

**NORMA DE DISTRIBUCIÓN**

**NO-DIS-MA-2201**

**PINTURA PARA TRANSFORMADORES**

**FECHA : 14/04/08**

## INDICE

0.-	REVISIONES .....	1
1.-	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	1
2.-	DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS .....	1
3.-	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	1
3.1.-	CONDICIONES AMBIENTALES .....	1
3.2.-	PROCEDIMIENTO .....	2
3.2.1.-	CONSIDERACIONES AMBIENTALES.....	2
3.2.2.-	ESPECIFICACIONES .....	2
3.3.-	ESQUEMA DE REFERENCIA PINTURA EXTERIOR.....	2
3.3.1.-	GARANTÍA ESQUEMA DE REFERENCIA PINTURA EXTERIOR .....	4
3.4.-	ESQUEMA DE REFERENCIA PINTURA INTERIOR .....	4
3.5.-	ESQUEMAS ALTERNATIVOS .....	4
3.5.1.-	GARANTÍA ESQUEMA ALTERNATIVO.....	5
4.-	IDENTIFICACIÓN.....	5
5.-	ENSAYOS .....	5
5.1.-	ENSAYOS DE TIPO .....	5
5.1.1.-	ENSAYO DE NIEBLA SALINA - ASTM B 117 - 90.....	5
5.1.2.-	ENSAYO DE HUMEDAD - ASTM D 1735 - 87 .....	6
5.1.3.-	ENSAYO DE ADHERENCIA.....	6
5.1.4.-	ENSAYO DE BRILLO - ASTM D 523 - 89 .....	6
5.1.5.-	ENSAYO DE RESISTENCIA AL ACEITE AISLANTE - NBR 6529 .....	6
5.1.6.-	ENSAYO DE DUREZA.....	6
5.2.-	ENSAYOS DE RECEPCIÓN .....	7
5.2.1.-	MEDICIÓN DE ESPESORES .....	7
5.2.2.-	ENSAYO DE ADHERENCIA.....	7
6.-	EMBALAJE PARTICULAR.....	8
7.-	CÓDIGOS UTE.....	8
8.-	NORMAS DE REFERENCIA .....	9
9.-	PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS .....	9
10.-	ANEXOS .....	9

## 0.- REVISIONES

A continuación se indican los cambios respecto a la versión anterior, a título informativo y sin perjuicio de la vigencia de todo lo especificado en la presente norma.

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 06 DE SETIEMBRE DE 2001	
APARTADO	DESCRIPCIÓN
	Formato de la Norma Normalizado.

## 1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma tiene por objeto establecer las características del tratamiento superficial de protección contra la corrosión de los transformadores de distribución de energía eléctrica de instalación interior o exterior, así como los ensayos que deben satisfacer.

## 2.- DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS

No aplica.

## 3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Es un esquema de pintura para brindar una protección acorde a la importancia de las máquinas a las que está destinado.

### 3.1.- CONDICIONES AMBIENTALES

La atmósfera tiene una salinidad particularmente agresiva y característica de zonas costeras. Pueden existir condiciones ambientales que provoquen condensación en superficies.

Los datos característicos serán los siguientes:

- temperatura media diaria máxima: 30°C
- temperatura máxima: 40°C
- temperatura mínima:
  - interior: -5°C
  - intemperie: -25°C
- humedad relativa ambiente máxima: 100%
- altitud menor a: 1.000 m
- nivel cerámico: 45

### 3.2.- PROCEDIMIENTO

El procedimiento de aplicación de la pintura se ajustará a las instrucciones actualizadas del fabricante de la pintura en todos los aspectos.

#### 3.2.1.- CONSIDERACIONES AMBIENTALES

La superficie a tratar debe estar como mínimo a una temperatura de 30°C por encima del punto de rocío, durante la preparación mecánica, la aplicación, secado y curado.

Para la preparación mecánica se agrega que la humedad ambiente deberá ser menor de HR 85 %.

Para la preparación mecánica se debe verificar también la ausencia de humedad y rastros de aceite tanto en el aire comprimido como en el abrasivo utilizado.

Para el pintado la temperatura de la pintura y de la superficie a pintar deben mantenerse próximas. Estando la temperatura de la pintura siempre dentro del rango especificado por el fabricante de la pintura.

#### 3.2.2.- ESPECIFICACIONES

Espesor total: 160 µm

Dureza: Terminación : Esmalte Poliuretánico : H - 3H

Brillo: Mínimo 70 en Glossmeter 20°

Textura: A determinar

Color: De acuerdo a las características del transformador

### 3.3.- ESQUEMA DE REFERENCIA PINTURA EXTERIOR

Las superficies ferrosas que estarán expuestas a la acción atmosférica deben pintarse.

El tratamiento de referencia que se establece es:

Preparación

Las superficies serán tratadas mediante chorro de arena o granalla de acero para lograr un grado de Preparación Sa 2 1/2, de acuerdo a la norma ISO 8501-88.

#### Fondo

Se aplicará una mano de fondo anticorrosivo Zinc-Rich Epoxi con un espesor mínimo de 60 micras y con las siguientes características:

- Fondo Zinc-Rich Epoxi
- Vehículo: resina epoxi curada con poliamida
- Porcentaje de cinc metálico en película seca: mínimo 87%
- No volátiles: mínimo 86 %
- Peso específico: mínimo 2,70 g/cc (mezcla)
- Viscosidad : 200"  $\pm$  30" Copa Ford 4/25° C (mezcla)
- Curado:
  - Aire, tacto: 20 minutos
  - Duro : 2 horas
  - Para repintar: 12 horas
  - Total: 7 días

#### Capa intermedia

Se aplicará una mano de fondo epoxi a base de hierro micáceo de acuerdo a las siguientes características y con un espesor mínimo de 40 micras:

- Fondo Epoxi Oxido de Hierro Micáceo
- Vehículo: Resina epoxi curada con isocianato
- Porcentaje de pigmento: mínimo 42 %
- Composición del pigmento: mínimo 91 % de óxido de hierro micáceo
- No volátiles: mínimo 68 %
- Peso específico: mínimo 1,48 g/cc (mezcla)
- Viscosidad: 100"  $\pm$  20" en Copa Ford 4/25 °C (mezcla)
- Curado:
  - Aire, tacto: 1 hora
  - Duro : 3 horas
  - Para repintar: 12 horas
  - Total: 7 días

#### Terminación

Se aplicarán dos manos de esmalte poliuretánico de dos componentes del color indicado, con un espesor total mínimo de 80 micras y con las siguientes características :

- Esmalte Poliuretánico
- Vehículo : Resina poliéster curada en isocianato calidad Desmophen-Desmodur N o similar
- Porcentaje de pigmento : mínimo 15 %
- No volátiles : mínimo 65 %
- Brillo : mínimo 70 en Glossmeter 20°
- Color : el indicado para el tipo del transformador
- Curado :
  - Aire, tacto : 2-3 horas
  - Dura : 6-8 horas
  - Para repintar : 12 horas
  - Total : 7 días

El recubrimiento exterior cumplirá las siguientes condiciones: ausencia de grietas, burbujas y porosidades, estabilidad del color y del brillo, resistencia a los golpes y al rayado e insolubilidad en el aceite caliente.

El color de las sucesivas manos de pintura diferirá lo suficiente como para permitir una clara identificación de la secuencia de pintado a efectos de su control.

UTE se reserva el derecho de requerir para el esquema de pintura de referencia propuesto en este punto de esta norma la misma documentación que se requiere para el esquema alternativo.

### **3.3.1.- GARANTÍA ESQUEMA DE REFERENCIA PINTURA EXTERIOR**

Se fija un período de 3 (tres) años de garantía. Si dentro de ese período aparecen señales visibles de deterioro o corrosión de las superficies pintadas, los costos de reparación serán por cuenta del proveedor.

### **3.4.- ESQUEMA DE REFERENCIA PINTURA INTERIOR**

En todos los transformadores el interior de la cuba y tapa será desoxidado y pintado con antióxido de fondo epoxídico hasta totalizar un espesor de  $40 \mu\text{m} \pm 10 \mu\text{m}$ , tal que no resulte atacado por el medio aislante ni modifique sus características.

### **3.5.- ESQUEMAS ALTERNATIVOS**

Se podrá considerar otro esquema alternativo de pintura, el cual debe ser presentado con:

- Las normas a las cuales se ajusta en idioma castellano, portugués, inglés o francés.
- Definición de preparación de superficie indicando el Grado de Preparación según ISO 8501-88. Metodología de trabajo o planillas de resultados comparando con patrones fotográficos.
- Definición de componentes del esquema de pintura: Productos asignados para cada capa con caracterización bien definida, (ej.: fondo epoxi zinc rich con indicación de % de zinc).
- Información técnica de los productos que emplea y registro de productos usados. UTE se reserva el derecho de realizar análisis en Laboratorio de Referencia para calificar productos.
- Rango de espesores de cada capa y espesor total, con referencia a la metodología de medida. Registros de medida de espesores.
- Definición de puntos eventuales de control en las distintas etapas del proceso de pintura.
- Antecedentes de suministros realizados con el esquema propuesto.

Igualmente UTE se reserva el derecho de no aceptar el esquema alternativo propuesto por el oferente.

### **3.5.1.- GARANTÍA ESQUEMA ALTERNATIVO**

Se fija un período de 5 (cinco) años de garantía para el caso de esquemas alternativos de pintura. Si dentro de ese período aparecen señales visibles de deterioro o corrosión de las superficies pintadas, los costos de reparación serán por cuenta del proveedor.

## **4.- IDENTIFICACIÓN**

Cada transformador llevará pintada su potencia nominal expresada en kVA, así como también su relación de transformación expresada en kV, en letras de tamaño mínimo 200 mm de alto por 30 mm de ancho, de un color que contraste claramente con el color del fondo, sobre las caras delantera y trasera.

## **5.- ENSAYOS**

### **5.1.- ENSAYOS DE TIPO**

Se efectuarán sobre probetas de ensayo del mismo material que el transformador a pintar, paneles de aproximadamente 76x127x0,8 mm, las cuales deben ser preparadas con la misma tecnología y productos usados para el transformador por el laboratorio certificador de los ensayos.

#### **5.1.1.- ENSAYO DE NIEBLA SALINA - ASTM B 117 - 90**

Con una lámina cortante se realizan dos cortes de la capa de pintura hasta la base metálica de modo de formar una "X" sobre la superficie de los paneles a ensayar.

Se someten estos paneles a 960 horas de exposición en cámara de niebla salina (solución al 5 % de NaCl en agua), manteniéndolos en posición vertical y con la superficie cortada hacia el atomizador.

Finalizado el ensayo no deben aparecer ampollamientos y la penetración máxima en los cortes trazados será de 2 mm.

#### 5.1.2.- ENSAYO DE HUMEDAD - ASTM D 1735 - 87

Se colocan las probetas de ensayo, paneles, en posición vertical, en una cámara de atmósfera controlada a:

Humedad Relativa:  $99\% \pm 1\%$   
Temperatura:  $38^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$   
Tiempo de exposición: 240 horas

Luego del ensayo no deben observarse:

Cambios de color  
Ampollas  
Perdida de adhesión  
Ablandamiento  
Resquebrajamiento

Las probetas son evaluadas al salir de la cámara, sin dejar transcurrir tiempo de recuperación.

#### 5.1.3.- ENSAYO DE ADHERENCIA

Idem al ensayo de recepción

#### 5.1.4.- ENSAYO DE BRILLO - ASTM D 523 - 89

La capa exterior debe tener un brillo mayor de 70 medido en Gardner Glossmeter bajo ángulo de  $20^{\circ}$ .

#### 5.1.5.- ENSAYO DE RESISTENCIA AL ACEITE AISLANTE - NBR 6529

Se preparan paneles, con el esquema de pintura interna, los que deberán resistir una inmersión en aceite a  $110^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 48 h, sin que se produzcan alteraciones de ningún tipo.

Se dejará constancia en los protocolos de ensayo de las eventuales fallas ocurridas durante los ensayos de tipo así como las correcciones que se efectúen.

#### 5.1.6.- ENSAYO DE DUREZA

Ensayo de dureza al lápiz, según norma ASTM D 3363-74, debiendo los resultados encontrarse dentro del rango especificado.

## 5.2.- ENSAYOS DE RECEPCIÓN

El tamaño de la muestra para los ensayos de recepción estará de acuerdo con lo especificado en la norma correspondiente al equipo a ensayar.

Se considerará aceptable el lote en cuestión, cuando no se halle defecto alguno. El lote será rechazado si se halla un defecto o más.

### 5.2.1.- MEDICIÓN DE ESPESORES

Instrumento:

Medidor magnético de espesor de capa seca.

Calibración:

El instrumento debe ser calibrado antes y después de efectuar las mediciones y su precisión debe mantenerse durante las mismas.

Método de medida:

Por cada cara del transformador, deben tomarse como mínimo, cinco medidas puntuales ubicadas al azar.

Cada medida puntual consiste en un promedio de tres medidas distintas hechas en un área muy pequeña.

Criterio de aceptación

El promedio de las cinco medidas puntuales debe ser superior al espesor mínimo especificado en el punto 5.2 y ninguna medida puntual puede ser menor que el 80% de dicho mínimo.

### 5.2.2.- ENSAYO DE ADHERENCIA

Método de ensayo:

Seleccionar una superficie lo más plana posible, libre de imperfecciones, limpia y seca.

Ejecutar con una cuchilla adecuada (lámina de acero de 10 mm de largo, con un ángulo de corte aproximado de 17°), dos cortes de 40 mm de largo cada uno, que se corten al medio formando un ángulo entre ellas entre 35° y 45°. Los cortes se deberán realizar con un solo movimiento uniforme y continuo, y deberán llegar hasta el sustrato (observar con una lupa con un aumento de 7 veces si existe brillo en los cortes). En caso de no llegar al sustrato se deberá comenzar de nuevo, eligiendo otra zona.

Aplicar la cinta adhesiva adecuada (semitransparente, 25 mm de ancho, adhesividad de 32 +/- 4 g/mm) en el centro de la intersección de los cortes, en dirección a los ángulos menores. Pegar firmemente la cinta mediante el uso de los dedos y de una goma, hasta obtener uniformidad en la transparencia de la cinta.

Remover la cinta luego de un tiempo de 1 a 2 minutos de aplicada, en un ángulo lo más cercano posible a los 180°

Criterio de aceptación

No se deberá producir ningún levantamiento de la pintura ni en la intersección de los cortes ni a lo largo de los mismos.

NOTA: Los transformadores sometidos a este ensayo cuya pintura resulte dañada no deben ser utilizados en servicio sin una reparación previa.

## **6.- EMBALAJE PARTICULAR**

No aplica.

## **7.- CÓDIGOS UTE**

No aplica.

## 8.- NORMAS DE REFERENCIA

ASTM B 117 - 90	Ensayo de Niebla Salina
ASTM D 1735 - 87	Ensayo de Humedad
ASTM D 523 - 89	Ensayo de Brillo
NBR 6529	Vernizes utilizados para isolamento elétrico - Ensaio
ISO 8501 - 88	Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness.
ASTM D 3363 - 74	Ensayo de dureza al lápiz

## 9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

No aplica.

## 10.- ANEXOS

No aplica.