

# Boletín 39

TODO SOBRE  
GRADOS  
DE  
PROTECCIÓN

SEGUN  
NORMAS IEC  
Y NEMA

Boletín técnico N°39  
PARTE 4  
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

# TODO SOBRE GRADOS DE PROTECCIÓN SEGUN NORMAS IEC Y NEMA.

## PARTE 4

Por:

**Ing. Gregor Rojas**  
GERENTE NACIONAL  
MERCADEO Y VENTAS  
División materiales eléctricos

### 1. General.

A continuación continuaremos con todo lo referido a cerramientos de acuerdo con las normas NEMA 250. En efecto, las envolventes de los equipos eléctricos y electrónicos deben garantizar una protección contra contactos eléctricos directos de las personas con las partes internas de los equipos, así como una protección del propio equipo contra la penetración de elementos externos, ya sean sólidos o líquidos, evitando deterioros que puedan afectar a la seguridad de los usuarios o al funcionamiento y vida útil del aparato.

Para comprender mejor el tema de los cerramientos, es necesario haber visto previamente el Boletín Técnico N° 36 PARTE 1, el Boletín Técnico N° 37 PARTE 2 y el Boletín Técnico N° 38 PARTE 3 referido a todo sobre grados de protección según normas IEC y NEMA donde partimos desde principios básicos sobre esta materia y abarcamos las distintas designaciones de cada cerramientos en detalle.

Es por ello que resulta indispensable poder conocer los grados de protección que pueden proporcionar las envolventes de los aparatos, y el código normalizado que se utiliza para indicarlo.

En la actualidad, las Normas Técnicas existentes al respecto definen el grado de protección de las envolventes de los aparatos y equipos estimando los siguientes conceptos:

- Protección contra la penetración de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona y, simultáneamente, contra la penetración de objetos sólidos extraños.
- Protección contra la penetración de agua.
- Protección contra los impactos mecánicos.

Para cada uno de estos conceptos se establecen unos índices de protección en función del nivel de estanqueidad y robustez que proporcione una envolvente.

### 8.7 Protección interior contra la corrosión (prueba de resistencia al óxido) (prueba de niebla salina 24 horas).

A no ser que los cerramientos cumplan con lo establecido en la sección Protección contra la corrosión en interiores de la norma NEMA 250, la cual establece lo siguiente:

Tanto las superficies internas como externas de un cerramiento hecho de material ferroso deben protegerse contra la corrosión a través: esmaltado, galvanizado u otros medios equivalentes.

Los gabinetes ferrosos de los tipos 1, 2, 5, 12, 12K y 13 y partes ferrosas externas adheridas a estos tipos de gabinetes y no protegidas por uno de estos medios deben probarse como se describe en protección interior contra la corrosión (prueba de resistencia al óxido) (prueba de niebla salina 24 horas).

De igual forma indica que los recintos o las muestras representativas se deben someter a la prueba descrita a continuación o a Prueba de niebla salina según ASTM B117.

### 8.7.1 Equipo de prueba.

El aparato de prueba consistirá en una cámara de niebla, un depósito de solución salina, un suministro de aire comprimido, boquillas atomizadoras, soporte para colocar el cerramiento, disposición para calentar la cámara y medios de control.

No se permitirá que las gotas de solución que se acumulan en el techo o la cubierta de la cámara caigan sobre el cerramiento que se está probando, no se permitirá que las gotas de solución que caigan del recinto regresen al depósito de solución para volver a rociar, y deberá estar construido de materiales que no afecten la corrosividad de la niebla.

### 8.7.2 Solución salina.

La solución salina se preparará disolviendo 5 partes en peso de sal en 95 partes en peso de agua destilada o agua que no contenga más de 200 partes por millón de sólidos totales.

La sal debe ser cloruro de sodio que esté sustancialmente libre de níquel y cobre y que contenga, cuando esté seca, no más del 0,1 por ciento de yoduro de sodio y no más del 0,3 por ciento del total de impurezas.

### 8.7.3 Suministro de aire.

El suministro de aire comprimido a la(s) boquilla(s) para atomizar la solución salina debe estar libre de aceite y suciedad, se debe mantenerse entre 69 y 172 kPa o su equivalente a 10 y 25 psi.

### 8.7.4 Temperatura.

La temperatura de la cámara de niebla salina debe mantenerse entre los 33 °C hasta 36 °C o su equivalente de 92 °F y 97 °F.

La(s) boquilla(s) debe(n) estar dirigida(s) o desviada(s) de manera que nada del rocío pueda incidir directamente sobre el recinto que se está probando.

### 8.7.5 Procedimiento de prueba.

La cámara debe estar cerrada y el rociado debe operarse continuamente, excepto por la breve interrupción diaria necesaria para inspeccionar, reorganizar o retirar los especímenes de prueba, verificar y reponer la solución en el depósito y realizar los registros necesarios.

La prueba se llevará a cabo de forma continua durante 24 horas. Al final de la prueba, los especímenes deben retirarse de la cámara y lavarse con agua corriente limpia a no más de 38 °C o su equivalente 100 °F para eliminar los depósitos de sal de su superficie, y luego secarse inmediatamente.

Se debe permitir que los productos de corrosión, que no sean óxido, se eliminen con un ligero cepillado si es necesario, para observar la condición del estrato subyacente.

### 8.7.6 Resultado de la prueba protección interior contra la corrosión.

Se considerará que el cerramiento ha cumplido con los requisitos de esta prueba si no hay oxidación, excepto en aquellos puntos donde la protección no es práctica, como superficies maquinadas y de acoplamiento de gabinetes fundidos y superficies deslizantes como bisagras y ejes.

### 8.8 Prueba de protección contra la corrosión en exteriores.

Los cerramientos no deben ser fabricados con metales en ninguna combinación que provoque una acción galvánica que afecte adversamente cualquier parte del equipo expuesto a la humedad.

Los envolventes ferrosos de los tipos 3, 3X, 3R, 3RX, 3S, 3SX, 4, 4X, 6 y 6P y las piezas ferrosas externas unidas a estos tipos de envolventes deben protegerse contra la corrosión mediante uno de los revestimientos o acabados descritos a continuación:

- Galvanizado G90
- Recubrimiento de zinc
- Recubrimiento de zinc con pintura
- Pintura

En caso de no ser de esta forma, deberán probarse para cumplir con lo establecido en la sección de pruebas de protección contra la corrosión en exteriores de esta norma NEMA 250.

Los requisitos adicionales de protección contra la corrosión que deben cumplir los cerramientos tipo 3X, 3RX, 3SX, 4X y 6P, se encuentran en la sección protección contra la corrosión para las envolventes tipo 3X, 3RX, 3SX, 4X y 6P, en esta sección estos recintos y las partes externas conectadas a los mismos deben estar fabricados con acero inoxidable tipo 304 del American Iron and Steel Institute (AISI), polímeros o materiales con resistencia a la corrosión equivalente.

Los cerramientos y las partes acopladas externamente serán fabricadas con acero inoxidable Tipo 304 o polímeros, en caso contrario lo recintos que sean fabricados con otros materiales se deberán probar de acuerdo con lo establecido en las secciones:

- Protección contra la corrosión en exteriores
- Protección contra la corrosión: cajas tipo 3x, 3rx, 3sx, 4x o 6p

#### **8.8.1 Prueba de niebla salina de 600 horas**

Las pruebas comparativas deben realizarse de acuerdo con la sección protección interior contra la corrosión (prueba de resistencia al óxido (prueba de niebla salina 24 horas), excepto que el tiempo de prueba debe ser de 600 horas.

La comparación debe ser con lamina de acero galvanizado G90 (sin recocer, frotar u otro tratamiento de superficie) de acuerdo con la sección Galvanizado G90 de esta norma que

indica que las laminas de acero galvanizada por inmersión en caliente de acuerdo con la designación de recubrimiento G90 en la Tabla I de la norma ASTM A 653/A 653M, especificación estándar para laminas de acero, recubierta de zinc (galvanizada) o recubierta de aleación de hierro y zinc (recocido galvanizado) por calor mediante proceso de inmersión.

#### **8.8.2 Prueba con dióxido de carbono húmedo de 1200 horas (Dióxido de azufre - Prueba de aire).**

Los cerramientos o las muestras representativas se probarán y evaluarán de acuerdo con la normativa de UL 1332.

#### **8.8.3 Resultado de la prueba protección interior contra la corrosión.**

Se considerará que el cerramiento ha cumplido con los requisitos de esta prueba si al finalizar la misma no muestra picaduras, grietas u otro deterioro más severo que el que resulta de una prueba similar en acero galvanizado G90.

#### **8.9 Protección contra la corrosión.**

Los cerramientos designados de tipo 3X, 3RX, 3SX, 4X o 6P, si están fabricados con un material que no sea polimérico o de acero inoxidable tipo 304, deberán ser sometidos a una prueba de corrosión de comparación con el acero inoxidable tipo 304 de la normativa American Iron and Steel Institute (ANSI).

La prueba debe estar de acuerdo con la sección de prueba de niebla salina de 600 horas, excepto que el tiempo de ensayo debe ser de 200 horas. Las muestras analizadas se consideran representativas de un cerramiento completo.

Se considerará que un cerramiento o envoltente ha cumplido con los requisitos de esta prueba si al finalizar la misma no muestra picaduras, grietas u otro deterioro más severo que el que resulta de una prueba similar en acero inoxidable tipo 304 de la normativa American Iron and Steel Institute.

### 8.10 Prueba de protección contra la entrada de agua (inmersión temporal).

En esta prueba se simula una inmersión temporal del cerramiento a una profundidad limitada.

Si el cerramiento cumple con los requisitos de esta prueba también puede considerarse que cumple con los requisitos de la sección prueba de protección contra el acceso a partes peligrosas.

#### 8.10.1 Método de prueba.

El cerramiento completo debe montarse en un tanque con tuberías conectadas usando un compuesto sellador para roscas en las tuberías. La tubería debe apretarse con los valores de torsión especificados en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2 norma NEMA 250 Torque de apriete			
Torque		Tamaño tubería	
Newton metro	Libras pulgada	Pulgadas	mm
90,4	800	3/4 y menores	21 y menores
113	1000	1 1-1/4 y 1-1/2	27, 35 y 41
180,8	1600	2 y mayores	53 y mayores

El tanque debe llenarse con agua de modo que el punto más alto del recinto esté a 1,8 m o su equivalente 6 pies por debajo de la superficie del agua.

Después de 30 minutos, los cerramientos deben ser retirados del estanque, el exceso de agua debe ser removido de la superficie del recinto y el recinto abierto.

No será necesario sumergir el cerramiento a una profundidad de 1,8 m o 6 pies si se mantiene un diferencial de presión equivalente entre el interior y el exterior del recinto durante el período de tiempo requerido. Se permitirá que este diferencial se logre ya sea reduciendo la presión del aire dentro

del recinto o presurizando el agua que rodea el recinto.

#### 8.10.2 Resultados de la prueba.

Se considerará que el cerramiento ha cumplido los requisitos de esta prueba si al finalizar el ensayo no hay agua en su interior.

### 8.11 Prueba de protección contra la entrada de agua (inmersión prolongada).

Esta prueba está diseñada para simular una inmersión prolongada a una profundidad limitada. Un cerramiento que cumple con los requisitos de esta prueba también puede considerarse que cumple con los requisitos de la sección prueba de protección contra la entrada de agua (inmersión temporal).

#### 8.11.1 Pruebas alternativas.

La prueba de presurización interna y la prueba de presurización externa que veremos a continuación son métodos de prueba alternativos y se pueden realizar.

#### 8.11.2 Prueba de presurización interna.

El cerramiento completo con tuberías, manómetro y válvula de retención debe someterse a prueba de presión. La presión del aire en el interior del cerramiento debe elevarse a 40 kPa o su equivalente de 6 psig y la válvula de retención debe cerrarse. Después de pasadas 24 horas de ensayo se debe comprobar la presión.

La tubería se conectará empleando un compuesto sellador de roscas de tubería y se apretará al par especificado en la Tabla 5-2.

#### 8.11.3 Resultado de la prueba de presurización interna.

Se considerará que el cerramiento ha cumplido con los requisitos de esta prueba si al final de la misma la presión en su interior es de un mínimo de 26 kPa o su equivalente de 4 psig y no se observe deformación permanente del cerramiento.

#### **8.11.4 Prueba de presurización externa.**

Para efectuar esta prueba se debe sumergir el cerramiento completo conectado según lo previsto, en agua de modo que el punto más alto del recinto esté a 1,8 m o su equivalente de 6 pies por debajo de la superficie durante un período de 24 horas.

No es necesario sumergir el cerramiento a una profundidad de 1,8 m o 6 pies si se mantiene la diferencia de presión equivalente entre el interior y el exterior del cerramiento durante el período de tiempo requerido. Se permitirá lograr este diferencial presurizando el agua alrededor del recinto para simular una profundidad de 1,8 m o su equivalente de 6 pies.

#### **8.11.5 Resultado de la prueba de presurización externa.**

Se considerará que el cerramiento ha cumplido los requisitos de esta prueba si al finalizar el ensayo no ha entrado agua en su interior.

#### **8.12 Prueba de exclusión de aceite.**

Esta prueba pretende simular la pulverización de agua, aceite y refrigerante no corrosivo. Se puede considerar que un cerramiento no ventilado que cumpla con los requisitos de esta prueba de igual forma cumple con los requisitos de las secciones de la norma NEMA 250 siguientes:

- Prueba de protección contra el acceso a partes peligrosas
- Prueba de protección contra la entrada de agua (lluvia)
- Prueba de protección contra el ingreso de objetos extraños sólidos (polvo, pelusa, fibras y volantes que se llevan por el viento o circulantes)

Por otra parte, de igual forma, se puede considerar que un cerramiento ventilado que cumple con los requisitos de esta prueba cumple con los requisitos de la sección prueba de protección contra la entrada de agua (lluvia).

La compatibilidad de la junta con otros materiales de sellado y líquidos a los que esté expuesta puede tener que determinarse mediante pruebas.

#### **8.12.1 Método de prueba.**

Para efectuar esta prueba, el cerramiento debe someterse a una corriente de líquido de prueba consistente en agua y un agente humectante.

La concentración del agente humectante será de aproximadamente 0,1% en peso o por volumen si el agente humectante es líquido.

El líquido debe suministrarse a través de una boquilla con una abertura de 10 mm o su equivalente de 3/8 in de diámetro que suministre al menos 7 litros/min o 2 galones/min.

tenga presente que como agente humectante aceptable el Triton X-100 de Rohm and Haas.

El chorro debe dirigirse sobre el cerramiento desde todos los ángulos a partir de una distancia de 300 hasta 460 mm o su equivalente de 12 a 18 pulgadas durante 30 minutos.

Si el recinto contiene un mecanismo operado externamente, el mecanismo debe operarse a una velocidad de aproximadamente 30 operaciones por minuto durante la prueba.

Se permitirá la instalación de una tubería para igualar las presiones interna y externa, pero no deberá servir como drenaje.

#### **8.12.2 Resultado de la prueba de exclusión de aceite.**

Se considerará que el cerramiento ha cumplido los requisitos de esta prueba si al finalizar el ensayo, no ha entrado líquido de ningún tipo en el interior del mismo.

#### **8.13 Pruebas de materiales de empaquetaduras.**

El material de las empaquetaduras que es utilizado en los cerramientos de tipo 2, 3, 3X, 3R, 3RX, 3S, 3SX, 4, 4X, 5, 6, 6P, 12, 12K o 13 deberán

acondicionarse a una temperatura de 69 a 70 °C o su equivalente de 156 a 158°F en circulación de aire durante 168 horas.

### **8.13.1 Resultado de la prueba de materiales de empacaduras.**

Una vez realizado el acondicionamiento descrito anteriormente, no debe haber deterioro visible, ni deformación, fusión o agrietamiento del material de la empacadura.

El material deberá tener una resistencia a la tracción de no menos del 75% y un alargamiento no menor al 60% de los valores determinados para muestras que no han sido envejecidas.

Se considerará que el material de juntas ya certificado según la norma UL 157 para juntas y sellos, de acuerdo a los criterios anteriores han cumplido con este requisito.

### **8.13.2 Evaluación alternativa**

Esta evaluación alternativa debe realizarse en empaques que no se prestan a la evaluación de tracción y elongación descritas en la sección de acondicionamiento de prueba de envejecimiento., como lo son los empaques de espuma en el lugar, juntas tóricas y empaques de plástico.

Después del acondicionamiento de los conjuntos de juntas y cerramientos de acuerdo a lo establecido en la sección pruebas de materiales de juntas, se deberá someter el conjunto de junta y envolvente a las pruebas de diseño requeridas por cada una de las clasificaciones de tipo previstas.

Evaluar el conjunto utilizando los criterios de la prueba de habilitación de tipo realizada.

El material de la junta ya certificado según la normativa UL 157 según los criterios descritos en la sección pruebas de materiales de empacaduras se considerará que ha cumplido este requisito.

### **8.13.3 Prueba de inmersión en aceite**

El material de la junta, si se usa en un cerramiento de tipo 12, 12K o 13, no debe hincharse más del 25% ni contraerse más del 1% como resultado de la inmersión en el aceite referencia ASTM N° 3 donde se puede consultar el método de prueba estándar ASTM D471 para las propiedades del caucho y los efectos de los líquidos para las especificaciones del aceite y para inmersión en aceite ver ASTM D5964, durante 70 horas a temperatura ambiente.

### **8.14 Prueba de filos en los bordes**

La norma para las pruebas de los filos en los bordes de los cerramientos está basada en la normativa UL 1439 Pruebas de filos de los bordes en equipos y se utilizará como método para determinar el cumplimiento de los cerramientos.

## **9. Normativas IEC**

Las normativas de IEC no especifican grados de protección contra el riesgo de explosión o condiciones tales como humedad o vapores corrosivos, las normas dispuestas por NEMA, por otro lado, sí especifican en cuanto a la mayoría de las condiciones ambientales.

Por esta razón, y dado que los ensayos y evaluaciones para otras características no son idénticas, las designaciones de clasificación de cerramientos IEC no pueden igualarse exactamente a números tipo de cerramientos NEMA.

## **10. Grado de Protección IK:**

El grado de protección IK hace referencia a la norma europea EN 62262, equivalente a la norma internacional IEC 62262, y es un sistema de codificación para indicar el grado de protección proporcionado por la envolvente de los equipos contra los impactos mecánicos nocivos, salvaguardando así los materiales y componentes en su interior.

El Código IK se definió originalmente en la norma europea EN 50102, que tras su adopción como estándar internacional en el año 2002, la norma europea EN 62262 se volvió a numerar.

En la figura 1 se observa un equipo para realizar la pruebas de impacto sobre los cerramientos.



Figura 1. Equipo para pruebas de impactos

Antes de la aparición del código IK, se añadía ocasionalmente un tercer número al Grado de Protección IP, para indicar el nivel de protección contra los impactos, por ejemplo, IP66. Pero el uso no estándar de este sistema por los fabricantes de equipos fue uno de los factores que condujeron al desarrollo de una nueva norma, la IEC 62262, para poder clasificar el nivel de protección que las envolventes proporciona a los equipos frente a los impactos.

El código IK se designa con un número graduado de 0 hasta 10. A medida que el número va aumentando su valor, indica que la energía del impacto mecánico sobre la envolvente es mayor. Aunque en la nomenclatura se indique el número con dos cifras, por ejemplo, IK05, es lo mismo que indicar un grado de protección de 5.

En la siguiente tabla se indican los diferentes grados de protección IK, indicándose también la energía del impacto asociada a cada uno. También se indica la equivalencia en peso y altura de caída de la pieza de golpeo sobre la envolvente del equipo.

TABLA Grados de protección IK			
Protección IK	Energía Joule	Masa Kgs	Altura mm
00	0	0	0
01	0,15	0,20	70
02	0,20	0,20	100
03	0,35	0,20	175
04	0,50	0,20	250
05	0,70	0,20	350
06	1	0,50	200
07	2	0,50	400
08	5	1,70	295
09	10	5	200
10	20	5	400

Generalmente, el grado de protección se aplica a la envolvente del equipo en su totalidad. Si resultase que alguna parte de la envolvente tuviera un grado de protección diferente, debería indicarse por separado en las instrucciones o documentación técnica suministrado por el fabricante del equipo.

La EN 62262 define los ensayos donde se especifican la forma en que deben montarse las envolventes cuando se llevan a cabo las pruebas,

las condiciones atmosféricas que deben prevalecer, el número de impactos, e incluso la distribución, el tamaño, el estilo, material, dimensiones, etc., de los distintos tipos de martillo diseñados para producir los niveles de energía requeridos.

Así, por ejemplo, un grado de protección IK07, según la tabla adjunta, es aquel en el que la envolvente, en los puntos que se consideraran más débiles, soportaría un impacto de una pieza de poliamida o de acero redondeada, de peso 500 gramos y que cayera desde una altura de 400 mm.

### **Resumen.**

- Sistema europeo para especificar el grado de protección proporcionado por el envolvente.
- El CEN no acepta las designaciones IP como una alternativa para las asignaciones del Tipo.
- La norma IEC 60529 no contempla el daño mecánico, riesgo de explosión, o corrosión.
- La norma UL 50E y la NEMA 250 evalúan características mecánicas tales como corrosión, congelamiento, aceite, etc.