



**GERENCIA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
AREA ARQUITECTURA E INGENIERIA  
METRO DE SANTIAGO**

**ANEXO N° 2  
PINTURA - ESTRUCTURA METALICA**

---

## INDICE

<b>1. CAMPO DE APLICACION .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ALCANCE .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Seguridad.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Alcance.....</b>	<b>4</b>
<b>3. NORMAS Y CÓDIGOS .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 Normas Chilenas .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Normas Extranjeras.....</b>	<b>7</b>
<b>4. INSPECCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>5. PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DE SUPERFICIES .....</b>	<b>8</b>
<b>5.1 Aspectos Generales .....</b>	<b>8</b>
<b>5.2 Pre-Preparación de Superficie .....</b>	<b>10</b>
<b>5.3 Limpieza Final.....</b>	<b>11</b>
<b>6. PROCESO DE PINTADO .....</b>	<b>14</b>
<b>6.1 Aspectos Generales .....</b>	<b>14</b>
<b>6.2 Materiales y equipos de aplicación.....</b>	<b>15</b>
<b>6.3 Preparación de Pinturas .....</b>	<b>17</b>
<b>6.4 Aplicación de Pinturas.....</b>	<b>18</b>
<b>7. CONTROL DE PINTURAS .....</b>	<b>21</b>
<b>7.1 Aspectos Generales .....</b>	<b>21</b>
<b>7.2 Ensayos de evaluación a los sistemas de protección .....</b>	<b>23</b>
<b>7.3 Autocontrol del Contratista .....</b>	<b>23</b>
<b>8. ESPECIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PINTURAS .....</b>	<b>25</b>
<b>8.1 Sistema de Pintura .....</b>	<b>25</b>
<b>8.2 Pigmentos para Pinturas.....</b>	<b>28</b>

<b>9. GARANTÍAS .....</b>	<b>30</b>
<b>9.1 Aspectos Generales .....</b>	<b>30</b>
<b>9.2 Inspección durante el periodo de Garantía .....</b>	<b>31</b>
<b>10. MÉTODOS DE REPARACIÓN DE PINTURAS EN TERRENO.....</b>	<b>31</b>
<b>10.1 Aspectos Generales.....</b>	<b>31</b>
<b>10.2 Procedimiento de reparación (Touch up) .....</b>	<b>31</b>
<b>10.3 Daños con exposición del metal base .....</b>	<b>32</b>
<b>10.4 Daños a la capa de pintura sin exposición del metal base .....</b>	<b>32</b>
<b>10.5 Pernos Galvanizados<sup>2</sup>.....</b>	<b>33</b>
<b>11. PROVEEDORES.....</b>	<b>33</b>
<b>12. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA.....</b>	<b>33</b>

## **1. CAMPO DE APLICACION**

Estas Especificaciones Técnicas Generales, serán aplicables a las obras que correspondan a la Consultoría para el desarrollo de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería para Metro de Santiago, donde en general se consideran la habilitación de ascensores para personas con discapacidad y/o movilidad reducida, u otras intervenciones en instalaciones existentes.

## **2. ALCANCE**

### **2.1 Seguridad**

La empresa que realice los trabajos de protección anticorrosiva, descritos en este documento, en adelante “el Contratista”, deberá cumplir con lo establecido en la ley N° 16.744 “Ley de Seguridad de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales”, y asumir las responsabilidades que se deriven de la aplicación de estas disposiciones. Durante el desarrollo de los trabajos, se deberá además respetar todos los requerimientos de seguridad establecidos por las Normas y por los Reglamentos de Seguridad de Metro S.A. El Contratista deberá informarse y cumplir las condiciones y exigencias de seguridad.

Sin perjuicio de lo anterior, el Contratista deberá extremar los cuidados en la manipulación de productos que emitan material particulado en suspensión, gases hidrocarburos o tóxicos y se deberán observar al menos las siguientes reglas:

- Proveer suficiente ventilación para mantener la concentración de los gases por debajo del límite explosivo y de toxicidad.
- Extraer los vapores por succión, no insuflar aire.
- Usar equipo eléctrico blindado en áreas confinadas.
- Conectar a tierra los elementos metálicos.
- Evitar fuego, chispas y fumar en un radio de 20 metros del área de trabajo.
- Establecer el uso de máscaras de respiración.
- Almacenar los productos bajo estrictas normas de seguridad y en zonas alejadas de las áreas de trabajo.

Durante los trabajos de pintado y limpieza final, todo operador deberá estar provisto de una máscara conectada a una fuente de aire limpio y con protección completa del cuerpo.

### **2.2 Alcance**

El presente Anexo, fija las condiciones que deberá cumplir El Contratista responsable en la ejecución de los trabajos de Pintura y serán aplicables a las estructuras metálicas del proyecto, así como el aseguramiento de calidad, control y procedimientos de inspección a seguir durante el desarrollo de los trabajos en taller y retoques en terreno.

Este anexo cubre los requisitos de suministro de materiales, mano de obra, y aplicación de pinturas de todas las estructuras de acero y aceros misceláneos necesarios a los trabajos indicados en los planos de los Proyectos de Arquitectura e Ingeniería para Metro de Santiago.

Para lograr los objetivos de esta especificación, todo el personal comprometido en el proceso de trabajo, deberá cumplir y hacer cumplir lo indicado en esta especificación así como los documentos y recomendaciones que cada fabricante y proveedor de materiales así lo indiquen.

Los siguientes trabajos y actividades quedan cubiertos por la presente especificación:

- Suministro y mantención de todos los materiales, productos, equipos, herramientas, lubricantes y mano de obra necesarios para la ejecución de los trabajos.
- Ensayos de Certificación de Calidad por laboratorios autorizados por la ITO, para productos y trabajos.
- Control de la ejecución de los trabajos.
- Coordinación de aprobaciones y recepciones de los trabajos por parte de la ITO.
- Almacenamiento de productos y materiales.
- Control de calidad interno.
- Aplicación de Pinturas según el presente documento.

El Contratista no podrá introducir modificaciones a este documento. En el caso que a juicio de METRO, sea necesario realizarlas, la ITO solicitará previamente la aprobación de las modificaciones propuestas al Projectista, no pudiéndose materializar estas, hasta que sean emitidos los nuevos documentos correspondientes.

Cualquier interrupción o paralización definitiva de la obra, deberá ser previamente autorizada por escrito por la ITO.

En caso de discrepancias entre planos y especificaciones, se usará el siguiente orden de precedencia:

- Detalle de planos
- Notas y Detalles de los Planos Generales
- Instrucciones de la ITO
- Especificaciones Técnicas Particulares
- Especificaciones Técnicas Generales

Todos los productos terminados deberán quedar a entera satisfacción de la supervisión del Proyecto, siendo esta especificación, la que establece la calidad mínima aceptable de los materiales a ser suministrados y del trabajo a efectuarse.

### **3. NORMAS Y CÓDIGOS**

Todas las obras se realizarán en concordancia con las disposiciones y ordenanzas generales de construcción, con las normas del Instituto Nacional de Normalización vigentes y con las normas indicadas en los planos y especificaciones correspondientes.

Sin perjuicio de lo establecido en estas especificaciones, que tendrán un carácter prioritario, la aplicación de pinturas, se regirán además por lo establecido en las ediciones vigentes de las normas y códigos enumerados a continuación o de aquellas normas y códigos de otros países que el Contratista demuestre ser equivalentes, complementarias o necesariamente adicionales a las indicadas.

En caso que se produzcan diferencias entre las disposiciones contenidas en las normas chilenas y extranjeras, se adoptará la más estricta de ellas.

#### **3.1 Normas Chilenas**

- NCh 2376. Of 1997: Pinturas y Barnices - Comparación de la razón de contraste (opacidad) de pinturas del mismo tipo y color.
- NCh 1974. Of 1986: Prevención de incendio en edificios - Determinación del retardo al fuego.
- NCh 935/1 Of 1997: Ensaye de Resistencia al fuego
- NCh 2220. Of 1992: Pinturas y Barnices - Adherencia - Ensayo de corte transversal.
- NCh 2144. Of 1989: Pinturas y Productos Afines - Muestreo
- NCh 1898. Of 1981 ISO 3270: Pinturas y Barnices y sus materias primas - Atmosferas normales de acondicionamiento y de ensayo.
- NCh 2099. Of 2001: Recubrimientos de ambientes interiores - Resistencia al crecimiento de mohos - Determinación en una cámara ambiental.
- NCh 2152. Of 1989: Pinturas - Determinación del contenido de materias volátiles en masa
- NCh 2153. Of 1989: Pinturas - Determinación del contenido de materias no volátiles en volumen.
- NCh 1003. Of 1989: Pinturas - Determinación de la viscosidad mediante el viscosímetro Stormer.
- NCh 1010. Of 1996: Pinturas y Barnices - Determinación del brillo especular en películas de pinturas no metálicas a 20°, 60° y 85°.
- NCh 1001. Of 1989: Pinturas - Determinación de la densidad.
- NCh 2143. Of 1989: Pinturas - Determinación del tiempo de secado.
- NCh 1008. Of 1989: Pinturas - Determinación de la resistencia a la abrasión seca - Método de la caída de arena.
- NCh 331. Of 1997: Pinturas y Productos Afines - Terminología
- NCh 1007. Of 1989: Pinturas - Determinación del espesor de película seca

### **3.2 Normas Extranjeras**

American Society for Testing and Materials (ASTM):

- ASTM D 4417: Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel.
- ASTM D 714 : Standard Test Methods for Evaluating degree of blistering of paints
- ASTM D 610 : Standard Test Methods for Evaluating degree of rusting on painted steel surfaces.
- ASTM D 661 : Standard Test Methods for Evaluating degree of cracking of exterior paints.
- ASTM D 772 : Standard Test Methods for Evaluating degree of flaking (scaling) of exterior paints.
- ASTM D 4214: Standard Test Methods for Evaluating degree of chalking.
- ASTM E 337 : Standard Test Method for Measuring Humidity with a Psychrometer (the Measurement of Wet- and Dry-Bulb Temperatures).

Steel Structures Painting Council (SSPC)

- SSPC : Vol. 2 Chap.2
- SSPC Vis 1 : Visual Standard for Abrasive Blast Cleaned.
- SSPC - SP1 : Solvent Cleaning.
- SSPC - SP2 : Hand Tool Cleaning.
- SSPC - SP3 : Power Tool Cleaning.
- SSPC - SP10 : Near White Blast Cleaning
- SSPC - SP5 : White Blast Cleaning.
- SSPC - SP11 : Power tool Cleaning to Bare Metal.
- SSPC - PA2 : Measurement of dry Film Thickness with Magnetic Gages.
- SSPC - Guide 15: Field Methods for Retrieval and Analysis of Soluble Salts on Steel and Other Nonporous Substrates.
- SSPC - Guide 12: Guide for Illumination of Industrial Painting Projects.

International Standards Organization (ISO)

- ISO 8501-1: Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings.
- ISO 8502-3: Tests for the assessment of surface cleanliness.
- ISO 8502-5: Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Tests for the assessment of surface cleanliness Part 5: Measurement of chloride on steel surfaces prepared for painting (ion detection tube method).
- ISO 8502-6: Tests for the assessment of surface cleanliness: extraction of soluble contaminants for analysis-The Bresle method.
- ISO 8502-9: Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Tests for the assessment of surface cleanliness: Field method for conductometric determination of water-soluble salts.

- ISO 8502-11: Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Tests for the assessment of surface cleanliness Part 11: Field method for the turbid metric determination of water-soluble sulfate

#### **4. INSPECCIÓN**

El Contratista deberá proporcionar a la ITO, todas las facilidades que esta requiera para realizar su labor de fiscalización.

El Contratista deberá presentar los certificados de calidad, de los distintos productos y materiales que utilice en las faenas de limpieza de superficies.

El Contratista o su representante, podrá acompañar a la Administración en las labores de fiscalización.

Para determinar el Perfil de Rugosidad Superficial de la superficie limpia, la Administración podrá utilizar el Kaene-Tator Surface Profile Comparator, Micrómetro de identificación con puntas cónicas o medidores de rugosidad del tipo Elcometer 127. Se deberá cumplir con los requerimientos especificados por el proveedor y aprobados por la ITO.

No se podrá aplicar la pintura hasta que la ITO haya aprobado el tratamiento de limpieza, exigido para la superficie de acero.

El Contratista deberá reparar todas las áreas que la ITO haya rechazado.

El Contratista deberá solicitar todas las recepciones y aprobaciones o rechazos por parte de la ITO. También deberá anotar los avances diarios y las condiciones ambientales atmosféricas en que se desarrolle la jornada, limpieza de filtros, trampas de aceite, etc.

La ITO recibirá los trabajos de acuerdo con las siguientes exigencias:

- ✓ Las presentes Especificaciones Técnicas Especiales.
- ✓ Pinturas, según certificados y análisis de los fabricantes.

#### **5. PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DE SUPERFICIES**

##### **5.1 Aspectos Generales**

La limpieza de estructuras, se ejecutará solamente una vez que se hayan completado los procesos de fabricación o soldadura, ya sea en terreno o en talleres de fabricación, según sea lo apropiado. Las soldaduras deberán estar previamente aprobadas.

El Contratista deberá contar con todas las herramientas, instrumentos, materiales y equipos necesarios, para realizar la limpieza de las estructuras cumpliendo las condiciones y requisitos que aseguren la correcta preparación de las superficies, antes de ser pintadas.

Los trabajos de preparación y limpieza de superficies se harán en recintos adecuados, protegidos de la acción directa del sol, viento, lluvia, polvo, etc, y separados del área de pintura.

Antes y durante la ejecución de la limpieza final, se deberán considerar las siguientes condiciones ambientales:

- La humedad ambiental debe ser inferior al 85% y la temperatura de superficie mayor en 3°C a la temperatura de rocío del aire circundante, medidos según norma ASTM E337 B.
- La temperatura ambiental deberá ser superior a 5°C, o según lo especificado por el fabricante de la pintura.
- La temperatura del sustrato no debe exceder de los 35°C, debiendo encontrarse siempre en a lo menos 3° C por sobre el punto de rocío.
- No deberá existir riesgo alguno de posible condensación de humedad (lluvia, llovizna, niebla) durante y posterior a la ejecución de los trabajos de preparación y limpieza de superficies.
- Se deberá detener los trabajos en presencia de llovizna o lluvia.
- En caso de realizar los trabajos de limpieza final bajo techo, con o sin atmósfera controlada, las condiciones ambientales mínimas serán las mismas que se exigen para los trabajos realizados a la intemperie.
- La iluminación durante la preparación de superficie debe ser evaluada según norma SSPC Guide 12.
- El Contratista deberá disponer al menos de los siguientes instrumentos y equipos:
- Para Controlar las Condiciones Ambientales:
  - ✓ Termómetro de contacto para medir temperatura sobre sustratos
  - ✓ Termómetro ambiental
  - ✓ Higrómetro calibrado
  - ✓ Tablas Psicométricas

Para Controlar los Grados de Limpieza y de Rugosidad de las Superficies de Acero Carbono:

- ✓ Patrones fotográficos de los diferentes grados de preparación superficial del acero (según el SSPC- Vis 1 y SSPC-Vis 3).
- ✓ Disco - Patrón de comparación visual para los diferentes perfiles de rugosidad (según la ASTM D-4417, método A) o bien; deberá disponer de un Medidor "Elcometer 127" para determinar el perfil de rugosidad de una superficie metálica (según la ASTM D-4417, método B).
- ✓ Lupa (mínimo 30x).

Para Controlar Presencia de Contaminantes en los Materiales Abrasivos:

- ✓ Vaso precipitado (capacidad entre 40 – 50 cc).
- ✓ Agua dulce (limpia y pura).
- ✓ Papel pH.
- ✓ Solución de Nitrato de Plata (identifica la presencia de cloruros).

Para Controlar Equipos de Chorreo Abrasivo, Eyectores de Agua a Alta Presión y Herramientas:

- ✓ Manómetro patrón.
- ✓ Pié de metro.
- ✓ Paños limpios de género (color blanco).

Antes de iniciar los trabajos de chorro abrasivo “blasting” y aplicación de pintura, el Contratista deberá obtener la aprobación de la ITO, de acuerdo con los procedimientos de inspección basados en este documento.

Cada sistema de pintura especificado, esta descrito en términos de requerimientos de preparación de superficie, tipo de pintura y espesor requerido.

Antes del “blasting” y aplicación de pintura, todo tratamiento de calor, soldadura, NDE y evaluación de presión deberá ser completada.

Se deberán tomar todas las precauciones necesarias, para evitar la contaminación de superficies con pintura fresca por efectos de polvo, salpicadura de pintura o cualquier otro contaminante.

Culminados los trabajos de montaje incluyendo empernado, soldadura de campo, etc., los elementos deberán ser limpiados de todo óxido, suciedad, grasa y otra materia extraña, para su identificación.

La imprimación no se aplicará dentro de los 10 cm. desde los bordes de cualquier superficie a ser soldada en obra.

## **5.2 Pre-Preparación de Superficie**

Los procedimientos serán:

- En las estructuras se deberán redondear los bordes y aristas vivas mediante herramientas manuales y mecánicas, eliminando las rebabas e irregularidades en perforaciones y soldadura, así como toda escoria o chisporroteo de soldadura. Los cordones de soldadura que lo requieran deberán ser suavizados y sus aristas desbastadas.
- Se eliminarán restos de aceite, grasa, suciedad y otros contaminantes no visibles mediante un hidrolavado con agua potable y detergente industrial biodegradable a una presión

mínima de 3000 PSI. Lavar con abundante agua y dejar secar. La limpieza y desengrase de las superficies metálicas se efectuará de acuerdo con el estándar SSPC - SP1.

### **5.3 Limpieza Final**

Una vez concluida la limpieza primaria, se deberá ejecutar un método de limpieza complementario que asegure la remoción del óxido de laminación, herrumbre o pintura existente sobre la estructura metálica nueva o antigua. Se consideran los siguientes métodos:

- Limpieza Manual (SSPC-SP2)
- Limpieza Mecánica (SSPC-SP3)
- Limpieza con chorro abrasivo a grado casi metal blanco (SSPC-SP10)
- Limpieza con chorro abrasivo a grado metal blanco (SSPC-SP5)

#### 5.3.1 Grado de Limpieza

Salvo que se indique lo contrario, el grado de limpieza en todas las estructuras metálicas que reciban pintura serán :

“grado metal Blanco - SSPC-SP5 (obligatorio)”.

Esta consiste en tratar la superficie por impacto de partículas a alta velocidad. La superficie deberá quedar libre de toda contaminación, suciedad, óxido de laminación y de cualquier otro elemento extraño, lucir limpia y con el grado de rugosidad exigido.

Una superficie preparada con chorro abrasivo a grado metal blanco se define como aquella que presenta en un 100 % un color gris-blanco metálico uniforme y de rugosidad apropiada para permitir una buena adherencia de la pintura.

El Contratista deberá disponer de todos los materiales, equipos y herramientas necesarios para ejecutar los trabajos de preparación y limpieza de superficies.

Todos los equipos, herramientas y materiales que se utilicen para la limpieza de superficies, deberán cumplir con los requisitos que se establecen a continuación:

#### Materiales Abrasivos

##### Arena

La arena utilizada no deberá emplearse por más de un golpe. Deberá estar libre de contaminantes, ser rica en sílice, de lecho de río, con un índice de trituración inferior al 10% y granulometría adecuada según el perfil de rugosidad exigido. Deberá encontrarse totalmente seca y presentar las siguientes características:

- ✓ Contenido de arcilla o limo inferior a 3% en peso.
- ✓ Contenido de cloruros y sulfatos inferior a 0.3% en peso.
- ✓ Contenido de carbonatos inferior a 2% en peso.
- ✓ Deberá tener forma irregular con cantos vivos.
- ✓ No se permitirá el uso de arena de mar o de dunas.
- ✓ Si la ITO lo determina, se deberá hacer un análisis químico en laboratorio de la arena que se va a utilizar.
- ✓ La granulometría de la arena deberá ser controlada mediante el uso de mallas normalizadas entre mallas 16 a 40 (según U.S. Sieve) para lograr el grado de rugosidad deseado.

### Granallas

La granalla empleada deberá estar libre de aceites y de cualquier otro contaminante y tener la granulometría adecuada según el grado de rugosidad exigido. Deberá estar totalmente seca, libre de contaminantes y presentar las siguientes características:

- ✓ Deberá entregar el grado de rugosidad y calidad de limpieza exigidas en estas especificaciones.
- ✓ Deberá estar exenta de material particulado, polvo o cualquier otro tipo de suciedad adherida.
- ✓ Deberá ser una mezcla de granalla esférica y angular.
- ✓ Podrá ser empleada por más de un golpe, es decir podrá ser reciclada siempre que se utilicen los equipos que aseguren la descontaminación de ésta, dejándola limpia, seca y libre de cualquier material contaminante.

### Equipo para chorreo abrasivo a presión

- ✓ Compresor en buen estado.
- ✓ Filtros a la entrada y salida del aire del compresor, limpios y en buen estado. El aire debe salir limpio, seco y libre de aceite. El aire debe ser controlado y aprobado por la ITO.
- ✓ Línea de distribución de aire con trampas de agua y aceite. Deben inspeccionarse y limpiarse diariamente.
- ✓ La presión en las boquillas debe estar en el rango 90 - 110 psi. (6-7,5 bar)
- ✓ Las boquillas no deben presentar desgaste.

### Herramientas manuales y motrices

- ✓ El Contratista deberá contar con un stock suficiente de herramientas.
- ✓ Todas las herramientas (escobillas de acero, espátulas, lijas, cepillos de alambres, esmeriles etc.) deberán encontrarse en buenas condiciones, limpias y sin contaminantes.

Serán rechazadas aquellas herramientas que la ITO considere que no cumplen estas condiciones.

- ✓ Deberá controlarse que las herramientas neumáticas no contaminen la superficie metálica con materiales grasos.

#### Características de las superficies limpias

Al finalizar los trabajos de limpieza superficial, las superficies deberán lucir limpias, exentas de grasas, aceites, sales, polvo, oxido y de cualquier otro residuo contaminante y con el perfil de rugosidad exigido en estas especificaciones.

La primera capa de pintura protectora se aplicará, a más tardar, dentro de tres horas después de terminada la limpieza final. Al aplicar la primera capa de pintura, la superficie no deberá mostrar signos de oxidación, de lo contrario se deberá arenar suavemente.

Las superficies limpias, sin pintar, que sean sorprendidas por una llovizna, lluvia u otra causa de humedad, deberán arenarse nuevamente una vez que estén secas.

Las superficies limpias que no se alcancen a cubrir con la capa de anticorrosivo durante la jornada, deberán ser relimpiadas al día siguiente para aplicar la primera capa de anticorrosivo.

No se permitirá la contaminación de las superficies arenadas con grasa, aceites u otras materias antes de ser protegidas. Las grasas o aceites deberán ser removidas totalmente con solventes.

No se deberá apoyar las manos descubiertas, ni manipular con guantes sucios las superficies de elementos que hayan sido arenadas. Los operadores deberán emplear guantes limpios.

Posterior a la faena de limpieza final, deberá eliminarse todo residuo abrasivo u otro contaminante que quede sobre la superficie tratada. Esta limpieza puede efectuarse con escobillas (cerdas, fibras vegetales o plásticas), aspiradoras o aire comprimido seco y limpio. No se permitirá el uso de trapos, estopas u otros elementos que dejen restos de material absorbente adherido a la superficie.

Durante la faena de arenado se tomarán todas las precauciones para evitar que la arena o el polvo retirado, contamine otras estructuras u otros trabajos de pintura.

Posterior al “blasting”, deberá evaluarse la presencia de sales contaminantes en la superficie, en especial los cloruros; por lo cual la concentración de los mismos no debe ser mayor a 30 ppm, medidos según método de extracción Swabbing y determinación Quantab, según los requerimientos de la SSPC Guía 15.

Si la oxidación o degradación del nivel de limpieza alcanzado inicialmente ocurre entre el “blasting” y la aplicación del primer, se deberá de realizar el “blasting” nuevamente.

Antes de aplicar la capa de pintura respectiva, la superficie o capa de pintura deberá estar libre de polvo (Nivel máximo de polvo permitido: Nivel 2, evaluado según estándar ISO 8502-3), grasa y materia extraña.

## **6. PROCESO DE PINTADO**

### **6.1 Aspectos Generales**

Durante el proceso de pintado, el Contratista deberá cumplir una serie de condiciones y requisitos para asegurar la correcta elección, agitación, mezcla (en el caso de productos de 2 componentes), tipo de pintura y condición de los equipos y herramientas de aplicación, forma de aplicación y control de las labores de pintado sobre las superficies de acero.

El Fabricante de las pinturas, además de certificar el cumplimiento de las condiciones técnicas de calidad, deberá indicar para cada tipo de pintura la relación de la mezcla en volumen, tiempos de secado y repintado, poder cubriente, vida útil de la mezcla (pot life), estabilidad en el envase y tipo de diluyente. Certificar que las condiciones que ofrece la maestranza, son las adecuadas para la correcta aplicación de sus productos, certificar a los aplicadores y evaluar si se requiere una inducción a ellos.

El Contratista deberá contar con todos los instrumentos, materiales y equipos necesarios para realizar los trabajos y deberá seguir los procedimientos siguientes:

- Antes de iniciar la aplicación, el equipo de aplicación, mangueras, recipientes y pistolas deberán estar limpios. El solvente dejado en el equipo deberá ser completamente removido antes de realizar la aplicación.
- La pintura deberá ser colocada por medio de equipos de aplicación y boquillas recomendados por el fabricante de pintura.
- La pintura deberá ser aplicada estrictamente de acuerdo a lo estipulado en esta especificación y las recomendaciones del fabricante de pintura, teniendo especial atención en la dilución, mezcla, tiempos de secado, repintado entre capas y espesores secos.
- La aplicación se realizará acorde con el estándar SSPC-PA1, las recomendaciones del fabricante de pinturas, las hojas técnicas de los productos y lo indicado en las hojas MSDS.
- Los materiales de pintura que hayan superado su tiempo de vida en almacenamiento no deberán ser usadas.
- El EPH deberá verificarse durante el proceso de aplicación y para la aceptación del EPS de cada capa este deberá ser verificado de acuerdo a lo indicado en el estándar SSPC-PA2, para lo cual se empleará un equipo magnético debidamente calibrado Tipo 2. Las mediciones se realizarán sobre superficies libres de aspersiones en seco y exceso de rociado.

- Cada capa de pintura deberá ser una película uniforme, de un espesor y apariencia uniforme, libre de defectos (esprayado seco, overspray, pinholes, vacíos, chorreaduras, ampollas, arrugas, grietas, etc), acorde con las normas ASTM D 714, ASTM D 610, ASTM D 661, ASTM D 772 y ASTM D 4214 (Tipo, dimensión y escala). No se aceptarán elementos cuyos espesores secos no cumplan con lo requerido en la presente especificación, así como también si presentan defectos de aplicación, por lo cual el Propietario podrá rechazar el(los) elemento(s) pintados y ordenar remover la(s) capa(s) de pintura presente, limpiada y aplicada nuevamente.
- No deberán enviarse a obra, elementos cuya(s) capa(s) de pintura no esté totalmente seca al tacto duro.
- A no ser que se especifique lo contrario, las estructuras pintadas en taller con todo el sistema de pintura especificado, deberán contar con la aprobación de la ITO antes de ser enviadas a obra.

## **6.2 Materiales y equipos de aplicación**

El Contratista deberá disponer de todos los materiales y equipos necesarios para ejecutar los trabajos de aplicación de pinturas, los que deberán cumplir con los requerimientos que se establecen a continuación:

### **Materiales**

Todos los materiales deberán ser recibidos en el lugar donde se ejecuta la obra (pinturas, diluyentes, solventes, removedores, huaípe y otros).

Todos los materiales deberán ser almacenados en obra, con el debido cuidado para preservarlos en buenas condiciones antes de ser utilizados. Éstos deberán ser almacenados a la sombra y bajo techo, a temperatura ambiente.

Los materiales deberán venir envasados en sus envases originales, sellados y rotulados con la etiqueta correspondiente al producto suministrado.

Para el caso de las pinturas, la información que deberá contener la etiqueta del producto será:

- Nombre del Producto
- Código del Producto (componente “A” y “B”, caso de productos de 2 componentes)
- Relación de Mezcla (caso de productos de 2 componentes).
- Fecha de Fabricación
- Fecha de Vencimiento
- Número de Lote de Producción
- Código del Diluyente que corresponde al Producto
- Nombre de la Obra

Para el caso de los solventes, diluyentes y removedores de pintura, la información mínima que deberá contener la etiqueta del producto será:

- Nombre del Producto
- Código del Producto
- Fecha de Fabricación
- Fecha de Vencimiento
- Número de Lote de Producción
- Código del Producto al cual le corresponde

Las pinturas, solventes, diluyentes y removedores de pintura, deberán venir acompañados de su respectiva hoja técnica y hoja de datos de seguridad del material (MSDS – Material Safety Data Sheets).

Para el caso de las pinturas y revestimientos, el contratista deberá adjuntar el o los “Certificados de Laboratorio”, emitidos por el propio laboratorio del fabricante y correspondientes a cada tipo o clase de pintura.

La información mínima que deberá contener cada certificado emitido por el Fabricante de Pinturas, deberá ser proporcionada bajo las siguientes normas y corresponder a:

- Identificación Comercial del Producto.
- Producto y Descripción Genérica de éste.
  - Composición General
  - (%) de Pigmento ASTM D-2698.
  - (%) de Vehículo ASTM D-2698.
  - Composición del Pigmento y descripción de éste.
  - Composición del Vehículo y descripción de éste.
  - (%) de Vehículo Volátil ASTM D-2369.
  - (%) de Vehículo No Volátil ASTM D-2832.
  - Características Generales
  - (%) Contenido de Sólidos en Peso.
  - (%) Contenido de Sólidos en Volumen ASTM D-2697.
  - (%) Pigmento en Volumen (PVC).
  - Densidad (g/cc a 21 °C ) ASTM D-1475.
  - Viscosidad (U.K. a 21 °C) ASTM D-562.
  - Grado de Molienda Hegman ASTM D-1210.
  - (%) Flexibilidad (Elongación) ASTM D-522.
  - Adherencia al Sustrato (kg/cm<sup>2</sup>) ASTM D-4541.
  - Poder Cubridor ASTM D-344.
  - Índice de Brillo ASTM D-523-85.
  - Diluyente.
  - Número de Componentes.

Tiempo de Secado al Tacto, Duro y Repintado ASTM D-1640.  
Vida Útil de la Mezcla (caso productos de 2 componentes).

La pintura deberá presentar una estabilidad en el envase de al menos un año y su viscosidad no deberá variar en mas de un 4% de la original. Sólo se aceptará una sedimentación blanda, fácil de reincorporar a paleta y su molienda deberá encontrarse inalterada.

Equipos, accesorios y herramientas de aplicación

Todos los equipos, accesorios y herramientas necesarias para la aplicación de pinturas, deberán encontrarse en el lugar donde se ejecuta la obra: brochas, pistolas de aire y pistolas sin aire (airless), boquillas, mangueras, conectores, compresores y otros.

Todos los equipos, accesorios y herramientas, deberán encontrarse en buenas condiciones, limpias y sin contaminantes. Serán rechazadas aquellas que la ITO considere que no cumplen éste requisito.

El equipo compresor (de aire comprimido) usado para pulverizar deberá estar limpio, exento de polvo, agua y aceite. Para esto, el sistema de aire deberá tener filtros y trampas a la salida del compresor y en las redes principales. Los filtros y trampas deberán limpiarse y tener mantención diaria . El compresor deberá estar en buen estado y tener una capacidad adecuada al número de pistolas en trabajo. La ITO deberá controlar la calidad del aire.

Si la pintura que se aplica es muy delgada, el equipo deberá poseer su propia unidad revolvedora, a fin de mantener la pintura uniformemente mezclada durante el proceso de aplicación. En rigor todas las pinturas deberán estar en agitación durante su aplicación.

Para efectos de ajuste de la presión de aire en la línea y en los estanques de aire comprimido, la red deberá poseer manómetros y reguladores de presión.

### **6.3 Preparación de Pinturas**

El Fabricante de las pinturas, además de certificar el cumplimiento de las condiciones técnicas de calidad, deberá indicar para cada tipo de pintura la relación de la mezcla en volumen, tiempos de secado y repintado, poder cubriente, vida útil de la mezcla (pot life), estabilidad en el envase y tipo de diluyente. Certificar que las condiciones que ofrece la maestranza son las adecuadas para la correcta aplicación de sus productos, certificar a los aplicadores y evaluar si se requiere una inducción a estos.

El Contratista deberá solicitar y ceñirse a las instrucciones del Fabricante para la preparación de las pinturas. Estas indicaciones del fabricante deberán ser evaluadas y aprobadas por la ITO.

Los elementos y herramientas a utilizar en una preparación de pinturas deben estar limpios y en buenas condiciones. La ITO ordenará el retiro de aquellos que a su juicio no cumplan las exigencias necesarias.

Los elementos requeridos para la preparación de pinturas serán como mínimo los siguientes:

- Envases metálicos limpios y adecuados.
- Envases pequeños para distribución.
- Una reglilla graduada.
- Agitadores manuales o mecánicos.
- Filtros para filtrar (80-100 mallas).
- Elementos de limpieza (escobillas, trapos, etc.).

#### **6.4 Aplicación de Pinturas**

##### a) Aspectos Generales de la aplicación.

El tipo y número de capas de protección para cualquier elemento que requiera pintura, estará de acuerdo con el sistema de pintura que sea pertinente.

Como norma general, se aplicará el esquema de pintura en taller, limitando el trabajo de pintura en terreno a la reparación de superficies dañadas por el transporte y faenas de montaje y a pinturas de acabado.

La aplicación del sistema de pintura deberá realizarse sobre superficies limpias y secas que hayan sido aprobadas previamente por la ITO. El procedimiento de aplicación será el indicado por el Fabricante y aprobado por la ITO.

La aplicación de pinturas deberá ser realizada por personal calificado. Todas las pinturas deberán ser aplicadas con las herramientas (pistolas, brochas, airless según corresponda) definidas para cada etapa en el esquema de protección.

Previo a la aplicación de cada capa de pintura, se deberá procurar un refuerzo en todas las áreas críticas de la estructura (bordes, soldaduras, remaches, pernos entre otros) mediante la aplicación de una capa puntual de pintura con brocha.

En cada capa de pintura se deberán respetar los siguientes aspectos:

- Todo material deberá ser aplicado formando una capa continua en su superficie, suave y libre de defectos, manchas, sobre pulverización, derrames o huellas de pinceladas. Las capas de pintura deberán ser aplicadas en forma cruzada, respetando los tiempos de aplicación entre capas y las condiciones ambientales estipuladas.

- Se aplicarán capas de pintura de diferente color con el propósito de facilitar el control de los trabajos. Dichos colores serán establecidos previamente por la ITO, en caso que no hayan sido especificados para el Proyecto.
- Tiempo de secado o curado, según especificaciones del Fabricante.
- Tiempo de repintado, según especificaciones del Fabricante.
- Espesor total de la capa anticorrosiva, de la capa de revestimiento auto – imprimante (según el tipo de sustrato) de la capa intermedia, de la capa de terminación y del conjunto, según esta especificación.
- Todas las capas del o los sistemas de protección deben ser aplicadas con los espesores especificados y lucir homogéneas en cuanto a brillo, textura, color y continuidad y sin derrames. Toda capa con acabado poroso o granular deberá ser levantada, eliminada y vuelta a pintar.

Cada pintor debe poseer un medidor de espesor de capa húmeda, para comprobar la aplicación de espesores correctos de pintura.

Cada mano de pintura deberá ser inspeccionada y recibida por la ITO. No se podrá repintar sin la aprobación previa de la ITO.

No se podrá pintar en días de lluvias, niebla o llovizna, salvo en caso de trabajo en sitios previamente acondicionados. Deberán protegerse las superficies de la acción directa del sol, viento, polvo, etc.

No se podrá pintar si no se cuenta con un termómetro e higrómetro en el sitio de trabajo. Ambos deben estar en buen estado de funcionamiento. El higrómetro debe calibrarse periódicamente, y al iniciar la faena se debe chequear su estado.

Antes de pintar cada capa o mano, la superficie deberá estar libre de manchas, polvo, grasa, aceites, escorias de soldaduras, etc.

Entre mano y mano de pintura se evitará apoyarse en la superficie con las manos descubiertas o con guantes sucios. Debe impedirse también, la contaminación de la superficie con grasa, aceite o cualquier otra materia extraña que impida la adherencia de pintura. En caso de producirse contaminación, se deberá limpiar con el solvente adecuado sin remover la pintura. El personal deberá usar obligatoriamente guantes limpios.

Con el objeto de proteger las superficies pintadas, los andamios y demás soportes deberán acondicionarse con protecciones de goma.

**No se deberán pintar las siguientes superficies :**

- Estructuras de Acero Inoxidable.

De aplicarse pintura en estas superficies locales, la ITO ordenará la remoción de las pinturas, siendo estos trabajos de cargo del Contratista.

- Estructuras de Aluminio.
  - b) Métodos y equipos de aplicación de Pinturas

El pintado de las superficies se podrá realizar mediante brochas, pistolas de aire o pistolas "airless". Se excluye el uso de rodillos.

Los sistemas se aplicarán con pistola de aire y pistola "airless", salvo lo estipulado en el punto "Aplicación de pintura con brochas" que se describe a continuación. La elección del medio de aplicación dependerá del tipo de pintura a usar. En este caso será el Fabricante el que especificará el medio adecuado a utilizar. No se aceptará la dilución excesiva respecto a la especificada por el Fabricante, con el propósito de facilitar la faena de aplicación.

- Aplicación de Pintura con Brochas.

Se utilizará aplicación con brocha, solamente en los casos de pintura en zonas inaccesibles para el proceso con pistola y en refuerzos o retoques de cantos, uniones, soldaduras, pernos, etc. También para eliminar el exceso de material acumulado. Deberá emplearse solamente brochas de buena calidad y con tamaño adecuado. No se podrá emplear brochas con fibras muy gastadas, rígidas, sueltas o que tengan la dimensión inadecuada.

La técnica a emplear será la de aplicar una capa gruesa y brochar intensamente para que la pintura penetre en las imperfecciones de la superficie y las cubra totalmente.

El acabado deberá ser liso sin estrías o surcos y parejo.

- Aplicación de Pintura con Pistola de Aire.

La aplicación de pintura con pistola de aire, sólo se podrá utilizar cuando se aplique pintura sobre superficies ya imprimadas con la primera capa protectora de anticorrosivo, la que se realizará con brocha o pistola sin aire "airless".

Durante el proceso de aplicación se debe tener especial cuidado en regular el flujo de aire (proveniente de la línea) y de pintura (del estanque) a la pistola, de manera de conseguir una correcta pulverización de la pintura sobre la superficie. La presión de aire deberá estar comprendida entre 40 a 60 lb/in<sup>2</sup>.

El ancho del abanico debe seleccionarse según el tipo de trabajo. El abanico cerrado es aconsejable para el pintado de superficies alargadas, mientras que el abanico abierto es el más conveniente para superficies extensas.

Cuando se requiera pintar esquinas o ángulos deberá regularse el diámetro del abanico de modo que la pintura aplicada cubra las caras de la esquina en 2 a 4 cm. por cada lado.

La elección de boquilla, corona de aire y presión debe hacerse de tal modo de no modificar las cantidades de diluyente especificada por el Fabricante.

Para obtener un óptimo resultado con pistola de aire:

- ✓ La pistola deberá desplazarse en forma paralela a la superficie y gatillar después de haber comenzado el movimiento y al final de cada pasada.
- ✓ La pistola no deberá moverse en sentido vertical ni desplazarse formando arcos.
- ✓ La distancia entre la boquilla de la pistola y la superficie a pintar deberá ser de 25 cm (máximo) y 15 cm (mínimo), dependiendo de las condiciones del Sistema.
- ✓ Cada pasada deberá traslapar la anterior en un 50%.

Al término de cada etapa de pintado o al término de la jornada, el equipo en su totalidad (pistola, manguera y accesorios) deberán someterse a una rigurosa limpieza con solvente compatible y secado con estopas, lo cual será controlado por la ITO.

- **Aplicación de Pintura con Pistola sin aire , "Airless"**

Las instrucciones para la aplicación con "airless" son similares a la con pistola de aire, siendo de especial importancia los siguientes aspectos adicionales:

- ✓ La aplicación con "airless" requiere una menor cantidad de solvente que la de con pistola de aire.
- ✓ La proporción de diluyente deberá ser especificada por el Fabricante.
- ✓ La presión del equipo deberá ser la suficiente para lograr una correcta pulverización de la pintura. El equipo del Contratista deberá suministrar una relación mínima de compresión que asegure la correcta aplicación de las pinturas.
- ✓ La elección de la boquilla debe ser tal que permita una correcta presión de pulverización de la pintura y que el ajuste del abanico este acorde al tipo de trabajo a realizar.
- ✓ La distancia entre la boquilla de la pistola y la superficie a pintar deberá ser de 30 cm. (máximo) y 25 cm. (mínimo), dependiendo de las condiciones del Sistema.

## **7. CONTROL DE PINTURAS**

### **7.1 Aspectos Generales**

Todas las pinturas ofrecidas por el Contratista, deberán contar con los certificados de laboratorio del Fabricante y cumplir con todas las exigencias, definiciones, composición y propiedades físicas y químicas de cada sistema de protección indicado en estas especificaciones.

Antes de ser aplicadas, las pinturas deberán someterse a un control previo de calidad, el cual será realizado sobre muestras representativas de cada lote de producción. La toma de muestras en fábrica y los ensayos recomendados deberán ser efectuados por la ITO o un laboratorio independiente contratado por la ITO, el que deberá utilizar las instalaciones y laboratorio del fabricante de pinturas.

Las variables a ensayar serán:

✓ Densidad (g/cc)	ASTM D-1475
✓ Viscosidad (U.K)	ASTM D-562
✓ Grado de molienda Hegman	ASTM D-1210
✓ Poder cubridor	ASTM D-344
✓ Índice de brillo	ASTM D-523-85
✓ Adherencia al sustrato ( kg/cm <sup>2</sup> )	ASTM D-4541
✓ Elongación o flexibilidad (%)	ASTM D-522

Bastará que una de las propiedades evaluadas sea rechazada por no cumplimiento con lo expuesto en estas especificaciones, para que la partida o lote sea rechazada en su totalidad.

Si lo estima conveniente, la ITO podrá ordenar otros controles adicionales como un medio para resolver sobre pinturas y trabajos dudosos.

Una vez obtenidos los resultados, tabulados e interpretados, la ITO podrá emitir los permisos respectivos para todos los lotes y partidas de pintura debidamente aprobados para su uso.

Todo material o pintura deberá ser de marcas comerciales reconocidas, suministradas en sus envases originales y sellados de fabrica. Los envases de pintura de fábrica deberán estar debidamente identificados, ser totalmente herméticos y cumplir con las condiciones establecidas en estas especificaciones.

Toda pintura deberá tener una estabilidad de almacenamiento de 1 año como mínimo. Será rechazada toda pintura que haya sobrepasado su vida útil garantizada o cuya viscosidad varíe en más de un 4%. Sólo se aceptará una sedimentación blanda, fácil de reincorporar a paleta y su molienda deberá encontrarse inalterada.

El Contratista no podrá emplear partidas de pintura entregadas por el Fabricante que no tengan la aprobación previa de la ITO.

En caso que el Contratista opte por usar nuevas partidas de pinturas, la ITO exigirá el control de calidad de ellos.

Todas las operaciones y gastos que demandan los ensayos de calidad de las pinturas serán de cargo del Contratista.

El número y condiciones de tomas de muestras, serán las establecidas en las normas o en su defecto se harán de acuerdo a instrucciones de la ITO.

### **7.2 *Ensayos de evaluación a los sistemas de protección***

Con el objeto de evaluar el método de trabajo en cuanto al grado de preparación de superficies, aplicación de pinturas y tipo de pinturas y para evitar deterioros innecesarios en los elementos protegidos con algún sistema de pinturas, a causa de ensayos de evaluación destructivos, el Contratista deberá proporcionar probetas metálicas por cada sistema de protección que se utilice, las que deberán cumplir lo siguiente:

- Las probetas deberán ser de acero, todas preparadas con el mismo grado de preparación de superficie y perfil de rugosidad exigido para cada sistema de protección.
- Deberán poseer un número de golpe, en el cual se identifique el sistema de protección utilizado.
- Para el control de pinturas que serán aplicadas en taller, las probetas podrán ser pintadas en laboratorio.
- Para el control de pinturas que serán aplicadas en terreno, las probetas deberán ser pintadas en el lugar de la faena.
- Todas las probetas deberán cumplir con los requisitos de cada uno de los sistemas de protección exigidos en esta especificación en cuanto al tipo de pintura, número de capas, espesor seco por capa y del sistema.
- Posterior a la última mano de pintura y previo a la realización de los ensayos, las probetas deberán reposar 15 días a temperatura ambiente y posteriormente ser guardadas, cuidando no producir daños o deterioro en estas.

### **7.3 *Autocontrol del Contratista***

El Contratista deberá mantener un Sistema de autocontrol. No obstante, la ITO podrá en cualquier momento realizar los controles señalados.

El Contratista deberá cumplir con los requerimientos de la presente especificación y será responsable de la calidad del trabajo ejecutado.

La ausencia de autocontrol o las deficiencias detectadas en los procesos será motivo de suspensión de faenas, eliminar o remover superficies pintadas u otros sin derecho a indemnización, pagos ni aumentos de plazos.

El sistema de autocontrol deberá encargarse de fiscalizar los siguientes aspectos:

- Controlar que las pinturas que se utilizan, cuenten con certificación de calidad y con la aprobación de la ITO y controlar además que las pinturas que se utilicen, correspondan y sean equivalentes en un 100% con lo indicado en esta especificación.
- Controlar que el stock de pinturas se consuma en forma ordenada de acuerdo a la antigüedad de los lotes de producción entregados por el Fabricante.
- Controlar que la bodega de pintura se mantenga ordenada, limpia y que se respeten las mínimas normas de seguridad.
- Controlar permanentemente la limpieza de los elementos de trabajo utilizados en la preparación y aplicación de la pintura.
- Controlar el buen estado de las herramientas y equipos utilizados para aplicar la pintura: brochas y pistolas de aire y “Airless”.
- Controlar las condiciones de seguridad de la faena en cuanto a:
  - ✓ Andamios y escaleras
  - ✓ Extracción de vapores tóxicos e inflamables
  - ✓ Uso de elementos de seguridad (máscaras, guantes, ropa, lentes, etc.)
  - ✓ Condición de almacenamiento en bodega
  - ✓ Usar equipo eléctrico blindado
  - ✓ Control de fuentes de chispas en el perímetro de las faenas
  - ✓ Control de electricidad estática
  - ✓ Prohibición de fumar en el área
  - ✓ Señalización del sector
- Controlar la calidad final de la preparación de la superficie del acero.
- Controlar permanentemente las condiciones ambientales (temperatura y humedad) en que se desarrolla la faena. Se deberá detener el trabajo si no se cumplen las condiciones especificadas para cada esquema de pintura.
- Controlar la preparación y aplicación de las pinturas.
- Controlar las etapas de aplicación en cuanto a:
  - ✓ Secuencia de productos y colores definidos.
  - ✓ Espesores aplicados por cada capa y en total.
  - ✓ Control de tiempo, condiciones de secado y vida útil del producto o mezcla.
  - ✓ Tiempo de repintado.
  - ✓ En muestras testigos, control de adherencia de la película de pintura aplicada sobre la superficie.
- Controlar el avance de la obra y recepcionar las capas o etapas terminadas.
- Mantener registro diario al día con todas las observaciones respecto al desarrollo de la faena, de acuerdo a la metodología aprobada por la ITO, como por ejemplo: condiciones ambientales, estado y limpieza de los equipos.
- Consumo de pintura, avance de la obra, solicitudes de recepción, anotaciones de la ITO, etc.

Las anotaciones mínimas serán las siguientes:

- Fecha y hora de inicio de la faena.
- Humedad relativa y temperatura al inicio.
- Elementos tratados y tipo de pintura.
- Medición de espesores.
- Humedad relativa y temperatura de término.

El Contratista deberá además:

- Reparar la pintura mal aplicada o dañada durante el transporte y montaje. En casos extremos limpiar y volver a pintar.
- Solicitar las nuevas partidas de pinturas con al menos un mes de anticipación, para realizar previamente los ensayos de control de calidad necesarios.
- Proporcionar a la ITO las facilidades necesarias para que realice su labor de fiscalización. No deberá desarmar los andamios de acceso a zonas sin inspeccionar y construir andamios y plataformas seguras.

## 8. ESPECIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PINTURAS

### 8.1 Sistema de Pintura

a) Preparación de Superficie:

- ✓ El grado de preparación debe cumplir con la norma **SSPC-SP5 “Limpieza mediante chorro de abrasivos a metal blanco”**.
- ✓ El perfil de rugosidad debe estar en el rango de 50-75 micras.

b) Sistema de Protección

- ✓ Definición Genérica:
  - Sistema Zinc Inorgánico / Epoxico.
  - Espesor Total del Sistema: 200  $\mu\text{m}$  (8 mils) de película seca.
  - Grado Final Preparación de Superficies Requerido: SSPC-SP5.
  - Perfil de Rugosidad Requerido: 45 - 65  $\mu\text{m}$
  - Requerimientos o Ensayos al Sistema:
    - Cámara de Niebla Salina = 1500 horas mínimo.
    - Cámara de Condensación = 1000 horas mínimo.
    - Cámara Radiante de QUV = 500 horas mínimo.

## Primera Capa:

Imprimante anticorrosivo, inorgánico de zinc – etil silicato, base solvente, formulado con polvo de zinc metálico (grado superfino, tipo I, con granulometría inferior a 10  $\mu\text{m}$ ). Su aplicación se hará en una sola capa de **75  $\mu\text{m}$  de espesor seco (3 mils)**.

- Propiedades de la Capa de Imprimación:

- ✓ Peso específico 3,82  $\pm$  0,04 (gr/cc)
- ✓ Viscosidad (mezcla A+B; copa Ford N°4, 25 °C) 20  $\pm$  1 (seg)
- ✓ Tiempo máximo de secado al tacto 15 – 30 (minutos)
- ✓ Tiempo máximo de secado duro 2 – 4 (horas)
- ✓ Tiempo de repintado 72 – 96 (horas)
- ✓ Vida útil de la mezcla a 20°C 3 – 4 (horas)
- ✓ Grado de molienda 3 – 4 (grados Hegman)
- ✓ Adherencia al Sustrato: Mínimo 40 kg/cm<sup>2</sup> (después de curado), sobre el grado de limpieza y perfil exigido.
- ✓ Flexibilidad: Mínimo 5% en Mandril Cónico (después de 10 días y sin agrietamiento).
- ✓ Poder Cubridor: Máximo 100  $\mu\text{m}$  húmedos sobre tarjeta de contraste

- Composición General de la Capa de Imprimación:

- ✓ Vehículo Mínimo 27 (%)
- ✓ Contenido de sólidos en volumen Mínimo 60 (%)
- ✓ Contenido de polvo de Zinc metálico (película seca) Mínimo 85 (%)

- Composición del Vehículo:

- ✓ Vehículo no volátil Mínimo 32 (%)
- ✓ Tipo de Vehículo no volátil: 100% Etil Silicato

- Composición del Pigmento:

- ✓ Tipo de Pigmento anticorrosivo: 100% Zinc Metálico

## Segunda Capa:

### Capa Tie-coat:

Sello epóxico aducto amina – trietilen tetra amina, formulado con pigmento activo a base de fosfato de zinc, aditivos inhibidores de la corrosión y cargas inertes, atóxico, exento de cromo, de plomo y derivados cancerígenos. Su aplicación se hará en una sola capa de **50  $\mu\text{m}$  de espesor seco (2 mils)**.

- Propiedades de la Capa Tie-coat:

- ✓ Peso específico 1,21  $\pm$  0,10 (gr/cc)
- ✓ Viscosidad (mezcla A+B) 105  $\pm$  5 (UK)
- ✓ Tiempo máximo de secado al tacto 0,5 – 2 (horas)

- ✓ Tiempo máximo de secado duro 6 – 24 (horas)
- ✓ Tiempo de repintado 6 – 48 (horas)
- ✓ Tiempo máximo de secado final 48 (horas)
- ✓ Vida útil de la mezcla a 20 °C 8 – 12 (horas)
- ✓ Grado de molienda 3 – 4 (grados Hegman)
- ✓ Concentración de Pigmento en Volumen (PVC) 33 ± 1 %
- ✓ Índice de Brillo ( $\alpha$  60°) 12 ± 2 %
- ✓ Adherencia al Sustrato: Mínimo 40 kg/cm<sup>2</sup> (después de 15 días), como sistema sobre imprimante.
- ✓ Flexibilidad: Mínimo 12% en Mandril Cónico (después de 7 días y sin agrietamiento).
- ✓ Poder Cubridor: Máximo 100  $\mu$ m húmedos sobre tarjeta de contraste.

- Composición General de la Capa de Tie-coat:

- ✓ Vehículo Mínimo 53 %
- ✓ Contenido de sólidos en volumen Mínimo 48 %

- Composición del Vehículo:

- ✓ Vehículo no volátil Mínimo 44 %
- ✓ Tipo de Vehículo no volátil: 100% Epoxi Aducto Amina – Trietilen Tetra Amina

- Composición del Pigmento:

- ✓ Tipo de Pigmento Activo: Fosfato de zinc (mínimo 11%), Aditivos Inhibidores de la Corrosión y Cargas Inertes.

### Capa Final :

Esmalte de alto brillo, Poliéster Hidroxilado – Isocianato Alifático, formulado con pigmento dióxido de titanio rutilo, de alta solidez a la radiación ultravioleta. Su aplicación se hará en una sola capa de **75  $\mu$ m de espesor seco (3 mils)**.

- Propiedades de la Capa Final:

- ✓ Peso específico 1,19 ± 0,05 (gr/cc)
- ✓ Viscosidad (mezcla A+B) 60 ± 5 (UK)
- ✓ Tiempo máximo de secado al tacto 2 – 4 (horas)
- ✓ Tiempo máximo de secado duro 12 – 24 (horas)
- ✓ Tiempo de repintado 12 – 48 (horas)
- ✓ Tiempo máximo de secado final 48 (horas)
- ✓ Vida útil de la mezcla a 25°C 6 – 10 (horas)
- ✓ Grado de molienda 6 – 7 (grados Hegman)
- ✓ Concentración de Pigmento en Volumen (PVC) 12 ± 1 %
- ✓ Índice de Brillo ( $\alpha$  60°) 96 ± 2 %

- ✓ Adherencia al Sustrato: Mínimo 40 kg/cm<sup>2</sup> (después de 15 días), como sistema sobre capa intermedia.
- ✓ Flexibilidad: Mínimo 12% en Mandril Cónico (después de 7 días y sin agrietamiento).
- ✓ Poder Cubridor: Máximo 100 µm húmedos sobre tarjeta de contraste
- Composición General de la Capa Final:
  - ✓ Vehículo Mínimo 74 (%)
  - ✓ Contenido de sólidos en volumen Mínimo 48 (%)
- Composición del Vehículo:
  - ✓ Vehículo no volátil Mínimo 50 (%)
  - ✓ Tipo de Vehículo no volátil: 100% Poliéster Hidroxilado – Isocianato Alifático
- Composición del Pigmento:
  - ✓ Tipo de Pigmento de Color: 100% Dióxido de Titanio Rutilo (caso color blanco)
  - ✓ Solidez del Pigmento de Color Blanco: 1 – 2, según escala de grises (ASTM D-2616)
  - ✓ Pigmento de otro Color: 2 – 3, según escala de grises (ASTM D-2616)

## **8.2 Pigmentos para Pinturas**

Se detallan a continuación los pigmentos que se usarán en las pinturas y su calidad de acuerdo a las normas correspondientes.

En general, los pigmentos deberán ser atóxicos, no cancerígenos y deberán ser de alta resistencia a la radiación ultravioleta.

No se podrá emplear un pigmento diferente a los especificados, ni se aceptará el uso de promotores de adherencia, wash primers (fosfatos, tanatos y otros), shop primers y de cualquier pigmento de tipo tóxico o cancerígeno (plomo, cromo, oncor, minio u otro derivado).

La ITO verificará el cumplimiento de estas especificaciones y aprobará las pinturas que cumplan con lo indicado en estas.

- a) Pigmentos anticorrosivos aceptados
  - Fosfato de zinc : ASTM D4462
  - Polvo de zinc del tipo I (zinc metálico) : ASTM D520
  
- b) Pigmentos de color aceptados
  - Pigmento blanco

- Dióxido de Titanio Rutilo : Tipo IV ASTM D476
- Pigmento azul
  - Azul de Ftalocianina : ASTM D963
- Pigmento verde
  - Verde de Ftalocianina : ASTM D3021
- Pigmento rojo óxido
  - Óxido de Hierro Sintético : ASTM D3721  
(deshidratación por temperatura del óxido férrico amarillo (hidratado))
- Pigmentos rojos, amarillos y marrones  
(Pigmentación de Cadmio) :  
Deberán poseer y mantener un alto índice de solidez en el tiempo; por lo menos, durante 5 años. Por lo que las pinturas formuladas con este tipo de pigmentos, deberán presentar una solidez de color; que asegure el grado 3, según la ASTM D-2616 (Escala de Grises), por el período de tiempo establecido (5 años).
- Pigmento Negro
  - Negro de Humo : ASTM D-209
- Pigmento Rojo, Naranja, Púrpura
  - Pigmento de Quinacridona :  
Deberán poseer y mantener un alto índice de solidez en el tiempo; por lo menos, durante 5 años. Por lo que las pinturas formuladas con este tipo de pigmentos, deberán presentar una solidez de color; que asegure el grado 3, según la ASTM D-2616 (Escala de Grises), por el período de tiempo establecido (5 años).

En caso de ser necesario el requerimiento de otros colores o pigmentos de color, éstos deberán ser consultados con la ITO y aprobados por ella.

Cualquier otro pigmento de color autorizado por la ITO y que utilice el Fabricante en la formulación de sus pinturas, incluidos los aquí especificados, deberá ser certificado por éste. El Fabricante deberá asegurar que la solidez de color de su pintura, se mantendrá por un período mínimo de 5 años , durante el cual dicho color no descenderá más allá del grado N° 3“ según ASTM D-2616 (Escala de Grises).

c) Pigmentos extendedores aceptados

- Silicato de Magnesio (Talco) : ASTM D605
- Mica : ASTM D607 (Tipo B)
- Sulfato de Bario (Barita, blanco fijo) : ASTM D602

## 9. GARANTÍAS

### 9.1 Aspectos Generales

Para efectos de un óptimo resultado y logro de los objetivos propuestos por Metro S.A., (durabilidad, estabilidad, resistencia y estética); basados en la presente especificación técnica, el Contratista en conjunto con el proveedor de la pintura, deberá cumplir con una garantía mínima de 5 años para el caso de solidez de color y con una garantía mínima de 5 años, para el caso de deterioro por oxidación y de adherencia, según se detalla a continuación:

- Grado de Variación de Color sobre Superficies Pintadas (Solidez del Color).
- Grado de Deterioro por Oxidación sobre Superficies Pintadas.
- Grado de Adherencia de la Pintura al Sustrato.

El Contratista deberá emitir estas garantías por escrito.

a) Grado de variación de color sobre superficies pintadas

El Contratista en conjunto con el proveedor de las Pinturas, deberá Garantizar por un período mínimo de 5 años, la “Solidez de Color o Variación de Color”; mediante el uso de la “Escala de la Grises”, según el método establecido por la norma ASTM D-2616. Esta garantía, deberá ser extendida para las pinturas de terminación del proyecto completo que se indican en estas especificaciones.

La garantía que entregue el Fabricante de Pinturas, deberá asegurar que el Grado de Variación de Color o Solidez de las superficies pintadas de color blanco, será igual o menor que el Grado “2” de la Escala de Grises (hasta un 0,08 de variación) y que las superficies pintadas de cualquier otro color diferente al blanco, será igual o menor que el Grado “3” de la Escala de Grises (hasta un 0,165 de variación). Lo anterior, durante todo el período que dure la garantía.

b) Grado de deterioro por oxidación sobre superficies pintadas

El Contratista en conjunto con la Fábrica de Pinturas, deberá garantizar la durabilidad del o los sistemas de protección utilizados en las estructuras basándose en el Grado o Porcentaje de Deterioro por Oxidación que podría sufrir una superficie pintada, según lo establecido por la norma ISO 4628/3 de 1982. El Contratista deberá asegurar que el Grado de Deterioro por Oxidación de la superficie pintada, será igual o menor al Grado “Ri - 3” (hasta un 1% de corrosión); durante todo el período que dure la garantía.

El Contratista en conjunto con el proveedor de las Pinturas, deberá garantizar por un período mínimo de 5 años, la “Solidez de Color o Variación de Color”; mediante el uso de la “Escala de la Grises”, según el método establecido por la norma ASTM D-2616. Esta garantía, deberá ser

extendida para las pinturas de terminación del proyecto completo que se indican en estas especificaciones.

- c) Grado de adherencia de la pintura sobre el sustrato y entre capas de pintura

El Contratista en conjunto con la Fábrica de Pinturas, deberá garantizar por un período mínimo de 5 años cada uno de los Sistemas de Protección que se apliquen sobre las superficies metálicas. La garantía corresponderá a la adherencia de la pintura al sustrato y entre capas de pintura, la cual será controlada mediante el método establecido por la norma ASTM D-4541.

Por lo anterior, el Contratista deberá garantizar que la adherencia de la pintura sobre el sustrato y entre capas durante el período que dure la garantía, no descenderá en más de un 15% los primeros 3 años y otro 15% en los otros 2 años restantes, respecto del valor nominal que originalmente tenía el Sistema cuando fue medido, controlado y aceptado por la ITO .

## **9.2 Inspección durante el periodo de Garantía**

El Contratista deberá realizar visitas de Inspección cada seis meses durante el primer año. Los costos asociados por estas visitas serán de cargo del Contratista.

En caso de encontrar daños o desperfectos en la superficie pintada (pérdida de adherencia, cambio de color y/o porcentaje de oxidación), siendo éstos el producto o consecuencia de una mala preparación de superficie, mala aplicación de la pintura o bien un defecto propio de la pintura; y si las estructuras, equipos o elementos se encuentran dentro del plazo de garantía, el Contratista reparará, a su costo, los daños que presente la superficie pintada.

El procedimiento y/o metodología de reparación, deberá ser especificado por el proveedor original de pinturas , inspeccionado y finalmente aprobado en forma conjunta por METRO S.A. y el Fabricante de pinturas.

## **10. MÉTODOS DE REPARACIÓN DE PINTURAS EN TERRENO**

### **10.1 Aspectos Generales**

Los métodos de reparación o retoque para las pinturas y/o revestimientos que componen los diferentes sistemas de protección, son válidos y aplicables para todas las estructuras y elementos de acero carbono pintadas en taller y que por diversas razones se han deteriorado o sufrido algún tipo de daño durante el proceso de transporte,almacenaje o montaje o por soldaduras ejecutadas en terreno.

### **10.2 Procedimiento de reparación (Touch up)**

El Touch Up, consiste en reparar los daños mecánicos ocasionados en la(s) capa(s) de pintura, durante el proceso de montaje o en cualquier etapa del manipuleo, transporte o almacenamiento. Se realiza mediante limpieza, aplicación y reparación con pinturas mencionadas en la presente especificación.

El color y brillo final obtenido luego de esta reparación, deberá ser lo mas próximo o similar a las zonas adyacentes con pintura en buen estado. Sin embargo las diferencias en color y brillo serán comunicadas y son aceptables.

El retoque deberá realizarse con el sistema de pintura especificado originalmente, de ningún modo con otro material.

Se deberá asegurar, que el pintado de resane se extienda de 1" a 2" (01 a 02 pulgadas) fuera del área dañada.

Los daños menores se podrán reparar localmente, para lo cual se pedirá al proveedor de pintura, emita un procedimiento de reparación de daños a la pintura, considerando todas las limitaciones que este puede tener a diferencia de un pintado en taller.

### ***10.3 Daños con exposición del metal base***

Si la zona dañada de la superficie se encuentra con presencia de óxido o a metal desnudo, se deberá limpiar inicialmente con disolvente según SSPC-SP1, luego se deberá restaurar su grado original de limpieza mediante chorro abrasivo "blasting" o según norma SSPC-SP11 "Limpieza con herramientas mecánicas a metal desnudo". En todas las zonas adyacentes, se retirará toda pintura suelta, agrietada, ampollada y dañada, luego se lijarán los bordes de pintura en buen estado de 1" a 2" de ancho (zona de empalme), para formar una superficie lisa y uniforme.

Se deberá retirar el polvo y residuos, y se limpiará con solvente el área del touch-up. Se aplicarán las capas correspondientes según el esquema especificado, evitando generar relieves pronunciados.

### ***10.4 Daños a la capa de pintura sin exposición del metal base***

Inicialmente se deberán limpiar según SSPC-SP1, seguido de una limpieza manual o con herramientas de poder según SSPC-SP2 y SSPC-SP 3. La capa de pintura presente en la superficie a repintar no deberá tener brillo o suavidad, por lo cual deberá lijarse hasta eliminar tal suavidad o brillo, pero sin removerla. En todas las zonas adyacentes, se retirará toda pintura suelta, agrietada, ampollada y dañada, luego se lijarán los bordes de pintura en buen estado de 1" a 2" de ancho (zona de empalme), para formar una superficie lisa y uniforme.

Se retirará el polvo y residuos, y se limpiará con solvente el área del touch-up. Se aplicarán las capas correspondientes según el esquema especificado, evitando generar relieves pronunciados.

---

### 10.5 Pernos Galvanizados<sup>2</sup>

Para los pernos galvanizados que estén en contacto con acero se recomienda aplicar el siguiente esquema:

- Imprimante	:	Sellador epóxico 100%	75 micras
- Acabado	:	Epoxipoliamida amina de Altos sólidos	100 micras

---

<sup>2</sup> Con previa aprobación de la ITO, se puede evaluar protección con otros métodos, como por ejemplo, protección contra la corrosión mediante Cintas que evitan el contacto.

## 11. PROVEEDORES

Los fabricantes de pinturas que provean el material para protección de estructuras metálicas, deberán cumplir con todas las exigencias, definiciones, composición y propiedades físicas y químicas de cada sistema de protección definido en estas especificaciones. Se sugieren los siguientes proveedores:

- Hempel
- Carboline
- Chilcorrofin
- Ameron
- Sherwin Williams
- Jotun – Ceresita (Productos Jotun)
- Devoe (Tricolor)

## 12. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

Los siguientes elementos no deberán ser pintados:

- Metales no ferrosos tales como aluminio, cobre o bronce.
- Acero inoxidable o de aleación.
- Vidrios, baldosines o superficies cerámicas.
- Vástagos de válvulas, ejes rotatorios y otras superficies de contacto maquinadas.
- Superficies internas de cañerías.
- Placas de identificación.
- Plásticos, cañerías plásticas.
- Equipos mecánicos u otros que queden explícitamente definidos en las especificaciones particulares que los rigen.