimiento de zinc y no menor de 0,81 mm si no tienen recubrimiento de zinc.

Notas de la tabla 2A

a) Véase 4.1.1.21

b) La anchura se refiere al lado más pequeño de una chapa metálica rectangular que forme parte de una caja. Unas superficies adyacentes de una caja pueden tener soportes comunes y pueden ser fabricadas con una sola chapa.

c) Para paneles que no están soportados a lo largo de un costado (por ejemplo los paneles laterales de cajas), la longitud del lado no soportado deberá limitarse a las dimensiones especificadas.

d) Cuando se usen planchas de cobre, bronce o aluminio en cajas diseñadas para usos externos (a prueba de lluvia), se requiere que su espesor no sea menor de 0,74 mm.

4.1.1.20 Las tablas 2 y 2A están basadas en una deflexión uniforme de la superficie de la caja para una carga dada aplicada en el centro de la superficie independientemente del espesor del metal.

4.1.1.21 En relación con las tablas 2 y 2A, se define un marco de soporte tal como una estructura constituida por un ángulo, un canal o una sección rígida de chapa doblada, que esté fuertemente unido a la superficie de la caja y tenga esencialmente las mismas dimensiones exteriores que dicha caja y suficiente rigidez torsional para resistir los momentos de flexión que se le puedan aplicar al flexionarse la superficie de la caja. Para considerar que cualquier tipo de construcción tiene refuerzos equivalentes, es preciso que esté diseñado de tal manera que las estructuras resultantes sean tan rígidas como las construidas con marcos de ángulo o canales. Entre los tipos de construcción que se consideran como carentes de marcos de soporte se incluyen:

- a) chapas sencillas con pestañas sencillas embutidas (bordes embutidos);
- b) chapas sencillas corrugadas o con nervios de refuerzo;
- c) la superficie de una caja que no esté rígidamente unida al marco, como por ejemplo, si se utilizan cierres de resorte para su fijación.

4.1.1.22 Aberturas en las cajas. No se permitirán aberturas para ventilación en las cajas de equipos industriales de control, excepto en los casos siguientes:

- 1) Cajas de arrancadores por resistencias, por autotransformador o equipos similares.
- 2) Cajas de cualquier otro equipo, cuyas condiciones de uso requieran ventilación y donde se pueda demostrar por ensayos realizados que las alteraciones eléctricas en la caja puedan ser controladas.

En ningún caso se permitirán aberturas para ventilación en cajas o compartimientos de las mismas que contengan fusibles o partes de interruptores que no sean su palanca de accionamiento.

4.1.1.23 Dimensiones mínimas de las aberturas para ventilación. Las aberturas para ventilación de las cajas, bien sean orificios perforados, romañillas, aberturas por malla de alambre o metal expandido, tendrán unas dimensiones tales que no permitirán la entrada de una varilla de un diámetro mayor de 12,7 mm. Se exceptúan las envolturas en las cuales la distancia entre las partes energizadas no aisladas y las aberturas es mayor de 101 mm, en este caso las aberturas podrán tener unas dimensiones mayores, siempre que no permitan el paso de una varilla de un diámetro mayor de 19 mm.

4.1.1.24 Mallas.

4.1.1.24.1 Dimensiones de las mallas de alambre. El diámetro de los alambres de una malla no deberá ser menor de 1,30 mm si la abertura cubierta por la malla tiene un área no mayor de 3,20 cm² y si la abertura tiene un área mayor que la mencionada, el diámetro de los alambres no deberá ser menor de 2,00 mm.

4.1.1.24.2 Mallas de metal expandido. Exceptuándose lo especificado en el párrafo 4.1.1.24.3, las chapas utilizadas tendrán las siguientes dimensiones mínimas, siempre que las aberturas tengan un área máxima de 3,22 cm²: 1,06 mm (calibre N° 18 M.S.G.) para chapas no cubiertas y 1,17 mm (calibre N° 18 G.S.G) para chapas recubiertas de zinc). Para aberturas con áreas mayores de 3,22 cm² las dimensiones mínimas serán las siguientes: 2,03 mm (calibre N°13 M.S.G) para chapas no recubiertas y 2,13 mm (calibre N° 13 G.S.G) para chapas recubiertas de zinc.

4.1.1.24.3 En dispositivos pequeños donde las deformaciones de las cubiertas o cajas no alteren las distancias entre las partes móviles energizadas, no aisladas y las partes metálicas conectadas a tierra en una manera tal que las mismas queden con valores inferiores a los establecidos, las chapas utilizadas tendrán las dimensiones mínimas siguientes: 0,50 mm (calibre 24 M.S.G) para las chapas de acero no recubiertas y 0,58 mm (calibre 24 M.S.G) para chapas recubiertas de zinc, siempre que:

a) la parte expuesta de la malla en cualquier lado o superficie del dispositivo así protegido tenga un área no mayor de 465 cm^2 y no tenga dimensiones mayores de 305 mm;

b) el ancho de la abertura cubierta con malla no sea mayor de 89 mm.

4.1.1.25 No se requieren tapas de techo en las cajas que están diseñadas para ser montadas sobre el piso, cuando: la tensión nominal del control no exceda de 600 voltios; cuando la altura mínima de la caja sea 183cm y si las partes energizadas no aisladas del dispositivo están por lo menos a 153 mm por debajo de la parte superior de la caja.

4.1.1.25.1 No se requieren tapas de piso en las cajas que están diseñadas para ser montadas sobre el piso, siempre que la tensión nominal del control no exceda de 600 voltios y las partes energizadas no aisladas estén por lo menos a 153 mm por encima de la parte inferior de la caja.

4.1.1.26 Cajas para transformadores o autotransformadores. Los tanques o cajas que contienen las bobinas de los transformadores o controles manuales de los arrancadores por autotransformadores deberán estar provistas de accesos hacia su interior con fines de inspección. Si son del tipo de inmersión en aceite, deberán estar provistas de medios para reemplazar dicho aceite.

4.1.1.27 Cajas no metálicas.

4.1.1.27.1 Las cajas fabricadas con materiales aislantes no serán combustibles ni absorbentes y deberán tener espesores y rigidez adecuadas. Véase párrafo 4.1.1.1.

4.1.1.27.2 El término "no combustible" tal como se usa en la presente norma significa, en términos generales, incapaz de mantener una combustión activa cuando se haya iniciado su ignición o cuando se haya sometido y mantenido a altas temperaturas.

4.1.1.27.3 El término "no absorbente", tal como se usa en la presente norma significa, en términos generales, incapaz de absorber la humedad en forma tal que se afecten sus características eléctricas y mecánicas en condiciones normales de uso.

4.1.1.28 Aberturas cubiertas con vidrio. El vidrio que cubre una abertura de observación y que forma parte de una caja deberá estar unido a ella de una forma confiable, de tal manera que no pueda ser removido en condiciones de servicio y que provea una protección mecánica adecuada a las partes cubiertas por la caja. El vidrio en abertura que no tenga más de 102 mm en cualquier dimensión tendrá un espesor nominal de 1,58 mm, (1,39 mm mínimo) y el vidrio en aberturas que no tengan más de 305 mm en cualquier dimensión tendrá un espesor nominal de 3,17 mm, (2,92 mm mínimo). El vidrio usado para cubrir aberturas aún mayores tendrá una resistencia mecánica y otras características adecuadas para su uso.

4.1.1.29 Cajas a prueba de lluvia.

4.1.1.29.1 Las cajas destinadas para uso exterior y designadas "a prueba de lluvia" estarán construídas de tal manera que eviten la entrada de agua batiente a un nivel superior al de la parte energizada que esté en el punto más bajo dentro de la caja. Este tipo de caja estará provisto de medios externos para su montaje, sin embargo se pueden utilizar medios internos de montaje, si estos están diseñados de tal manera que eviten la entrada de agua en la misma. Las bisagras y otros accesorios deberán ser resistentes a la corrosión. No se podrán usar combinaciones de metales que produzcan efectos galvánicos tales que afecten en forma adversa cualquier parte del dispositivo.

4.1.1.29.2 Las cajas designadas "hermética a la lluvia" deberán cumplir con lo establecido en el párrafo 4.1.1.29.1 con la excepción de que deberán estar construídas para prevenir la entrada de una lluvia batiente.

4.1.1.29.3 Para determinar si una caja cumple con los requisitos para ser designada "a prueba de lluvia" o "hermética a la lluvia" tal como se mencionan en los párrafos 4.1.1.29.1 y 4.1.1.29.2, se instala una caja completa con los tubos conduit conectados (sin compuesto sellador para roscas), simulando las condiciones reales de servicio. Los pares de torsión aplicados a los tubos conduit que están conectados a la caja serán los siguientes: 922 kg. cm para tubos de 19 mm (3/4") y menores; 1 152 kgm.cm para tubos de 25,4 mm (1"), 31,7 mm (1 1/4") y 38 mm (1 1/2"); y 1 843 kg. cm para tubos de 50,8 mm (2") y mayores. En esas condiciones se aplica agua en forma de rocío o ducha equivalente a una lluvia batiente sobre la envoltura en su parte superior y sus lados durante una hora.

4.1.1.30 Empacaduras.

4.1.1.30.1 Las empacaduras hechas con materiales elastoméricos o termoplásticos o compuestos de materiales elastoméricos que se utilizan con el fin de hacer una caja "a prueba de lluvia" (véase el párrafo 4.1.1.29.3) deberán ser resistentes al envejecimiento en una forma adecuada, tal como se determina en los ensayos descritos en los párrafos 4.1.1.30.2 y 4.1.1.30.3

4.1.1.30.2 Las empaaduras de goma, policloropreno, o composición de dichos materiales, se deberán someter durante 96 horas en una atmósfera de oxígeno, a una presión de 21 kg/cm² y a una temperatura ambiente de 70°C. Se considerará que las empaaduras son resistentes al envejecimiento en una forma adecuada si no se detectan evidencias de deterioros tales como, ablandamiento, endurecimiento o fisuras después de flexionarse.

4.1.1.30.3 Se pueden aceptar empaaduras hechas con material termoplástico, o composiciones de dicho material, después de considerar los efectos del envejecimiento térmico, deformaciones en condiciones de uso y los métodos de fijación de dichas empaaduras a la cubierta o caja.

4.1.1.31 Conexiones del sistema de alambrado y drenaje de agua.

4.1.1.31.1 Los orificios para las conexiones del sistema de alambrado deberán ser roscados, a menos que dichos orificios estén por debajo del terminal o parte energizada que se hallen situados en la parte más baja de la caja, siempre y cuando éste esté colocada en su posición normal de instalación. Las cajas diseñadas a prueba de lluvia deberán estar provistas de un canal para el drenaje del agua.

4.1.1.31.2 Las cajas diseñadas para su instalación a la intemperie, bien sean, a prueba o herméticas al agua, deberán marcarse, con la siguiente inscripción: "Caja a prueba de lluvia" o "Caja hermética a la lluvia" y ésta deberá ser visible después de la instalación.

4.1.1.32 Protección contra la corrosión.

4.1.1.32.1 Las cajas construidas con chapas de acero de un espesor, no menor de 3,12 mm (calibre 10 M.S.G) deberán:

a) galvanizarse por un proceso de inmersión caliente después de formarse y ensamblarse.

b) construirse con chapas revestidas por procesos de inmersión caliente.

c) Estar provistas de un revestimiento metálico, equivalente, por lo menos al del zinc aplicado por el proceso de inmersión caliente, o,

d) estar protegidas contra la corrosión por medio de cualquier acabado, el cual por investigaciones realizadas, se demuestre que sea adecuado para su uso.

Las cajas hechas con chapas de 3,12 mm (calibre 10 M.S.G) de espesor o más, podrán construirse con chapas revestidas por inmersión en caliente o electrodos de posición así mismo pueden protegerse contra la corrosión por cualquier otro acabado, el cual, por investigaciones realizadas se demuestre que sea adecuado para su uso. En el caso de uso de revestimiento de cadmio, el espesor del mismo no será menor de 0,025 mm.

Con excepción de lo especificado en el párrafo 4.1.1.32.2, los revestimientos de zinc deberán cumplir con el requisito siguiente: las muestras de las chapas no deberán mostrar signos de depósito de cobre después de haberse sumergido por cuatro veces, durante un minuto cada vez, en la solución de sulfato de cobre utilizada en el ensayo Preece. Para otros tipos de acabado se utilizará el ensayo descrito en 4.9.

4.1.1.32.2 Si adicionalmente al revestimiento de zinc, se utiliza una capa de resinas alquídicas u otro tipo adecuado de pintura, dicho revestimiento de zinc no requiere cumplir con lo especificado en el párrafo anterior, siempre que se someta una muestra del acero recubierto sin pintar a tres inmersiones de un minuto cada una en la solución de sulfato de cobre y no se aprecien signos visibles de depósito de cobre en la muestra. Si se aplican dos o más capas de pintura, la muestra de someterá solamente a dos inversiones de un minuto cada una en la solución de sulfato de cobre.

4.2 INSTALACION (MONTAJE)

4.2.1 Seguridad en la instalación (montaje).

Los equipos de control industrial deberán montarse con seguridad sobre las superficies que los soportan. No deberán utilizarse los tornillos o pernos que sirvan para fijar los componentes como medio de fijación de este último.

4.2.2 Arrancadores por autotransformador y dispositivos con resistencias.

4.2.2.1 Los arrancadores por autotransformador y dispositivos con resistencias deberán construirse de tal manera que únicamente los puntos de apoyo estén en contacto con una superficie plana de montaje y las partes restantes se mantengan a una distancia mínima de 6,35 mm de la superficie de montaje.

4.2.2.2 Si se instala un control en un gabinete, en una forma tal que dicho gabinete lo rodee completamente y es separable del dispositivo de control, los requisitos del párrafo anterior se consideran cumplidos, si la base interior, marco o panel, se instalan con las separaciones del gabinete especificadas en dicho párrafo.

4.2.3 Interruptores de presión.

4.2.3.1 Los interruptores de presión o dispositivos similares destinados a ser soportados únicamente por tubos conduit rígidos, deberán estar provistos de manguitos de doble bocina o de uniones roscadas.

4.2.3.2 Los interruptores de presión que usen conexiones de reborde o de compresión como medio de unión a la tubería de presión deberán estar provistos de manguitos o uniones roscadas, a menos que se provean soportes u orificios para su montaje.

4.2.4 Resistencia de los manguitos de doble bocina y de las uniones roscadas.

4.2.4.1 Con excepción de lo especificado en el párrafo 4.2.4.4, los manguitos o uniones que se estampen, embutan o forjen a las envolturas de los interruptores de presión o dispositivos similares deberán ser capaces de resistir, sin desprenderse, una fuerza de tracción de 91 kg, un momento de flexión de 69 kg. cm, aplicados cada uno de ellos durante períodos de 5 minutos.

4.2.4.2 Para el ensayo de tracción, el equipo deberá soportarse por medio de un tubo conduit rígido, tal como se instala normalmente y se le aplica la fuerza de 91 kg.

4.2.4.3 Para los ensayos de flexión y torsión, el equipo deberá soportarse por otros medios que no sean las conexiones del tubo conduit. En el ensayo de flexión, se le aplicará la fuerza al tubo conduit en una dirección perpendicular a su eje, y el brazo de la palanca se medirá desde la superficie de la caja en la cual se halla localizado el manguito o unión hasta el punto de aplicación de la fuerza. En el ensayo de torsión la fuerza se aplicará en un sentido tal, que tienda a apretar la conexión y el brazo se medirá desde el centro del tubo conduit.

4.2.4.4 Al realizarse los ensayos mencionados en los párrafos 4.2.4.2 y 4.2.4.3, pueden producirse algunas deformaciones. El ensayo puede suspenderse si tales deformaciones son apreciables.

4.2.5 Controles no destinados a montarse en paredes.

Los controles que no están diseñados para montarse en las paredes, pero que estén provistos de marcos de soportes, deberán cumplir con los requisitos especificados en los párrafos 4.2.1, 4.2.2.1 y 4.2.2.2 con excepción de aquellos que se refieren a la separación de la superficie de soporte.

4.2.6 Partes energizadas ubicadas debajo de la base.

Las cabezas de los tornillos o de las tuercas energizadas que estén ubicadas debajo de una base aislante, deberán fijarse en una forma confiable para evitar que se aflojen y se deberán aislar en una forma adecuada o espaciarse en la superficie de montaje. Esto se puede lograr por uno de los medios siguientes:

a) avellando o remachando dichas partes por lo menos 3,17 mm en su parte libre y posteriormente recubriéndola con un compuesto sellador que sea a prueba de agua y que no se derrita a una temperatura de 15°C por encima de la temperatura de operación del dispositivo y en ningún caso a menos de 65°C, o

b) fijando dichas partes de una forma confiable y aislándolas de la superficie de montaje por medio de una barrera o algo equivalente, o por medio de los espaciamientos a través del aire o de una superficie tal como se especifica en otros párrafos de la presente norma.

4.3 PUESTA A TIERRA

4.3.1 Generalidades

4.3.1.1 Las partes metálicas no energizadas de los equipos portátiles diseñados para funcionar en circuito de tensión mayor de 150 voltios con respecto a tierra y todos los equipos estacionarios deberán tener provisiones para conectar a tierra sus partes metálicas expuestas no energizadas y aquellas que aunque no están expuestas, presenten la posibilidad de contacto de personas durante el funcionamiento normal o el ajuste del equipo, si existe la posibilidad de que dichas partes puedan estar energizadas.

4.3.1.2 Los métodos aceptables para la puesta a tierra son los siguientes:

a) para equipos estacionarios, la provisión de un disco removible o cualquier otro tipo de abertura adecuada en la caja para la entrada del sistema de alambrado, que de acuerdo con el Código Eléctrico Nacional, sirva para este fin;

b) en los dispositivos colgantes, conectados por medio de cables o cordones flexibles, la provisión de un terminal no aislado de la caja para la conexión de uno de los conductores o cordón flexible, y

c) en los dispositivos portátiles, la provisión de un conductor, adicional a los conductores del circuito en un cable o cordón de múltiples conductores, conectados al marco o a la caja del dispositivo. Al extremo del cable o cordón, donde éste se conecta al tomacorriente, se proveerá un elemento de contacto en el enchufe para la conexión a tierra del conductor adicional. Los conductores de puesta a tierra serán de color verde y podrán tener una o más franjas de color amarillo.

4.3.1.3 Se recomienda firmemente que los tornillos utilizados para la puesta a tierra en el sitio de la instalación estén provistos de una cabeza hexagonal ranurada de color verde.

4.3.2. Continuidad.

4.3.2.1 Con excepción de lo especificado en el párrafo 4.3.2.3, las cajas fabricadas total o parcialmente con materiales aislantes, deberán estar provistas de los accesorios adecuados de puesta a tierra para asegurar la continuidad de la conexión a tierra entre todas las entradas para los tubos conduit. Los correspondientes accesorios de puesta a tierra pueden suministrarse, bien instalados con el equipo o como piezas separadas para ensamblarse en el sitio de la instalación. Las cajas que estén diseñadas con sus accesorios de puesta a tierra para su ensamblaje en el sitio de la instalación deberán suministrarse con las instrucciones completas y detalladas para su correcta instalación. En dichas instrucciones deberán estar claramente identificadas todas las partes, así como el método de instalación.

4.3.2.2 Si el producto ensamblado no tiene continuidad eléctrica entre sus partes para la puesta a tierra, dicho producto debe llevar una marca que cumpla los siguientes requisitos:

- 1) estar localizada en un área visible durante la instalación, (tal como la superficie de la cubierta),
- 2) las letras deben tener una altura no menor de 2,4 mm,
- 3) la marca debe decir lo siguiente: "PRECAUCION - los puentes de unión eléctrica entre las conexiones de tubos conduit no son automáticos y deben proporcionarse al hacer la instalación" o "Precaución- la caja no metálica no proporciona la unión a tierra entre conexiones de tubos conduit, se usarán boquillas de puesta a tierra y alambres de puente o el equivalente".

4.3.2.3 No se requiere puesta a tierra en cajas de estaciones de pulsadores o selectores diseñados como equipos de final de circuito y están claramente indicados para su uso.

4.3.2.4 Protección contra puesta en marcha accidental de los motores. Si el diagrama de circuito de control magnético de motores indica que una de las líneas del circuito de control está conectado o se puede conectar a tierra, dicho circuito de control deberá diseñarse en forma tal, que una falla accidental a tierra en los dispositivos de control remoto no ocasione la puesta en marcha del motor.

4.4 PROTECCION CONTRA LA CORROSION

4.4.1 Las partes de hierro y acero, con excepción de aquellas en las cuales la protección no es factible, tales como rodamientos, deberán estar protegidas contra la corrosión, mediante esmaltado, galvanizado, sherardizado, electrodeposición u otros medios equivalentes.

4.4.2 Los requisitos del párrafo 4.4.1 se aplican: a todas las cajas, bien sean construidas con chapas de acero o hierro fundido; a todas las partes de hierro o acero que conduzcan corriente, excepto rejillas y a todos los resortes y otras partes de las cuales puede depender el funcionamiento mecánico del dispositivo. Este requisito no se aplica para piezas pequeñas, tales como arandelas, tornillos, pernos y similares, siempre que dichas piezas no estén destinadas a conducir la corriente; sin embargo, se recomienda la protección de tales piezas. Las partes construidas con acero inoxidable no requieren protección adicional contra la corrosión.

4.4.3 Con respecto a la protección contra la corrosión para las cajas a prueba de agua, véase el párrafo 4.1.1.32.

4.5 MATERIALES AISLANTES

4.5.1 Tipos de materiales.

Los materiales para soportar partes energizadas no aisladas serán los siguientes: pizarra, porcelana, compuestos fenólicos o moldeados en frío o cualquier otro material adecuado para soportar dichas partes. Estos materiales deberán ser capaces de resistir las condiciones más severas que se puedan encontrar en condiciones normales de uso.

4.5.2 Materiales ubicados entre puntos de polaridades opuestas. Los materiales aislantes, incluyendo las barreras instaladas entre las partes de polaridades opuestas y los materiales que puedan estar sometidos a los efectos de los arcos producidos por la abertura de un interruptor, deberán ser los adecuados para la aplicación específica.

4.6 RESISTENCIA DE LAS PARTES

4.6.1 Partes con presiones nominales de 21 kg/cm^2 o más. Con excepción de lo especificado en el párrafo 4.6.2, los dispositivos accionados por presión que utilizan un tubo Bourdon, un fuelle de metal flexible, un diafragma o similar, o los dispositivos con presiones nominales de 21 kg/cm^2 o más, deberán ser capaces de resistir, sin deterioro aparente durante un minuto, una presión hidráulica de cuatro veces la presión nominal máxima marcada en el dispositivo.

4.6.2 Partes con presiones nominales de 70 kg/cm^2 o más. Los tubos Bourdon, los fuelles de metales flexibles y accesorios similares con presiones nominales de 70 kg/cm^2 o más, que no cumplan con los requisitos establecidos en el párrafo 4.6.1, deberán:

- a) resistir, sin deteriorarse, durante un minuto, una presión hidráulica igual a dos veces la presión nominal máxima marcada en el dispositivo;
- b) resistir instantáneamente la aplicación de una presión neumática de cuatro veces la presión nominal máxima, marcada en el dispositivo, sin que

salga despedida fuera de la caja parte alguna del dispositivo.

4.6.3 Ensayos de resistencia hidrostática.

Los conductos de presión, filtros de aire, operadores de pistón y accesorios similares, utilizados como partes de un dispositivo industrial de control deberán comportarse de una manera satisfactoria cuando se someten a los correspondientes ensayos de resistencia hidrostática de acuerdo al uso para el cual han sido diseñados, a menos que dichos accesorios estén marcados con el símbolo correspondiente al código de fabricación de calderas según normas internacionales, mientras no se redacte la norma COVENIN correspondiente.

4.7 GRADOS DE PROTECCION OFRECIDOS POR LAS CAJAS.

Las cajas están diseñadas para ofrecer dos tipos básicos de protección.

4.7.1 Protección a las personas contra contactos accidentales con partes energizadas expuestas.

4.7.2 Protección de los equipos cubiertos por la caja contra agentes externos. Estos agentes externos quedan deteriorados por el ambiente en el cual se instalan las cajas, de acuerdo con lo anterior, los ambientes se clasifican como se indica en 4.8.

4.8 CONDICIONES DEL MEDIO AMBIENTE.

4.8.1 Clasificación de ambientes.

4.8.1.1 Ambientes interiores. Uso general: en estos ambientes solo podrá existir polvo en forma ocasional y el agua o la humedad deberán ser como se especifica en el Código Eléctrico Nacional. No deben existir agentes químicos corrosivos.

4.8.1.2 Ambientes exteriores: en estos ambientes se deberán proveer una protección adecuada contra la lluvia y una protección contra la corrosión producida por la intemperie.

4.8.1.3 Ambientes especiales: entre éstos se encuentran los ambientes llenos de polvo; los ambientes donde las cajas están sometidas a chorros de agua y los lugares peligrosos determinados por el Código Eléctrico Nacional.

4.8.2 Medios ambientes donde se requieren ensayos en las cajas.

Las cajas que se deben ensayar, son las que están destinadas a los siguientes usos:

4.8.2.1 Ambientes interiores, uso general y cajas no ventiladas.

4.8.2.2 Ambientes interiores, uso general y cajas ventiladas.

4.8.2.3 Cajas para uso a la intemperie:

4.8.2.3.1 Cajas a prueba de lluvia (no ventiladas y ventiladas).

4.8.2.3.2 Cajas herméticas a prueba de lluvia (no ventiladas).

4.9 ENSAYOS A REALIZARSE SEGUN EL TIPO DE CAJA.

4.9.1 Cajas diseñadas para usos generales, ambientes interiores, no ventiladas.

4.9.1.1 Estos tipos de cajas están diseñadas para el uso señalado y su principal propósito es evitar el contacto de las personas con partes energizadas no aisladas del equipo, en áreas donde existen ambientes normales.

4.9.1.2 Las cajas que estén diseñadas para ser empotradas en las paredes deberán tener una provisión para alinear las cubiertas exteriores al dispositivo y compensar el espesor de la pared, con el propósito de que dicha cubierta quede a ras con la superficie de la pared.

4.9.1.3 Adicionalmente estas cajas deberán proteger contra el polvo a los dispositivos que contengan.

4.9.1.4 Las cajas descritas en el presente párrafo deberán ser sometidas a los siguientes ensayos:

4.9.1.4.1 Entrada de cuerpos sólidos: ensayos descritos en el párrafo 5.2.

4.9.1.4.2 Protección contra la corrosión, véase 5.7.

4.9.1.5 En el caso de las cajas descritas en el párrafo 4.1.1.25.2, no se realizan los ensayos para la entrada de cuerpos sólidos en la base de las mismas.

4.9.2 Cajas diseñadas para usos generales, ambientes interiores, ventiladas.

4.9.2.1 Estas cajas tienen las mismas provisiones que las descritas en 4.9.1, con la diferencia de que tienen aberturas para la ventilación.

4.9.2.2 Estas cajas deberán ser sometidas a los siguientes ensayos:

4.9.2.2.1 Entrada de cuerpos sólidos, véase 5.3.

4.9.2.2.2 Protección contra la corrosión, véase 5.7.

4.9.3 Cajas "a prueba de lluvia" no ventiladas.

4.9.3.1 Estas cajas están diseñadas para ser usadas a la intemperie y con el fin de proteger los equipos cubiertos contra la lluvia. Tendrá una unión roscada o provisión equivalente para establecer una conexión hermética al agua en la entrada del tubo conduit, cuando este último entre en la caja a un nivel superior a la de la parte energizada ubicada en el punto más bajo de la caja; además tendrá una provisión para hacer posible el bloqueo de la puerta con un dispositivo de llave, asimismo estará provista de un dispositivo para drenaje. Este tipo de caja no es a prueba de polvo.

4.9.3.2 Las cajas descritas en el presente párrafo deberán someterse a los siguientes ensayos:

4.9.3.2.1 Entrada de cuerpos sólidos; véase 5.4.

4.9.3.2.2 Protección contra la corrosión, véase 5.8.

4.9.3.2.3 Protección contra la lluvia, véase 5.9.

4.9.4 Cajas "a prueba de lluvia" ventiladas.

4.9.4.1 Estas cajas tendrán las mismas provisiones que las anteriores, teniendo además, aberturas para la ventilación.

4.9.4.2 Las cajas descritas en el presente párrafo deberán someterse a los siguientes ensayos:

4.9.4.2.1 Entradas de cuerpos sólidos: véase 5.5.

4.9.4.2.2 Protección contra la corrosión; véase 5.8.

4.9.4.2.3 Protección contra la lluvia; véase 5.9.

4.9.5 Cajas herméticas a la lluvia.

4.9.5.1 Están diseñadas para ser usadas a la intemperie y para proteger los equipos que contienen contra el polvo transportado por el viento y el agua y garantizar el funcionamiento del equipo contenido, cuando están cubiertas por el hielo o por la nieve.

4.9.5.2 No están diseñadas para proteger los equipos contenidos por ellas contra defectos de funcionamiento causados por la formación de hielo en el interior de las mismas; en los casos en que se desee evitar estos defectos, el fabricante deberá ser consultado por el usuario para lograr un acuerdo entre ambas partes sobre las provisiones a suministrar.

4.9.5.3 Adicionalmente, estas cajas deberán estar provistas de mecanismos de operación a prueba de nieve o hielo y serán capaces de soportar el peso del hielo, así como las operaciones de remoción del mismo, por medio de herramientas manuales para hacer posible el acceso al interior de las cajas.

4.9.5.4 Las cajas descritas en el presente párrafo deberán someterse a los siguientes ensayos:

4.9.5.4.1 Protección contra la entrada de polvo: véase 5.6.

4.9.5.4.2 Protección contra la corrosión: véase 5.8.

4.9.5.4.3 Protección contra la lluvia; véase 5.9.

4.9.5.4.4 Protección contra el hielo: véase 5.10.

4.10 Guía para la selección de cajas y gabinetes de acuerdo a su aplicación. La tabla 4.10 se puede utilizar como guía para la selección de cajas de acuerdo a su aplicación, así como para la determinación de los ensayos a los cuales deben ser sometidas.

TABLA 3

CAJAS Y GABINETES REQUERIDOS PARA CUMPLIR CON LA PRESENTE
NORMA DE ACUERDO A SU APLICACION Y ENSAYOS A LOS QUE DEBEN SOMETERSE

TIPO DE APLICACION (ambientes)	NORMALIZADAS COVENIN 540-71	
	NO NORMALIZADAS ENSAYOS	CLASIFICACION E N S A Y O S (1)
Ambientes interiores no ventilados	Entrada de sólidos: 5.2 Corrosión: 5.7	IP-31; IP-41 Corrosión: 5.7
Ambientes interiores ventilados	Entrada de sólidos: 5.3 Corrosión: 5.7	IP-21 Corrosión: 5.7
(Instalación exterior) A prueba de lluvia, no ventilados	Entrada de sólidos: 5.4 Corrosión: 5.8 Lluvia: 5.9	IP-33; IP-34; IP-43; IP-44 Corrosión: 5.8
(Instalación exterior) A prueba de lluvia ventilados	Entrada de sólidos: 5.5 Corrosión: 5.8 Lluvia: 5.9	IP-23 Corrosión: 5.8
(Instalación exterior) Herméticos a la lluvia	Entrada de polvo: 5.6 Corrosión: 5.8 Lluvia: 5.9	IP-54; IP-55 Corrosión: 5.8

(1) Estos son los ensayos requeridos por la presente norma en adición a los requeridos por la norma COVENIN 540-71.

NOTA: Los ensayos para resistencia a la formación de hielo según se detallan en 5.10 para las cajas herméticas a la lluvia son opcionales, tanto en las cajas normalizadas, como en las que no lo son.

5 ENSAYOS DE TIPO

5.1 GENERALIDADES.

Los ensayos que a continuación se especifican se usarán para demostrar si las cajas cumplen con los requisitos de la presente norma. Estos ensayos, necesariamente no representan las condiciones ambientales reales y no se intenta que se realicen como prueba de rutina en todos los equipos producidos por el fabricante. Para lograr un ensayo lo más cercano posible a la realidad, la caja y el equipo contenido por ella, deberán instalarse tal como se hará en condiciones normales de servicio.

5.2 Ensayo contra la penetración de cuerpos sólidos en cajas no ventiladas, destinadas a instalarse en ambientes interiores. Este ensayo se realiza utilizando un alambre de 3,20 mm de diámetro. Si el mismo no puede penetrar al interior de la caja, se considerará el ensayo como satisfactorio y por consiguiente, que dicha caja cumple con el requisito especificado.

En el caso de cajas en las cuales la distancia entre la abertura y la parte energizada expuesta más cercana sea mayor de 10 cm, se pueden admitir la entrada de un alambre de 3,18 mm de diámetro o mayor, pero nunca se podrá admitir la entrada de una varilla de 12,7 mm de diámetro.

Las cajas clasificadas como IP-31 e IP-41 de acuerdo a la Norma COVENIN 540-71 y que hayan sido probadas de acuerdo a los requisitos de dicha norma, se consideran aptas para el uso aquí señalado y no se requiere que se sometan al presente ensayo.

5.3 Ensayo contra la entrada de cuerpos sólidos en cajas ventiladas destinadas a instalarse en ambientes interiores. Este ensayo se realiza con una varilla de 12,7 mm de diámetro, si la misma no puede penetrar al interior de la caja, se considerará el ensayo como satisfactorio y por consiguiente, que dicha caja cumple con el requisito especificado. En el caso de cajas en las cuales la distancia entre la abertura y la parte energizada expuesta sea mayor de 10 cm, se puede admitir la entrada de una varilla de 12,7 mm de diámetro o mayor, pero nunca se podrá admitir la entrada de una varilla de 19 mm de diámetro.

Las cajas clasificadas como IP-21 de acuerdo a la norma COVENIN 540-71 y que hayan sido probadas de acuerdo a los requisitos de dicha norma, se consideran aptas para el uso aquí señalado y no se requiere que se sometan al presente ensayo.

5.4 Ensayo contra la entrada de cuerpos sólidos en cajas no ventiladas destinadas a instalarse en ambientes exteriores. Este ensayo se realiza con un alambre de 3,18 mm de diámetro; si el mismo no puede penetrar al interior de la caja, el ensayo se considera satisfactorio y por consiguiente, que dicha caja cumple con los requisitos especificados.

Se exceptúan los orificios para drenaje, para los cuales se utilizará una varilla de 6,35 mm de diámetro, la cual no podrá penetrar al interior de la caja a través de dichos orificios. Se deberá mantener una distancia mayor de 10 cm entre las partes expuestas energizadas y los orificios de drenaje de más de 3,18 mm de diámetro; en caso de no cumplirse con este requisito, se exigirán barreras entre los orificios de drenaje y las partes expuestas energizadas para impedir la entrada de una varilla recta rígida.

Las cajas clasificadas como IP-33, IP-34, IP-43 e IP-44 de acuerdo a la norma COVENIN 540-71 y que hayan sido probadas de acuerdo a los requisitos de dicha norma, se consideran aptas para el uso aquí señalado y no se requiere que sean sometidas al presente ensayo.

5.5 Ensayo contra entrada de cuerpos sólidos en cajas ventiladas, destinadas a instalarse en ambientes exteriores. Las cajas descritas en el presente párrafo serán sometidas al ensayo descrito en 5.3.

Las cajas clasificadas como IP-23 de acuerdo a la norma COVENIN 540-71 y que hayan sido probadas de acuerdo a los requisitos de dicha norma, se consideran aptas para el uso aquí señalado y no se requiere que sean sometidas al presente ensayo.

5.6 Ensayo contra entrada de polvo en las cajas no ventiladas, destinadas a instalarse en ambientes exteriores.

5.6.1 Método del chorro de polvo.

Las cajas objeto del presente ensayo serán sometidas a chorro compuesto de aire comprimido y cemento seco Portland N° 1 para uso general y con una composición de partículas, según se señala en la tabla siguiente:

Tamaño de las partículas (mm)	Contenido (%)
Mayores de 0,073	3
0,073	8
0,043	7
0,038 y menores	82

Se utilizará una pistola de chorro de arena del tipo de succión, equipada con una entrada de aire de 4,7 mm de diámetro y una boquilla de 9,5 mm de diámetro; la presión de aire será de 63,3 kg/cm² a 70,3 kg/cm². El cemento se suministrará por medio de succión. Se aplicará una cantidad de cemento no menor de 1,8 kg por cada 31 cm de dimensión lineal de la caja sometida al ensayo y a un flujo de 2,27 kg/min.

La dimensión lineal de la caja será equivalente a la suma de la altura más la profundidad de la misma. La boquilla se mantendrá a una distancia de 30 cm a 38 cm de la caja y el chorro de aire y cemento se dirigirá a

todos los puntos en que sea probable la entrada de polvo, tales como, soldaduras, uniones, mecanismos externos de operación, etc. Se puede instalar un tubo conduit para igualar la presión interior a la exterior. El ensayo se considera satisfactorio si el polvo de cemento no logra penetrar en la caja, y por consiguiente, que la misma cumple con los requisitos especificados.

5.6.2 Método del agua atomizada (este método se puede utilizar en lugar del chorro de polvo especificado en el párrafo anterior).

Las cajas objeto del presente ensayo serán sometidas a un rocío de agua atomizada, utilizando una boquilla que produzca un rocío cónico cuya base tenga un diámetro de 76 mm a 101 mm, medida a una distancia de 31 cm de la boquilla; el agua será suministrada por succión de 101 mm a 203 mm de la columna de agua no menor de 142 ml por cada 31 cm de dimensión lineal de la caja sometida al ensayo y a un flujo de 11 litros por hora. La dimensión lineal de la caja será equivalente a la suma de la altura más la profundidad de la misma. La boquilla se mantendrá a una distancia de 31 cm a 38 cm de la caja y el rocío se dirigirá hacia todos los puntos en que sea probable la entrada de polvo, tales como soldaduras, uniones, mecanismos externos de operación, etc. Se puede instalar un tubo conduit para igualar la presión interior a la exterior, sin embargo, dicho tubo no puede servir de drenaje de la caja. Las aberturas para ejes no provistas de empacaduras, que tienen una longitud de paso no menor de 12 mm no deberán ser sometidas a ensayo si el espacio libre (con respecto al diámetro) entre el eje y la abertura no es mayor de 0,12 mm por cada 12 mm de longitud de paso de la abertura. Estas aberturas pueden protegerse con medios externos adecuados durante el ensayo.

Si el agua no logra penetrar en la caja, se considera que el ensayo es satisfactorio y que la caja cumple con los requisitos especificados.

5.6.3 Cajas que no requieren ser sometidas a los ensayos descritos en 5.6.1 y 5.6.2.

Las cajas clasificadas como IP-54 e IP-55 de acuerdo a la norma COVENIN 540-71 y que hayan sido probadas de acuerdo a los requisitos de dicha norma, se consideran aptas para el uso aquí señalado, sin que sean sometidas a los ensayos descritos en 5.6.1 y 5.6.2.

Las cajas que hayan sido aprobadas por un organismo competente para uso en ambientes peligrosos de clase II, grupos E, F ó G, de acuerdo al Código Eléctrico Nacional y en las cuales las uniones no están constituidas por empacaduras, sino por superficies metálicas en contacto maquinadas en forma adecuada, se consideran aptas para el uso aquí señalado, sin que sean sometidas a los ensayos descritos en 5.6.1 y 5.6.2.

5.7 Ensayo contra la corrosión en las cajas destinadas a instalarse en ambientes interiores.

5.7.1 Las cajas o partes representativas de las mismas se someterán a un rocío o neblina salina, de acuerdo a las siguientes especificaciones:

5.7.2 Equipo de prueba.

5.7.2.1 El equipo de prueba consistirá en una cámara de neblina, con un recipiente para la solución salina, un suministro adecuado de aire comprimido regulado, boquillas atomizadoras, soporte para la caja o pieza sometida al ensayo, dispositivos para elevar la temperatura de la cámara y medio de control.

5.7.2.2 El equipo de prueba estará construido de tal manera que las gotas de la solución salina que se formen en el interior del techo de la cámara no caigan sobre la caja sometida al ensayo.

5.7.2.3 El equipo de prueba será construido con los materiales adecuados con la finalidad de que la atmósfera corrosiva de la neblina no afecte ninguna de sus partes.

5.7.3 Solución salina.

La solución salina se preparará disolviendo 5 (+ 1) partes (en peso) de sal en 95 partes de agua destilada o de agua que no contenga más de 200 partes por millón de materias sólidas. La sal a utilizar será cloruro de sodio, esencialmente libre níquel y cobre y en estado seco, con un contenido de Ioduro de sodio inferior al 0,1% y no más del 0,3% de impurezas totales.

5.7.4 Suministro de aire.

El suministro de aire comprimido a las boquillas atomizadoras de la solución salina, estará libre de aceite e impurezas y su presión se mantendrá entre 0,70 kg/cm² y 1,76 kg/cm².

5.7.5 Condiciones en la cámara salina.

La temperatura dentro de la cámara salina se mantendrá entre 36°C. y 33°C. Las boquillas se instalarán de forma tal que el rocío no incida directamente sobre la caja; con el mismo fin podrán usarse pantallas deflectoras.

5.7.6 Duración del ensayo.

El ensayo se prolongará en forma continua durante 24 horas, con excepción de las cortas interrupciones requeridas para inspeccionar, acomodar o sacar las partes sometidas al ensayo, así como para revisar la solución, rellenar el recipiente y también para realizar la correspondientes anotaciones.

5.7.7. Limpieza de la caja sometida al ensayo.

Al final del ensayo la caja será sacada de la cámara y lavada con agua limpia corriente, cuya temperatura no sobrepase los 38°C, para remover los depósitos salinos de su superficie; inmediatamente después, se secará la caja. Los residuos de corrosión que no sean herrumbre o óxido se removerán cepillando suavemente si es necesario, para observar las condiciones en que se hallan las capas inferiores de la superficie.

5.7.8 Evaluación del ensayo.

El ensayo se considera satisfactorio si no se aprecian síntomas de oxidación en la caja, excepto en aquellos sitios donde la protección no es aplicable, tales como, superficies de contacto recubiertas de metal fundido y las superficies de deslizamiento de piezas tales como bisagras, ejes, etc.

5.7.9 Muestras sometidas al ensayo.

Siempre que sea posible, se deberá ensayar las cajas completas; sin embargo, cuando por razones de las dimensiones de la caja a ensayar esto sea imposible, se tomarán partes de la misma o muestras de las chapas con que se fabrican las cajas y se les aplica el mismo tratamiento de protección que el utilizado para las cajas en su proceso normal de fabricación.

5.7.10 Cajas.

Fabricadas de acuerdo a la norma COVENIN 540-71. Las cajas clasificadas como IP-21, IP-31 e IP-41 de acuerdo a la norma COVENIN 540-71 y que hayan sido probadas de acuerdo a los requisitos de dicha norma, deberán adicionalmente, someterse al presente ensayo.

5.8 Ensayo contra la corrosión en las cajas destinadas a instalarse en ambientes exteriores. Este ensayo es el mismo que el especificado en 5.7; con la diferencia de que la duración será de 200 horas.

5.8.1 Evaluación del ensayo.

El ensayo se considera satisfactorio, si no se aprecian fisuras, grietas u otros síntomas de deterioro mayores que los apreciados en una muestra de acero inoxidable pasivado tipo AISI 304 después de ensayo similar de 200 horas.

5.8.2 Cajas fabricadas de acuerdo a la norma COVENIN 540-71. Las cajas clasificadas como IP-23, IP-33; IP-34, IP-43; IP-44; IP-54 e IP-55, de acuerdo a la norma COVENIN 540-71 y que hayan sido probadas de acuerdo a los requisitos de dicha norma, deberán adicionalmente, someterse al presente ensayo.

5.9 Ensayo de protección contra la lluvia en cajas "a prueba de lluvia" y "herméticas a la lluvia". Con la caja instalada y los tubos conduit conectados en la forma que se detalla en el párrafo 4.1.1.29.3, el ensayo se realizará en la forma siguiente: se aplica un rocío continuo de agua al techo y lados expuestos de la caja utilizando boquillas, cuando sea necesario, durante 1 hora a 45 cm de agua por hora, como mínimo y una presión no menor de 0,35 kg/cm². La cantidad de agua por hora se determinará midiendo el nivel alcanzado por la misma en una bandeja de lados rectos y que cubra horizontalmente toda el área abarcada por el rocío.

5.9.1 Evaluación del ensayo. El ensayo se considera satisfactorio para la caja a "prueba de lluvia" si no se aprecia una acumulación apreciable en el fondo de la misma y además si el nivel del agua no ha alcanzado alguna de las partes energizadas expuestas.

El ensayo se considera satisfactorio para las cajas "herméticas a la lluvia" si el agua no ha logrado penetrar en la caja.

5.9.2 Cajas fabricadas de acuerdo a la norma COVENIN 540-71. Las cajas clasificadas como IP-23, IP-34, IP-43, e IP-44 de acuerdo a la norma COVENIN 540-71 y que hayan sido probadas de acuerdo a los requisitos de dicha norma, se consideran "a prueba de lluvia" y no requieren ser sometidas al presente ensayo.

Las cajas clasificadas como IP-54 e IP-55, de acuerdo a la norma COVENIN 540-71 y que hayan sido probadas de acuerdo a los requisitos de dicha norma, se consideran "herméticas al agua" y no requieren ser sometidas al presente ensayo.

5.10 Ensayo de protección contra formación externa de hielo en las cajas herméticas a la lluvia.

NOTA: Este ensayo no se requiere en cajas que se instalen en climas tropicales; por tal motivo, las cajas que sean sometidas al presente ensayo deberán marcarse adicionalmente, con la siguiente identificación: "A prueba de hielo" o "Resistente al hielo".

5.10.1 Método.

La caja sometida al ensayo deberá instalarse en una sala o cámara dentro de la cual la temperatura puede descender a -7°C. Se colocará una barra metálica de prueba de 25,4 mm de diámetro por 61 cm de longitud, en una posición horizontal y en una ubicación tal que recibirá el mismo rocío de agua que la caja sometida al ensayo. El agua deberá rociar la caja completa desde un plano superior y formando un ángulo de aproximadamente 45° con la vertical. La temperatura del agua se mantendrá entre 0°C y 3°C (como guía, basándose en la experiencia, se puede considerar entre 40 y 80 litros/hora por metro cuadrado de área a rociar han demostrado ser eficaces para este ensayo).

Al iniciarse el ensayo, la temperatura de la sala se hará descender a 2°C. El rocío se comenzará y se mantendrá durante una hora como mínimo, conservándose la temperatura de la sala entre 1°C y 3°C. Al final de este período se bajará la temperatura de la sala a un valor entre -7°C y -3°C, sin suspender el rocío de agua, la rapidez con que se varía la temperatura de la sala no es crítica y dependerá del sistema refrigerante empleado. El rocío deberá controlarse de tal manera que la acumulación de hielo en la barra de prueba se mantenga a razón de 6,35 mm por hora y deberá continuarse hasta que la capa de hielo alcance un espesor de 19 mm sobre la barra. En ese instante, se suspenderá el rocío, pero la temperatura de la sala se mantendrá entre -7°C y 3°C durante tres horas adicionales para garantizar que se haya logrado una temperatura uniforme entre la caja y la capa de hielo.

5.10.2 Evaluación del ensayo.

5.10.2.1 Cajas a prueba de hielo. Las cajas con sus mecanismos externos de operación serán considerados "a prueba de hielo", si a pesar de estar cubiertas de hielo, el equipo y los mecanismos externos de operación puedan ser accionados manualmente por una persona. Cuando se provee un mecanismo auxiliar para romper el hielo, éste deberá ser incluido y utilizado en el ensayo. Se requiere un ensayo separado para cada posición permanente de los mecanismos externos de operación. Se permite utilizar una herramienta manual adecuada para tener acceso al interior de la caja en caso necesario, siempre que no se dañe la misma.

5.10.2.2 Cajas ~~resistentes al hielo~~. Las cajas con sus mecanismos externos se consideran ~~resistentes al hielo~~, si al derretirse éste, no se aprecian daños en la misma.

Las cajas que no tengan cavidades externas, en las cuales se puede acumular el agua y en las cajas hechas con chapas metálicas de acuerdo a las tablas 2 y 2A se consideran "resistentes al hielo" sin que se requiera realizar el presente ensayo.

5.10.2.3 Cajas fabricadas de acuerdo a la norma COVENIN 540-71. Todas estas cajas deberán ser sometidas al presente ensayo para poder ser consideradas como "a prueba de hielo" o "resistentes al hielo".

6 RELACION CON OTRAS NORMAS

NORMA UL 508 (Underwriters' Laboratories. USA).

NORMA NEMA IS 1.1. (National electric manufacturers association. USA).

COVENIN
801:1976

CATEGORÍA
E

CODELECTRA

Comité de Electricidad de Venezuela

**Av. Sucre Los Dos Caminos, Centro Parque
Boyacá, Torre Centro, Piso 5, Oficina 51.
Teléfonos: 285-28-67 / 77-74 Fax: 285-47-87
E-mail: codelectra@codelectra.org**

ICS: 621.397.5

ISBN:

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: