

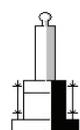


PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PINTURAS PARA OBRAS VIALES



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Tel. : 481-3707

Fax : 481-0677

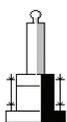


**PERÚ**

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PINTURAS PARA OBRAS VIALES



**LABORATORIO**



**DEE**

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Telf.: 481-3707

Fax : 481-0677



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

## PREFACIO

Mediante Resolución Directoral N° 851-98-MTC/15.17 del 14 de diciembre de 1998, se aprobaron las Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas para Obras Viales, documento que cuenta con veinte folios.

Teniendo en consideración el tiempo transcurrido se han actualizado estas Especificaciones, denominándose “Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales”, las mismas que consideran nuevos productos y tecnologías acorde con las exigencias de calidad y cuidado del medio ambiente, establecidas por la legislación vigente.

Estas Especificaciones Técnicas constan de dos partes:

- A. Especificaciones Técnicas de Materiales para Demarcación, y
- B. Especificaciones Técnicas de Recubrimientos para Estructuras

Las presentes Especificaciones Técnicas son de carácter mandatorio y cumplimiento obligatorio por los tres niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local.

Lima, Enero del 2013



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

## A. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES PARA DEMARCACIÓN



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

## INTRODUCCIÓN

La demarcación de carreteras, calles o avenidas de una red vial es de vital importancia para un buen funcionamiento de la circulación vehicular y para la seguridad de los usuarios, sean conductores o peatones; por tanto, es necesario que los materiales y procedimientos utilizados en la construcción de las señales sean adecuadas, de tal manera que sean funcionales y requieran la menor cantidad de mantenimiento.

En este sentido, la Dirección de Estudios Especiales de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles como ente regulador y normativo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ha visto la necesidad de actualizar la normativa relacionada a materiales empleados en los trabajos de demarcación de pavimentos a nivel nacional así como a su aplicación, lo cual redundará en la calidad, seguridad y tiempo de permanencia en la obra.

Los avances tecnológicos en la fabricación de materiales para demarcación han conducido al desarrollo de muchas formulaciones para fabricar nuevos tipos de materiales que puedan satisfacer requerimientos específicos y condiciones ambientales, lo cual ha motivado la necesidad de establecer los requerimientos de calidad a utilizar en nuestro medio.

Esta especificación cubre los requerimientos de los materiales para demarcación de pavimentos con algunos productos que se especifican más adelante, así como consideraciones para su empleo en obra.

Se define como demarcación de pavimento, retrorreflectiva o no, aquella línea, símbolo o leyenda aplicada sobre la superficie del pavimento con fines informativos, preventivos o reguladores del tránsito.

Según lo establezca lo estipulado en los expedientes de los proyectos se podrá emplear pinturas, materiales termoplásticos, materiales plásticos preformados o plásticos en frío de dos componentes. El carácter retrorreflectivo de las demarcaciones se consigue mediante la incorporación de esferas y/o microsferas de vidrio.

Dejar establecido que estas Especificaciones Técnicas se actualizarán periódicamente en consideración a los últimos avances y adelantos en las técnicas para demarcación de pavimentos.

Esta especificación es de aplicación general y es de observancia obligatoria en la adquisición de los materiales y servicios para demarcación de carreteras, calles o avenidas, preparación de superficies, inspección y pruebas de laboratorio de los materiales para demarcación; que lleve a cabo el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Por lo que debe ser incluida en los procedimientos de contratación: licitación pública o adjudicación directa, como parte de los requisitos que debe cumplir el proveedor, contratista o licitante.





**PERÚ**

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

## **CONTENIDO**

- I. Requerimientos de los Materiales**
  - I.01. Pintura para Demarcación**
  - I.02. Material Termoplástico**
  - I.03. Material Plástico Preformado**
  - I.04. Plástico en Frío de dos Componentes**
  - I.05. Esferas y Microesferas de Vidrio**
  
- II. Requerimientos Generales**
  - II.01. Criterios de Selección**
  - II.02. Informe de Programa de Trabajo**
  - II.03. Señalización y Seguridad de las Obras**
  - II.04. Control de los Materiales**
  - II.05. Empaque y Almacenamiento de Materiales**
  - II.06. Preparación de la Superficie**
  - II.07. Premarcado**
  - II.08. Limitaciones Climáticas**
  - II.09. Aplicación**
  - II.10. Control de Obra**
  - II.11. Dimensiones**
  
- III. Requerimientos Específicos**
  - III.01. Pintura para Demarcación**
  - III.02. Material Termoplástico**
  - III.03. Plástico Preformado**
  - III.04. Plástico en Frío de Dos Componentes**
  - III.05. Demarcación con Esferas y/o Microesferas de vidrio**
  
- IV. Requisitos Básicos de la Demarcación**
  
- V. Aceptación de los Trabajos**



**LABORATORIO**



**DEE**



## REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES

### I. Requerimientos de los Materiales

#### I.01. Pintura para Demarcación

Pintura que puede ser aplicada sobre pavimentos asfálticos o de concreto hidráulico, de buena resistencia a los cambios bruscos de temperatura, humedad, grasas y aceites derivados del petróleo y a la abrasión severa y constante. La pintura debe conservar durante mucho tiempo sus propiedades de adherencia, resistencia al desgaste y visibilidad tanto en el día como en la noche. Así también, la pintura no debe contener plomo, mercurio, cadmio, cromo u otros metales pesados tóxicos.

La pintura debe ser una mezcla homogénea, libre de contaminantes y de una consistencia adecuada para su uso en la capacidad para la cual está especificada. El producto final debe estar bien pulverizado, y el pigmento debe estar adecuadamente disperso en el vehículo conforme a los requerimientos de la pintura. La dispersión debe ser de tal naturaleza que el pigmento no produzca un asentamiento inadecuado, no se formen costras o pieles en el envase y no tome una consistencia granular o empiece a coagularse. El pigmento asentado debe ser fácilmente dispersado, con un mínimo de resistencia mediante agitación manual con una espátula, hasta un producto con una consistencia uniforme y fluida. El fabricante debe incluir en las pinturas los aditivos necesarios para el control de la separación de fases, asentamiento de pigmento, consistencia, secado, absorción y formación de piel u otra cualidad que sea requisito para el material.

La pintura debe ser compatible así como permitir el anclaje de esferas y/o microesferas de vidrio, para mejorar la visibilidad durante la noche y sobre todo en zonas de poca iluminación o presencia de neblinas.

La pintura podrá ser almacenada hasta por un periodo de seis meses, tiempo contabilizado a partir de la fecha de producción.

La pintura para demarcación podrá ser de dos tipos: Pintura Base Agua y Pintura Base Solvente.

#### (a) Pintura Base Agua

Pintura lista para su uso en pavimentos asfálticos o de concreto hidráulico; cuya formulación debe obedecer los requerimientos que se hallan en la Tabla N° 01.

**Tabla N° 01**  
**Requerimientos de la Pintura Base Agua**

Característica Evaluada	Requerimiento	
	Mínimo	Máximo
Densidad (g/mL)	1,59	-.-



**PERÚ****Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones**

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"  
"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

Viscosidad (KU)	80	90
Fineza (Escala Hegman)	3	-.-
Tiempo de Secado (No Pick Up), Minutos	-.-	10
Materia No Volátil (%)	73	-.-
Pigmento (%)	60	-.-
Sólidos en Volumen (%)	60	-.-
Resistencia a la abrasión (Litros de arena)	150	-.-
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.	
Factor de Luminancia ( $\beta$ )		
- Blanco	$\geq 0,85$	
- Amarillo	$\geq 0,40$	
Opacidad (Rc)		
- Blanco	$\geq 0,95$	
- Amarillo	$\geq 0,90$	
Sangrado	$\Delta\beta \leq 0,05$ y las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.	
Flexibilidad	La película de pintura no debe presentar agrietamiento, astillamiento, laminación o pérdida de adhesión, luego de ser doblada sobre un mandril a un diámetro de 12,7 mm (½ pulgada)	
Resistencia al Agua	La película de pintura no debe presentar: ablandamiento, ampollamiento, arrugamiento, pérdida de adhesión, cambio de color u otra evidencia de deterioro.	
Compuesto Orgánico Volátil (g/L)	-.-	150
Estabilidad al Congelamiento y el Deshielo (3 ciclos)	La pintura no debe mostrar coagulación o floculación, ni cambio en la viscosidad en más de 10 KU del valor indicado en esta Tabla.	

**Tabla N° 02**  
**Coordenadas Cromáticas de los Vértices del Polígono de Color**

	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Blanco	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375
Amarillo	0,560	0,440	0,490	0,510	0,420	0,440	0,460	0,400

**(b) Pintura Base Solvente**

Pintura lista para su uso en pavimentos asfálticos o de concreto hidráulico; cuya formulación debe obedecer los requerimientos que se hallan en la Tabla N° 03.

**LABORATORIO DEE**

**PERÚ****Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones**

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
 “Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

**Tabla N° 03**  
**Requerimientos de la Pintura Base Solvente**

Característica Evaluada	Requerimiento	
	Mínimo	Máximo
Densidad (g/mL)		
Blanco	1,40	.-
Amarillo	1,36	.-
Viscosidad (KU)		
Blanco	75	90
Amarillo	80	90
Fineza (Escala Hegman)	3	.-
Tiempo de Secado (No Pick Up), Minutos		10
Materia No Volátil (%)		
Blanco	71	.-
Amarillo	70	.-
Pigmento (%)		
Blanco	53	.-
Amarillo	50	.-
Resistencia a la abrasión (Litros de arena)	150	.-
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.	
Factor de Luminancia ( $\beta$ )		
- Blanco		$\geq 0,85$
- Amarillo		$\geq 0,40$
Opacidad (Rc)		
- Blanco		$\geq 0,95$
- Amarillo		$\geq 0,90$
Sangrado	$\Delta\beta \leq 0,05$ y las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.	
Flexibilidad	La película de pintura no debe presentar agrietamiento, astillamiento, laminación o pérdida de adhesión, luego de ser doblada sobre un mandril a un diámetro de 12,7 mm (½ pulgada)	
Resistencia al Agua	La película de pintura no debe presentar: ablandamiento, ampollamiento, arrugamiento, pérdida de adhesión, cambio de color u otra evidencia de deterioro.	
Compuesto Orgánico Volátil (g/L)	.-	150

**(c) Retrorreflectividad de las Pinturas para Demarcación**

**LABORATORIO****DEE**



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

La retrorreflectividad de las pinturas, con la finalidad de que la demarcación en el pavimento mejore su visibilidad durante las noches o bajo condiciones de oscuridad o neblina, se consigue por medio de la aplicación de esferas y/o microesferas de vidrio.

#### (d) Pinturas sin Características Retrorreflectivas

Estas corresponden a las pinturas base solvente y base agua, a las cuales no se les adiciona esferas y/o microesferas de vidrio.

### 1.02. Material Termoplástico

El material termoplástico es un material que puede ser aplicado en caliente sobre pavimento asfáltico o de concreto hidráulico, a base de resinas sintéticas que se suavizan al ser sometidas al calor y se endurecen cuando se enfrían, sin cambiar las propiedades inherentes del material.

El material termoplástico es una mezcla en proporciones convenientes de: aglutinantes, partículas granulares, pigmentos y sus agentes dispersores, esferas y/o microesferas de vidrio. El aglutinante debe estar constituido por resinas naturales y/o sintéticas y elementos plastificantes. Los pigmentos utilizados deben asegurar la calidad y resistencia a la luz y el calor, para evitar la alteración de la demarcación. El material termoplástico no debe contener plomo, mercurio, cadmio, cromo u otros metales pesados tóxicos, así como sustancias que puedan causar cáncer.

El material termoplástico debe cumplir con los requerimientos establecidos en la Tabla N° 04.

**Tabla N° 04**  
**Requerimientos del Material Termoplástico**

Característica Evaluada	Requerimiento
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.
Factor de Luminancia ( $\beta$ )	$\geq 0,80$ $\geq 0,40$
Resistencia al Agrietamiento a Bajas Temperaturas	Después de calentar el material durante 240 min. $\pm$ 5 min. a una temperatura de $218\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aplicar a un bloque de concreto y enfriar a $-9,4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el material no debe presentar grietas.
Resistencia al Impacto	Después de calentar el material durante 240 min. $\pm$ 5 min. a una temperatura de $218\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y formación de muestras de ensayo, la resistencia al impacto debe ser como mínimo de 1,13 J.
Punto de ablandamiento	Después de calentar el material durante 240 min. $\pm$ 5 min. a una temperatura de $218\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y ser ensayado, el material debe tener un punto de ablandamiento de $102,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
Resistencia al Flujo	< 20%, cuando es sometida a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.



LABORATORIO



DEE



Índice de Amarillez	El material de color blanco no debe exceder de un Índice de Amarillez de 0,12.
Estabilidad al Calor	Luego de ser ensayado, el factor de luminancia no debe variar en más de 0,05 respecto al valor original, y las coordenadas cromáticas deben permanecer dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.
Envejecimiento Artificial Acelerado	Luego de ser ensayado, el factor de luminancia no debe variar en más de 0,05 respecto al valor original, y las coordenadas cromáticas deben permanecer dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.
Vida en Almacenaje	El material debe cumplir los requerimientos anteriores y debe fundirse de manera uniforme sin evidencias de piel o partículas sin fundir por un periodo de un año. Cualquier material que dentro de este periodo no cumpla los requerimientos anteriores debe ser reemplazado por el Contratista.

### I.03 Material Plástico Preformado

El material plástico preformado está constituido, por una parte mineral inorgánica y otra parte orgánica, adecuadamente plastificadas con formas y dimensiones definidas en el proceso de fabricación, el cual es colocado sobre el pavimento mediante el empleo de algún producto adhesivo. Su aplicación es en frío y puede ser aplicado a pavimentos asfálticos o de concreto hidráulico.

El material plástico preformado retrorreflectivo tiene esferas y/o microesferas de vidrio perfectamente distribuidas y adheridas en su superficie, por lo que poseen valores de retrorreflectancia muy altos y duraderos.

#### (a) Clasificación

El material plástico preformado se clasifica según el nivel retrorreflectivo (I o II), según la clase de adherente que posee (1, 2 o 3) y el nivel de resistencia al deslizamiento (A o B). Ver Tabla N° 05.

**Tabla N° 05**  
**Clasificación del Material Plástico Preformado**

Niveles Retrorreflectivos	El material cuando nuevo, debe cumplir con los valores requeridos de la Tabla N° 07.
Clases de Adhesivo	Clase 1: Material sin adhesivo recubierto, para su aplicación con cemento de contacto líquido. Clase 2: Material con adhesivo recubierto sensible a la presión, para su aplicación con o sin adhesivo o imprimante para preparación de superficie. Clase 3: Material con adhesivo recubierto sensible a la presión, protegido y aislado con una cubierta fácilmente removible.





Nivel de Resistencia al Deslizamiento	Nivel de resistencia al deslizamiento A: Material que cuando nuevo, tiene un valor de resistencia al deslizamiento de al menos 45 SRT. Nivel de resistencia al deslizamiento B: Material que cuando nuevo, tiene un valor de resistencia al deslizamiento de al menos 55 SRT.
---------------------------------------	--

**(b) Requerimientos**

El material plástico preformado debe ser flexible y moldeable para adaptarse a la superficie del pavimento. Debe adherirse al pavimento asfáltico o de concreto hidráulico cuando se aplica de acuerdo a los procedimientos recomendados por el fabricante. El material plástico preformado asimismo, debe cumplir con los requerimientos establecidos en las Tablas N° 06, N° 07 y N° 08.

**Tabla N° 06  
 Requerimientos del Material Plástico Preformado**

Característica Evaluada	Requerimiento
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.
Factor de Luminancia ( $\beta$ )	$\geq 0,80$ $\geq 0,40$
Dimensiones	El material, en su forma de suministro, debe estar libre de grietas y tener bordes alineados, definidos y sin roturas. El ancho inicial del material no debe ser menor al ancho nominal (establecido), y no más grande de este ancho en 3 mm. La longitud del material no debe ser menor de la longitud establecida.
Retrorreflectancia	El material debe ser retrorreflectivo, fácilmente visible cuando es observado con los faros del automóvil durante la noche, y debe tener los valores de retrorreflectancia iniciales mínimos establecidos en la Tabla N° 07.
Adhesión	Una muestra de material, de 25,4 mm de ancho, aplicado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante debe tener los valores de adhesión mínimos mostrados en la Tabla N° 08.

**Tabla N° 07  
 Valores de Retrorreflectancia**

Angulo de Entrada	Angulo de Observación	Nivel	mcd lux <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup>	
			Blanco	Amarillo
88,76	1,05	I	500	300
		II	250	175





El valor de retrorreflectancia ( $R_L$ ) debe ser expresada en milicandelas por lux por metro cuadrado.

**Tabla N° 08**  
**Adhesión**

Temperatura de Aplicación, °C	Temperatura de Ensayo, °C	Adhesión Mínimo, N
10	10	4,88
24	24	4,88
46	46	4,88

#### I.04. Plástico en Frío de dos Componentes

Material que se presenta en dos componentes, los que deben mezclarse inmediatamente antes de su aplicación hasta conseguir una perfecta homogeneidad, ya que endurecen por reacción química entre ambos. El plástico en frío de dos componentes debe cumplir los requerimientos establecidos en la Tabla N° 09.

**Tabla N° 09**  
**Requerimientos del Plástico en Frío de dos Componentes**

Característica Evaluada	Requerimiento
Densidad Relativa	No debe variar en $\pm 2\%$ respecto al valor indicado por el fabricante para cada componente.
Tiempo de secado "No pick-up"	No debe ser superior a 30 min.
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.
Factor de Luminancia $\beta$	Blanca $\geq 0,80$ Amarilla $\geq 0,40$
Envejecimiento Artificial Acelerado	Luego de ser ensayado, la variación del factor de luminancia no debe ser superior a 0,05 respecto al valor original y las coordenadas cromáticas deben permanecer dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.

Para la realización de los diferentes ensayos, se debe preparar probetas de las características específicas para cada uno de ellos, realizando la aplicación con el rendimiento, tolerancia y método que indique el fabricante, teniendo en cuenta la textura y usos del material. El fabricante indicara asimismo la cantidad de muestra a preparar y las proporciones de cada componente.

#### I.05 Esferas y Microesferas de Vidrio





PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

Las esferas y microsferas de vidrio constituyen el material que aplicado a los materiales para demarcación producen su retrorreflectividad, por la incidencia de las luces de los vehículos, mejorando la visibilidad nocturna o condiciones de restricciones de iluminación como los producidos por agentes atmosféricos. Las esferas y microsferas pueden ser usadas tanto para la demarcación de carreteras así como zonas de aterrizaje (aeropuertos, aeródromos, etc.). La selección del tipo de esferas y/o microsferas de vidrio estará en función al tipo de material de demarcación empleado así como a su dosificación de aplicación.

Las esferas y microsferas de vidrio deben cumplir los requerimientos establecidos en las Tablas N° 10 y N° 11.

**Tabla N° 10**  
**Gradación de las Esferas y Microsferas de Vidrio**

Designación de Tamiz	Porcentaje de material que pasa						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Tamiz N° 8							100
Tamiz N° 10						100	95-100
Tamiz N° 12						95-100	80-95
Tamiz N° 14						80-95	10-40
Tamiz N° 16	100	100				10-40	0-5
Tamiz N° 18					100	0-5	0-2
Tamiz N° 20	95-100	95-100	100		90-100	0-2	
Tamiz N° 30	75-95	55-75	90-100		10-30		
Tamiz N° 40		15-35					
Tamiz N° 50	15-35	0-5	18-35	100	0-5		
Tamiz N° 70	0-5						
Tamiz N° 80	0-5		0-10	15-55			
Tamiz N° 100							
Tamiz N° 140			0-2				
Tamiz N° 200	0-5						
Tamiz N° 230				0-10			

Las microsferas tipo II, deben ser empleadas en aeropuertos en la zona de rodaje de los aviones; adicionalmente se recomienda su empleo en carreteras en zonas con alta incidencia de accidentes y zonas con presencia de neblinas.

**Tabla N° 11**  
**Requerimientos de las Esferas y Microsferas de Vidrio**

Característica Evaluada	Requerimiento
Densidad de Masa (g/cm <sup>3</sup> )	<u>Tipo I, III, IV, V, VI y VII:</u> 2,4 a 2,6 <u>Tipo II:</u> 4,0 a 4,5



LABORATORIO





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

Apariencia de Defectos	<p>En general: limpias, claras, redondas, incoloras y exentas de material extraño.</p> <p><u>Tipo I, II, III y IV</u> Un máximo del 3% podrán estar quebradas o contener partículas de vidrio sin fundir o elementos extraños. Un máximo de 20% podrán ser fragmentos ovoides deformados, bolsas gaseosas o con germinados.</p> <p><u>Tipo V</u> Un máximo del 1% podrán estar quebradas o contener partículas de vidrio sin fundir o elementos extraños. Un máximo de 10% podrán ser fragmentos ovoides deformados, bolsas gaseosas o con germinados.</p> <p><u>Tipo VI y VII</u> Un máximo del 1% podrán estar quebradas o contener partículas de vidrio sin fundir o elementos extraños. Un máximo de 15% podrán ser fragmentos ovoides deformados, bolsas gaseosas o con germinados.</p>
Índice de Refracción	<p><u>Tipo I, III, IV, V, VI y VII</u>: mínimo 1,50 <u>Tipo II</u>: mínimo 1,90</p>
Resistencia a los Ácidos	No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañados.
Resistencia a la Solución de Cloruro Cálcico	No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.
Resistencia a la Solución de Sulfato de Sodio	No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.
Contenido de Metales Pesados	No deben contener más de 75 ppm (total) de arsénico, 200 ppm (total) de antimonio y no más de 200 ppm (total) de plomo.

En el caso de que las esferas o microesferas de vidrio presenten algún tipo de recubrimiento especial, se debe verificar la presencia de este recubrimiento.

## REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

### II. Requerimientos Generales

#### II.01. Criterios de Selección

Para determinar el tipo de material a emplear en obra, se debe tener en cuenta factores como: zona de trabajo, tiempo de ejecución, temperatura del ambiente, temperatura de rocío, temperatura del pavimento, tiempo de apertura del tránsito de la carretera, humedad relativa y otros de relevancia, tales como situación de la marca vial, textura superficial del pavimento, tipo de vía y ancho de calzada, IMD, etc.

Tener en cuenta, que los valores y/o márgenes de tolerancia indicados en esta especificación, no son requerimientos de carácter puntual, sino los mínimos exigidos, por lo cual se debe tener en cuenta este aspecto al momento de seleccionar los materiales para demarcación. Se recomienda evitar el uso de materiales que presenten valores y/o márgenes de tolerancia cercanos a los límites requeridos ya que estos podrían verse afectados por agentes o factores diversos. Para el fin anterior, un informe de ensayos de



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

laboratorio con la evaluación de los materiales para demarcación, que acredite y asegure resultados confiables e imparciales debe ser exigencia a todos los proveedores de materiales para demarcación ya sean elaborados en el país o importados.

## II.02. Informe de Programa de Trabajo

El Contratista debe presentar previo a la iniciación del trabajo de demarcación un informe que indique detalladamente su programa a seguir en la ejecución de éste, incluyendo pero no limitado a los siguientes puntos:

- Fecha de entrega de la totalidad o parcialidad de los materiales,
- Lugar de almacenamiento de los materiales, y
- Fecha de aplicación de los materiales.

## II.03. Señalización y Seguridad de las Obras

Previo a todo trabajo de demarcación, el Contratista debe adoptar todas las medidas de seguridad y protección, del personal, del área de trabajo además del tránsito pasante, durante el periodo de aplicación de la demarcación y durante el periodo de secado de las demarcaciones en el pavimento recién aplicadas; medidas que deberán ser aprobadas por el Responsable de Obra y estar de acuerdo con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Las medidas adoptadas implicaran que el Contratista deba instalar la señalización de seguridad de acuerdo a los planos del proyecto, y el empleo de elementos necesarios de protección tales como banderilleros, cintas de señalización, letreros, etc., los cuales deben estar ubicados a distancias adecuadas que permitan garantizar condiciones de seguridad optimas.

Todo el personal que participe en los trabajos de demarcación debe vestir chalecos de seguridad vial así como de todo el equipo de protección personal (mascarilla, guantes, gafas, etc.) necesario y específico para la labor que realice. Los vehículos y equipos utilizados en la ejecución de los trabajos deben poseer luces de seguridad que deben mantenerse encendidas durante todo el periodo que demande los trabajos.

El Contratista debe contar con un manual técnico de los materiales a emplear relacionado a seguridad y salud, el cual debe ser fácilmente accesible en el área de trabajo, documento que incluirá la siguiente información:

- Identificación de los materiales y del responsable de su comercialización,
- Información relativa al transporte de los materiales,
- Composición e información sobre los componentes de los materiales,
- Propiedades físico-químicas, estabilidad y reactividad de los materiales,
- Información toxicológica, información ecológica y consideraciones relativas a la eliminación de los materiales,
- Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental, manipulación, aplicación y almacenamiento de los materiales, así como los controles de exposición y protección individual,
- Identificación de los peligros, primeros auxilios, medidas de lucha contra incendios de ser el caso, y
- Otra información relevante.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

El Contratista debe asegurarse de que todo su personal tiene conocimiento de los aspectos de seguridad y salud antes señalados; así mismo, una charla de inducción relacionada a este punto debe ser impartida a todo el personal antes del inicio de los trabajos de demarcación, la misma que deberá estar evidenciada documentalmente.

#### **II.04. Control Previo de los Materiales**

Antes de la ejecución de los trabajos de demarcación, se debe verificar la calidad de los materiales para demarcación a emplearse, para ello se tomarán muestras representativas de cada lote de los materiales para demarcación, tanto de los ya existentes en obra así como aquellos que se incorporen a ésta, a fin de verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en esta especificación para cada material. La cantidad de muestra debe permitir la ejecución de todas las evaluaciones requeridas.

La operación de muestreo debe ser efectuada por personal con conocimiento en la manipulación de materiales para demarcación, de tal manera que se brinde la confiabilidad, tanto a los proveedores de los materiales así como al Responsable de Obra, y evitar reclamos posteriores atribuibles a una mala práctica o al personal que ejecuta el muestreo.

Las muestras deben ser enviadas para su evaluación bajo mecanismos que aseguren la conservación de sus propiedades (empaquete adecuado de los envases con las muestras a analizar), así como evitar el deterioro de los envases en el transcurso del mismo (transporte que garantice la inalterabilidad de las muestras así como cualquier daño de los recipientes).

La ejecución de los trabajos de demarcación no debe ser permitida hasta que el material muestreado en obra haya sido aprobado por el Responsable de Obra, luego de evaluar los resultados del informe de ensayos de laboratorio, resultados que deberán evidenciar cumplimiento con los requerimientos establecidos en esta especificación.

#### **II.05. Empaque y Almacenamiento de Materiales**

Los envases de los materiales se encontraran en buen estado, no serán reactivos con el material contenido, deben estar bien cerrados y serán de fácil y rápida apertura. Los envases de los materiales deben contener la información necesaria, por ejemplo mediante una etiqueta; información que en función a la naturaleza del material contenido incluirá: la denominación exacta del material, color, cantidad, fecha de fabricación, número de lote, pictogramas de seguridad, frases R (riesgos específicos), frases S (consejos de prudencia), nombre y dirección del fabricante.

Tener en cuenta que todos los materiales y sus componentes deben ser protegidos adecuadamente de toda forma de daños todo el tiempo. Todos los materiales deben ser almacenados en espacios cerrados a un rango de temperatura recomendado por el fabricante del material. Condiciones de almacenaje inapropiados pueden causar el rechazo del material almacenado.

#### **II.06. Preparación de la Superficie**



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

Antes de efectuar los trabajos de demarcación se debe realizar una inspección del pavimento a fin de comprobar su estado superficial y detectar posibles defectos existentes.

Se debe llevar a cabo una limpieza superficial adecuada, para eliminar la suciedad y aquellos elementos que puedan influir negativamente en la calidad y durabilidad de la demarcación. La superficie del pavimento que va a ser demarcada debe estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento. Los elementos cementantes que impidan la adherencia deben ser retirados mediante el lavado de la superficie. Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se corregirán los primeros y se rellenarán los segundos con materiales de la misma naturaleza que los de aquella.

La demarcación que se aplique debe ser compatible con el sustrato (pavimento o demarcación antigua); en caso contrario, debe efectuarse el tratamiento superficial más adecuado (borrado de la marca existente, aplicación de un imprimante, etc.) que asegure una buena adherencia sin que el pavimento sufra daño alguno. Se debe contar con la información del fabricante del material sobre la compatibilidad del material nuevo con relación al existente. Siempre se debe exigir los chequeos y garantías de compatibilidad.

Cuando sea necesario, la eliminación de la demarcación antigua, queda expresamente prohibido el empleo de decapantes así como procedimientos térmicos. Utilizar un medio que garantice el no deterioro del pavimento, tal como la técnica de borrado mediante chorro de agua a alta presión.

Si la demarcación va a ser efectuada sobre pavimentos nuevos se recomienda un tiempo de cura de como mínimo un mes. El Responsable de Obra debe definir el método de demarcación temporal para garantizar la seguridad de la vía durante el periodo mes de curado del pavimento.

#### **II.07. Premarcado**

Con anterioridad a la aplicación de la demarcación, el Contratista debe efectuar un cuidadoso replanteo de ellas, que garantice una perfecta terminación. Para ello, cuando no exista ningún tipo de referencia adecuado, se colocaran en el eje de la demarcación o en su línea de referencia, círculos de no más de 30 mm de diámetro, pintados con el mismo color que se utilizará en la demarcación definitiva, separados entre sí por una distancia no superior a 5 m en curva y 10 m en recta. En casos especiales en que se requiera mayor precisión, utilizar premarcados cada 50 cm.

Las marcas guías para demarcación deben ser realizadas empleando equipos de topografía.

#### **II.08. Limitaciones Climáticas**

La aplicación debe efectuarse, cuando la temperatura del sustrato (pavimento o demarcación antigua) supere al menos en 3 °C al punto de rocío.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

La aplicación no podrá llevarse a cabo en instantes de lluvia, si el pavimento está húmedo, la temperatura ambiente no esté comprendida entre 5 °C y 40 °C, o si la velocidad del viento fuera superior a 25 km/h.

Además, el Contratista debe contar con la información del fabricante del material, sobre las condiciones climáticas necesarias para su aplicación, a fin de garantizar la calidad y funcionalidad del mismo.

## **II.09. Aplicación**

Una vez ejecutadas todas las operaciones anteriores, proceder con la aplicación del material de forma tal que se asegure una correcta dosificación, una homogeneidad longitudinal y transversal, y un perfilado de líneas, de tal manera que no haya exceso ni deficiencias en ningún punto. No se admitirán diferencias de tonalidades dentro de un mismo tramo.

El Contratista debe efectuar la aplicación del material de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante y lo establecido en esta especificación, los cuales se deberán proporcionar al Responsable de Obra antes de comenzar los trabajos de demarcación.

Toda demarcación que no resulte satisfactoria en cuanto a color, acabado, geometría, espesor seco, alineamiento longitudinal, adherencia y retrorreflectancia, debe ser corregida o removida por el Contratista mediante un procedimiento satisfactorio para el Responsable de Obra, el cual no afecte la integridad del pavimento, como por ejemplo mediante chorro de agua a alta presión; además el costo de esta labor será asumido por el Contratista. En ningún caso se debe utilizar pintura para demarcación de color negro para el fin anterior. Igual tratamiento se debe dar a toda demarcación colocada en desacuerdo con los planos o las instrucciones del Responsable de Obra y que, a juicio de éste, pueda generar confusión o inseguridad a los usuarios de la vía.

Cualquier salpicadura, mancha o trazo de prueba producido durante la demarcación, debe ser removido por el Contratista.

El Contratista debe disponer de los envases vacíos de materiales usados en una forma ecológicamente responsable.

## **II.10. Control de Obra**

Durante la ejecución de los trabajos de demarcación del pavimento efectuar los siguientes controles:

### **(a) Antes de la Aplicación**

- Inspección visual de la superficie del pavimento que va a recibir la demarcación.
- Limpieza de la superficie del pavimento que va a recibir la demarcación.
- Control de la localización del diseño (localización del eje de vía, localización de líneas laterales, definición de zonas con o sin restricción de adelantamiento para vías ya existentes, definición de zonas con o sin restricción de adelantamiento para proyectos nuevos)



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

- Control de los materiales de demarcación (chequeo de las hojas técnicas de los materiales con respecto a lo indicado en esta especificación, verificación de la fecha de fabricación del material, chequeo de la homogenización de la pintura, si se adiciona un diluyente a la pintura (la proporción), chequeo durante el tanqueo.
- Verificación de la existencia de la señalización temporal mínima.

#### **(b) Durante la Aplicación**

- Control de la velocidad de aplicación de la maquina delineadora: Fecha y hora de aplicación.
- Control de la geometría de la demarcación: tipo de demarcación, tramo, abscisa inicial y final, dimensiones de la demarcación.
- Control del consumo de materiales: tipo y cantidad de materiales consumidos, cantidad de metros cuadrados (m<sup>2</sup>)
- Control de las condiciones ambientales: temperatura del pavimento, temperatura ambiente, humedad relativa y punto de rocío (tomadas cada hora)

#### **(c) Después de la Aplicación**

- Control de la geometría de la demarcación
- Requerimientos básicos

Los ensayos correspondientes a los requerimientos básicos, deben ser realizados dentro de las ciento veinte horas siguientes a la aplicación de la demarcación y cuando la película esté completamente seca y limpia. En el caso de la Opacidad (Rc), de no registrarse el valor mínimo requerido, existe la alternativa de aplicar un color negro como fondo de la demarcación requerida, el que deberá exceder de esta ultima en al menos 5 cm en todo su contorno. El valor de retrorreflectancia obtenido debe ser reportado en el informe de ensayos como:  $X \pm U$ , donde X es el valor de retrorreflectancia obtenido y U la incertidumbre asociada al valor obtenido. Para efectuar los ensayos correspondientes a los requerimientos básicos se debe emplear equipos con certificados de calibración vigentes (calibración anual)

### **II.11. Dimensiones**

La demarcación aplicada sobre el pavimento debe ser lo suficientemente visible para que un conductor pueda maniobrar el vehículo con un determinado tiempo de previsualización.

Las dimensiones de línea a aplicar al pavimento, así como de las flechas y las letras deben estar conforme a lo dispuesto por el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y/o lo indicado en los planos.

### **III. Requerimientos Específicos**

Adicionalmente a los señalados en la Sección II se debe seguir los siguientes requerimientos específicos:



ABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

### **III.01. Pintura para Demarcación**

#### **(a) Preparación de la Superficie**

La pintura se debe aplicar sobre superficies rugosas que faciliten su adherencia; por lo tanto, aquellas superficies excesivamente lisas de pavimentos asfálticos o de concreto hidráulico se deben tratar previamente mediante frotamiento en seco con piedra abrasiva de arenilla gruesa o solución de ácido clorhídrico al 5%, seguida de posterior lavado con agua limpia.

En ningún caso se debe aplicar sobre superficies de pavimento asfáltico o de concreto hidráulico que presenten eflorescencias, para eliminarlas una vez determinadas y corregidas las causas que las producen, se debe humedecer con agua las zonas con eflorescencias que deban limpiarse; a continuación aplicar con una brocha una solución de ácido clorhídrico al 20%; pasados 5 minutos frotar con un cepillo de cerdas de acero; a continuación lavar con bastante agua para remover el ácido.

Antes de proceder a aplicar pintura sobre superficies de pavimento asfáltico o de concreto hidráulico, comprobar que se hallan completamente secas y que no presentan reacción alcalina.

Si la pintura va a ser aplicada sobre superficies previamente pintadas, el Contratista debe proponer el tipo de tratamiento que ejecutará sobre ellas, para garantizar la adherencia con el material nuevo. No se debe utilizar pintura de color negro para el fin anterior. Si es necesario retirar la pintura antigua, ésta debe ser eliminada mediante chorro de agua a alta presión y limpiándose a continuación la pintura desprendida; procedimiento que debe ser aprobado por el Responsable de Obra.

#### **(b) Control previo del material**

Para efectos del control previo de la pintura, cuando el acopio sometido a evaluación consta de una serie de envases de pintura, constituido por envases de 18,925 litros (5 galones), que pertenecen a un mismo lote, el número de envases a tomar para evaluación será el 1%. En cualquier caso, no más de 5 envases serán seleccionados para su evaluación. Se entiende como lote, a una cantidad de envases con una misma identificación (número de lote, código de producción, fecha de fabricación, etc.)

Para presentaciones de envases con capacidades mayores a las indicadas anteriormente, una muestra representativa de 18,925 litros (5 galones) por cada 1892,5 litros (500 galones) o menos, deberá ser muestreada.

De efectuarse el muestreo de la pintura, la muestra debe ser llenada en envases limpios; de acero inoxidable, lleno hasta un 95% de su capacidad total; cerrada herméticamente y debidamente etiquetado. La cantidad de muestra debe permitir la evaluación de todos los parámetros requeridos en la presente especificación.

Puede alternativamente evaluarse la propiedad de resistencia a la abrasión de la pintura para demarcación mediante el abrasímetro Taber en lugar del abrasímetro de caída de arena, en este caso la probeta evaluada con el abrasímetro Taber, con ruedas calibradas



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

tipo CS-10, un peso de 500 g y 1000 ciclos, no debe producir una pérdida en peso mayor de 50 mg.

Para la determinación del contenido de compuesto orgánico volátil (COV) presente en la pintura, el agua y los compuestos volátiles exentos, como la acetona, quedan excluidos del cálculo final de COV.

### (c) Dosificación

La dosificación mínima de los materiales a utilizar es: 720 g/m<sup>2</sup> de pintura, 480 g/m<sup>2</sup> de esferas y/o microesferas de vidrio por sembrado, y 180 g/m<sup>2</sup> de esferas y/o microesferas de vidrio de premezclado.

Para situaciones en las cuales se requiera un mayor espesor de la demarcación, por ejemplo en áreas con alto desgaste de la demarcación, ésta debe tener un espesor mínimo de película seca de 381 micras (15 mils) y un espesor mínimo de película húmeda de 635 micras (25 mils).

### (d) Equipo

Las marcas se tienen que aplicar mediante métodos aceptables por el Responsable de Obra.

La máquina de pintar, a fin de asegurar una demarcación homogénea y cumplir con las dimensiones estipuladas en el proyecto, debe cumplir los requisitos mínimos siguientes:

- Ser del tipo rociador, que pueda aplicar la pintura en forma satisfactoria bajo presión con una alimentación uniforme.
- Cada depósito de pintura tiene que estar equipado con un agitador mecánico o manual.
- Cada boquilla tiene que estar equipada con válvulas de cierre adecuadas que aplicarán líneas continuas o segmentadas automáticamente.
- Cada boquilla debe tener un dispensador automático de esferas y/o microesferas de vidrio que funcionará simultáneamente con la boquilla rociadora y distribuirá las esferas y/o microesferas en forma uniforme a la velocidad especificada.
- Cada boquilla tiene que también estar equipada con cubiertas metálicas de jebe para protegerlas del viento.

### (e) Aplicación

La pintura para demarcación tiene que ser mezclada bien antes de su uso y debe ser aplicada y curada de acuerdo a las prácticas y condiciones climáticas recomendadas por el fabricante de la pintura.

Únicamente podrán ser usados los tipos de diluyentes recomendados por el fabricante de la pintura. Es admisible un máximo de tres por ciento en volumen, para permitir un fácil fluido de la pintura por las pistolas de aplicación. La adición de diluyente, no debe dar lugar a una mezcla final de pintura que exceda los límites de Contenido de Compuesto Orgánico Volátil establecidos en las Tablas N° 01 y N° 02.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

La pintura debe aplicarse de manera homogénea y de tal manera, que no haya exceso ni deficiencia en ningún punto, formando una película uniforme sin arrugas, ampollas ni bolsas de aire.

Como alternativa, en el caso de que un pavimento nuevo (menor de un mes de aplicado) quiera ser señalizado, debe efectuarse dos aplicaciones de pintura para demarcación. La primera aplicación debe tener un espesor mínimo de película seca de 101,6 micras (4 mils) sin adición de esferas y/o microesferas de vidrio, por tanto no debe medirse la retrorreflectancia. La segunda aplicación se realizará posteriormente, de acuerdo al periodo de tiempo recomendado por el fabricante de la pintura, y se hará con adición de esferas y/o microesferas de vidrio, con la dosificación de materiales requeridos en ésta especificación, aplicación a la cual sí se medirá la retrorreflectancia. El Responsable de Obra puede definir el método de señalización para garantizar la seguridad de la vía durante el periodo de curado del pavimento.

En el caso de pavimentos con tratamiento superficial (pavimentos abiertos), por presentar una superficie irregular, rugosa y/o porosa, se debe efectuar dos aplicaciones de pintura para demarcación. La primera aplicación, sin adición de esferas y/o microesferas de vidrio, debe efectuarse hasta lograr una superficie lo suficientemente plana cuando esté completamente seca, de tal manera que con la segunda aplicación se obtenga los niveles de retrorreflectancia señalados en esta especificación. La segunda aplicación se hará con adición de esferas y/o microesferas de vidrio, al espesor de película y con la dosificación de materiales requeridos en esta especificación.

El uso de la pintura para demarcación base solvente estará supeditada únicamente en aquellos casos, en los cuales el Contratista demuestre que el uso de los demás materiales para demarcación no pueden ser empleados.

### **III.02. Material Termoplástico**

#### **(a) Preparación de la superficie**

La superficie del pavimento debe estar libre de polvo y barro seco adherido, impurezas, restos irregulares o sueltos de material termoplástico u otros materiales empleados para demarcación, combustibles, aceites, grasas y demás sustancias nocivas, debiéndose eliminar todos los restos de materiales indicados precedentemente, por los medios más eficientes para ese fin.

El Responsable de Obra, a su criterio, debe fijar el método a emplear para eliminar demarcaciones anteriores. Se recomienda para este fin, el método mediante chorro de agua a alta presión.

No se debe aplicar material termoplástico cuando exista humedad presente sobre la superficie del pavimento. Para determinar la presencia de humedad colocar sobre la superficie del pavimento un pliego de plástico (polietileno) delgado de 900 cm<sup>2</sup> y pegarlo con cinta de enmascarar, teniendo cuidado de sellar todos los bordes. Después de 1 hora, examinar la presencia de agua condensada sobre el plástico y la superficie del pavimento. Si se detecta la presencia de agua condensada no se debe aplicar el material termoplástico.



ABORATORIO



DEE

Para la aplicación del material termoplástico sobre pavimentos asfálticos y de concreto hidráulico, en caso sea necesario y por recomendación del fabricante del material, la superficie de los mismos deben ser tratadas previamente con un imprimador adecuado que asegure la adherencia del material termoplástico, sólo si lo recomienda el fabricante del material. El imprimador debe ser provisto por el Contratista, el mismo que debe ser sugerido por el fabricante del material termoplástico.

La aplicación del imprimador sobre la superficie debe hacerse con un sobrecancho de 5 cm superior al establecido para la demarcación con material termoplástico, debiendo quedar este excedente por partes iguales a ambos lados de la franja demarcada.

La aplicación del material termoplástico sobre la superficie imprimada debe hacerse antes de que ésta se ensucie, para lo cual el imprimante deberá secar rápidamente, de forma tal que permita aplicar el material termoplástico en un plazo máximo de 30 min.

#### **(b) Control previo del material**

Para efectos del control previo del material termoplástico, cuando el acopio sometido a evaluación consta de una serie de sacos del material termoplástico, constituido por sacos de 25 kg, que pertenecen a un mismo lote, el número de sacos a tomar para evaluación será el 1%. En cualquier caso, no más de 5 sacos serán seleccionados para su evaluación. Se entiende como lote, a una cantidad de sacos con una misma identificación (número de lote, código de producción, fecha de producción, etc.)

#### **(c) Dosificación**

La dosificación mínima de los materiales a utilizar es:

Por el método de extrusión: 6000 g/m<sup>2</sup> de material termoplástico, 1100 g/m<sup>2</sup> de esferas y/o microesferas de premezclado y 600 g/m<sup>2</sup> de esferas y/o microesferas por sembrado.

Por el método de pulverización: 3000 g/m<sup>2</sup> de material termoplástico, 1100 g/m<sup>2</sup> de esferas y/o microesferas de premezclado y 600 g/m<sup>2</sup> de esferas y/o microesferas por sembrado.

#### **(d) Equipo**

El material termoplástico debe ser aplicado con equipos por extrusión o pulverización, longitudinalmente a lo largo de la vía, de tal forma que la demarcación resulte perfectamente paralela, de ancho y espesor uniforme y con las tolerancias exigidas.

El equipo de aplicación de material termoplástico debe tener controladores de temperatura y humedad relativa respectivamente, así como un sistema de agitación.

El equipo y método a utilizarse, permitirá interrumpir la aplicación del material termoplástico donde corresponda en forma neta y sin corrimientos del mismo.

#### **(e) Aplicación**





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

No se debe aplicar material termoplástico bajo condiciones de lluvia ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a 12 °C o la temperatura del pavimento sea inferior a 9 °C. Durante el calentamiento del material, nunca se deberá exceder los 232 °C. El material se podrá recalentar máximo 3 veces. Nunca se debe mantener el material termoplástico por encima de 204 °C durante más de 6 horas. Controlar en todo momento el cumplimiento de las recomendaciones del fabricante del material termoplástico respecto a temperaturas.

El material termoplástico debe aplicarse de manera homogénea, de tal forma que no haya excesos ni deficiencias en ningún punto, formando una película uniforme sin arrugas, ampollas, ni bolsas de aire. El material termoplástico debe ser colocado en una sola aplicación.

El material termoplástico puede también ser utilizado como demarcación sonora, la misma que es una variante de la demarcación con material termoplástico a un sólo espesor, a la cual a distancias definidas (por ejemplo cada 0,70 m) se le permite formar un perfil con un espesor de 5 mm a 10 mm de alto, del mismo ancho de la demarcación y de 5 cm a 6 cm de largo en la dirección del tránsito. El fin de este tipo de demarcación es obtener una demarcación de gran durabilidad, gran visibilidad nocturna aún bajo lluvia y que en días de niebla cuando la visión es prácticamente nula permite al conductor circular en forma segura en el carril ya que si el vehículo se monta en la marca se percibirá una pequeña vibración, y un efecto sonoro adicional.

### **III.03. Material Plástico Preformado**

#### **(a) Preparación de la superficie**

La superficie del pavimento debe estar libre de polvo, gasolina, grasa y otras sustancias que puedan influir negativamente en la adhesión del material. Limpiar la superficie del pavimento usando un cepillo o aire a alta presión que eliminen partículas sueltas que puedan reducir la adhesión de la cinta.

No se debe aplicar material plástico preformado cuando exista humedad presente sobre la superficie del pavimento. Para determinar la presencia de humedad colocar sobre la superficie del pavimento un pliego de plástico (polietileno) delgado de 900 cm<sup>2</sup> y pegarlo con cinta de enmascarar, teniendo cuidado de sellar todos los bordes. Después de 1 hora, examinar la presencia de agua condensada sobre el plástico y la superficie del pavimento. Si se detecta la presencia de agua condensada no se debe aplicar el material preformado.

En el caso de que el material plástico preformado requiera la aplicación previa de un material adhesivo de preparación de superficie, a la superficie limpia y seca del pavimento, el material adhesivo a emplear debe ser recomendado por el fabricante del material plástico preformado. La película de material adhesivo debe ser aplicada en forma uniforme y al espesor recomendado por el fabricante del material plástico preformado. La aplicación del material adhesivo sobre la superficie del pavimento debe hacerse con un sobrecancho de 5 cm superior a la establecida para la demarcación con material plástico preformado, debiendo quedar este excedente por partes iguales a ambos lados de la franja demarcada.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

Antes de aplicar el material plástico preformado, la película de material adhesivo debe estar totalmente seca. Es fundamental que la película de material adhesivo esté completamente seca para asegurar la correcta adhesión y prevenir que el material plástico preformado se deslice después de la aplicación.

#### **(b) Control previo del material**

Para efectos del control previo del material plástico preformado, cuando el acopio sometido a evaluación consta de una serie de rollos de material plástico preformado, que pertenecen a un mismo lote, el número de rollos a tomar para evaluación será el 1%. En cualquier caso, no más de 5 rollos serán seleccionados para su evaluación. Se entiende como lote, a una cantidad de rollos con una misma identificación (número de lote, código de producción, fecha de fabricación, etc.)

#### **(c) Dosificación**

El material plástico preformado es suministrado listo para su empleo. En el caso de ser necesario el empleo de un material adhesivo de preparación de superficie para su aplicación, este debe ser recomendado por el fabricante del material.

#### **(d) Equipo**

El material plástico preformado debe ser aplicado mediante equipos de aplicación manual o motorizada. Alternativamente en casos puntuales, el material plástico preformado puede ser aplicado manualmente. No obstante, todas las aplicaciones de gran extensión deben realizarse usando el equipo adecuado de aplicación a fin obtener los mejores resultados y productividad. Asimismo es necesario el empleo de un rodillo (apisonador) a fin de ejercer la presión necesaria del material plástico preformado a la superficie del pavimento para efectos de una mejor adhesión entre estos.

#### **(e) Aplicación**

No se debe aplicar el material plástico preformado bajo condiciones de lluvia y sólo se podrá aplicar 48 horas después que la lluvia haya cesado (para demarcación temporal 24 horas sin llover). La temperatura ambiente debe ser mayor o igual de 15 °C y la temperatura del pavimento debe ser mayor a 10 °C. La humedad relativa del aire debe ser inferior al 80%.

La demarcación tiene que proporcionar una marca clara, duradera, resistente a la exposición a la intemperie, y no tiene que mostrar signos perceptibles de decoloración, desprendimientos, encogimiento, ruptura, enrollamiento y otros signos de adhesión deficiente.

### **III.04. Plástico en Frío de Dos Componentes**

#### **(a) Preparación de la superficie**

La superficie del pavimento debe limpiarse rigurosamente antes de la aplicación del plástico en frío de dos componentes para dejarla completamente limpia, seca, libre de



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

partículas sueltas, grasas y otros contaminantes, que puedan impedir la correcta adherencia entre el plástico en frío de dos componentes y el pavimento.

No se debe aplicar el plástico en frío de dos componentes cuando exista humedad presente sobre la superficie del pavimento. Para determinar la presencia de humedad colocar sobre la superficie del pavimento un pliego de plástico (polietileno) delgado de  $900 \text{ cm}^2$  y pegarlo con cinta de enmascarar, teniendo cuidado de sellar todos los bordes. Después de 1 hora, examinar la presencia de agua condensada sobre el plástico y la superficie del pavimento. Si se detecta la presencia de agua condensada no se debe aplicar el plástico en frío de dos componentes.

#### **(b) Control previo del material**

Para efectos del control previo del plástico en frío de dos componentes, cuando el acopio sometido a evaluación consta de una serie de envases (de cada componente) del plástico en frío de dos componentes, que pertenecen a un mismo lote, el número de envases a tomar para evaluación será el 1%. En cualquier caso, no más de 5 envases (de cada componente) serán seleccionados para su evaluación. Se entiende como lote, a una cantidad de envases con una misma identificación (número de lote, código de producción, fecha de fabricación, etc.)

#### **(c) Dosificación**

La dosificación mínima de los materiales a utilizar es:

Por el método de extrusión:  $3700 \text{ g/m}^2$  de plástico en frío de dos componentes y  $600 \text{ g/m}^2$  de esferas y/o microesferas por sembrado.

Por el método de pulverización:  $1200 \text{ g/m}^2$  de plástico en frío de dos componentes y  $600 \text{ g/m}^2$  de esferas y/o microesferas por sembrado.

#### **(d) Equipo**

El plástico en frío de dos componentes debe ser aplicado con equipos por extrusión o pulverización, longitudinalmente a lo largo de la vía, de tal forma que la demarcación resulte perfectamente paralela, de ancho y espesor uniforme y con las tolerancias exigidas.

#### **(e) Aplicación**

La relación de mezcla y los componentes del plástico en frío de dos componentes deben ser ajustados de acuerdo al método de aplicación que se vaya a utilizar. En general, por ningún motivo la mezcla obtenida debe ser diluida para su aplicación, cualquier diluyente que se agregue podría arruinarla por completo

El plástico en frío de dos componentes no debe ser aplicado cuando la temperatura del pavimento sea inferior a  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  ni superior a  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , ni cuando la humedad relativa sea superior al 85%.

### **III.05. Esferas y Microesferas de vidrio**



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

#### (a) Control previo del material empleado

Para efectos del control previo de las esferas y microesferas de vidrio, cuando el acopio sometido a evaluación consta de una serie de sacos de esferas y microesferas de vidrio, constituido por sacos de 25 kg, que pertenecen a un mismo lote, el número de sacos a tomar para evaluación será el 1%. En cualquier caso, no más de 5 sacos serán seleccionados para su evaluación. Se entiende como lote, a una cantidad de sacos con una misma identificación (número de lote, código de producción, fecha de fabricación, etc.)

Para presentaciones de envases con capacidades mayores a las indicadas anteriormente, una muestra representativa de 25 kg por cada 2500 kg o menos debe ser muestreada.

De efectuarse el muestreo de las esferas y microesferas de vidrio, la muestra debe ser llenada en envases limpios y resistentes, que aseguren la impermeabilidad a la humedad así como otros daños, cerrado herméticamente y debidamente etiquetado. La cantidad de muestra debe permitir la evaluación de todos los parámetros requeridos en la presente especificación.

#### (b) Aplicación

Para obtener el mejor rendimiento de las esferas y microesferas de vidrio en cuanto a retrorreflectancia, estas deben estar convenientemente embebidas en el material para demarcación (la máxima retrorreflectividad se obtiene cuando el 60% de la esfera y/o microesfera de vidrio se encuentra embebida en el material).

Algunas variables a tener en cuenta para obtener una mejor aplicación de las esferas y microesferas de vidrio, son las referidas a su esfericidad, su granulometría, su recubrimiento especial, tipo de sustrato, tipo de material de demarcación, tasa de aplicación, temperatura de aplicación, grado de embebido, espesor de la película, experiencia de los aplicadores, tránsito de vehículos.

Las esferas y microesferas de vidrio pueden ser aplicadas mediante los siguientes procedimientos:

- **Por Aspersión:** Las esferas y/o microesferas de vidrio deben ser esparcidas en la superficie de la señalización a través de dispositivos neumáticos (a presión) sea a presión directa ó por succión. El esparcido de las esferas y/o microesferas de vidrio debe realizarse a través de dos boquillas inyectoras de material, los cuales deben estar alineados y distanciados apropiadamente, para garantizar la aplicación, uniformidad de distribución y anclaje de las esferas y/o microesferas de vidrio.
- **Por Gravedad:** Las esferas y/o microesferas de vidrio deben ser transferidas del depósito de almacenaje de las máquinas o carros manuales, a través de su propio peso y deben ser esparcidas en la superficie de la señalización a través de dispositivos adecuados. Las esferas y/o microesferas de vidrio deben ser aplicadas inmediatamente después de la aplicación del material para garantizar el perfecto anclaje de las mismas.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

- **Por Doble Aspersión:** Procedimiento complementario al de aplicación por aspersión, que presenta una mejora efectiva, en términos de uniformidad en la distribución de las esferas y/o microesferas de vidrio, la retrorreflectividad inicial y el desempeño de los sistemas de demarcación. El equipo para este fin, debe estar compuesto, de dos sistemas de distribución de esferas o microesferas de vidrio, dos reservorios de esferas o microesferas de vidrio, ductos alimentadores y dos esparcidores. Este procedimiento consiste en aplicar las esferas y microesferas de vidrio en dos tiempos, primero a través de un primer esparcidor situado en una posición más próxima a la pistola de aplicación, y otro segundo esparcidor un poco más distante. Tanto la pistola de aplicación como los esparcidores deberán mantenerse siempre alineados para garantizar la uniformidad de la demarcación.

En el caso de la pintura para demarcación, se recomienda que para pinturas base agua se emplee esferas y microesferas de vidrio con un recubrimiento dual que brinde a éstas las propiedades de resistencia a la humedad y mejora de la adherencia, y en el caso de las pinturas base solvente, se emplee esferas y microesferas con un recubrimiento que mejore la adherencia.

#### IV. Requisitos Básicos de la Demarcación

Durante el periodo de garantía, a fin de brindar una máxima visibilidad, tanto de día como de noche y en cualquier situación, el Contratista debe evidenciar y acreditar mediante informes de ensayos que la demarcación aplicada cumple con los siguientes requerimientos:

##### (a) Retrorreflectancia

###### Retrorreflectancia Inicial

El coeficiente mínimo de retrorreflectancia (geometría de 30 m) inicial, para la demarcación de color blanco y amarillo, debe ser respectivamente de  $230 \text{ mcd.lx}^{-1}\text{m}^{-2}$  y  $175 \text{ mcd.lx}^{-1}\text{m}^{-2}$ .

###### Retrorreflectancia para Repintado

Si el coeficiente de retrorreflectancia (geometría de 30 m), corresponde a un valor menor o igual a  $80 \text{ mcd.lx}^{-1}\text{m}^{-2}$ , tanto para la demarcación de color blanco como para la amarilla, se debe efectuar el repintado correspondiente.

##### (b) Color

Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.

##### (c) Factor de Luminancia ( $\beta$ )

Para la demarcación de color blanco y amarillo, los valores del factor de luminancia deben ser mayores o iguales a 0,4 y 0,2 respectivamente.

##### (d) Opacidad ( $R_c$ )



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

La relación de contraste ( $R_c$ ) debe ser mayor o igual a 1,7.

## V. Aceptación de los Trabajos

Los trabajos de demarcación del pavimento sólo se aceptarán si su aplicación está de acuerdo con las indicaciones de los planos, documentos del proyecto y de lo establecido en la presente especificación. Todas las dimensiones de las líneas de eje, separadora de carriles y laterales, símbolos, letras, flechas y otras marcas deben tener las dimensiones indicadas en los planos. Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deben ser subsanadas por el Contratista, a su costa, a plena satisfacción del Responsable de Obra.

Previo al recibo de los trabajos, el Responsable de Obra efectuará un recorrido durante el día y mediante el empleo de una lupa verificará la distribución de las microesferas de vidrio en todo el ancho de la línea. Posteriormente, se hará un recorrido nocturno a bordo de un vehículo con las luces bajas encendidas, para determinar si las demarcaciones reflejan en forma pareja y uniforme.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

## **B. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE RECUBRIMIENTOS PARA ESTRUCTURAS**



**LABORATORIO**



**DEE**



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha reducido el uso de compuestos químicos orgánicos y volátiles (solventes) utilizados en la formulación de los sistemas de protección con la finalidad de controlar las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles a la Atmósfera (COV's), obligando a los fabricantes de recubrimientos anticorrosivos a innovar tecnologías en los sistemas, cumpliendo las regulaciones gubernamentales que a nivel mundial se están enfocando en la seguridad, salud y protección ambiental.

De manera similar, actualmente se plantean alternativas tecnológicas que minimizan o reemplazan el uso de los métodos de preparación de superficie con arena sílica de elementos metálicos en estructuras.

En este sentido la Dirección de Estudios Especiales de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles como ente regulador y normativo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ha visto la necesidad de actualizar la normativa relacionada a recubrimientos empleados en estructuras metálicas así como para otro tipo de estructuras.

Esta especificación establece los requerimientos mínimos para la preparación de superficies, aplicación, inspección de la protección anticorrosiva así como las evaluaciones que deben cumplir los recubrimientos aplicados a superficies metálicas de estructuras del MTC

Esta especificación es de aplicación general y es de observancia obligatoria en la adquisición de los bienes y servicios para preparación de superficies, inspección y ensayos de laboratorio de los recubrimientos anticorrosivos a utilizar en estructuras; que lleve a cabo el MTC; por lo que debe ser incluida en los procedimientos de contratación: licitación pública o adjudicación directa, como parte de los requisitos que debe cumplir el proveedor, contratista o licitante.

Cualquier referencia normativa en esta especificación, debe considerarse la última revisión o su equivalente, vigentes.



LABORATORIO



DEE



**PERÚ**

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

## **CONTENIDO**

- I. Requisitos Mínimos de los Recubrimientos Anticorrosivos**
  - I.01. Condiciones de Exposición**
  - I.02. Condiciones de Superficie**
  - I.03. Grado de Corrosión**
  
- II. Preparación de Superficies**
  - II.01. Generalidades**
  - II.02. Métodos de Limpieza**
  - II.03. Equipos**
  - II.04. Requerimientos Ambientales**
  - II.05. Métodos de Limpieza a Presión y sus Aplicaciones**
  - II.06. Materiales**
  
- III. Inspección de la Preparación de Superficie**
  - III.01. Generalidades**
  
- IV. Tipos Genéricos de Recubrimientos y sus Características**
  - IV.01. Clasificación de Recubrimientos**
  - IV.02. Condiciones Mínimas para Determinar un Sistema de Protección Anticorrosiva**
  - IV.03. Espesores Mínimos de los Sistemas de Protección Anticorrosiva**
  - IV.04. Color**
  
- V. Ensayos de Laboratorio.**
  - V.01. Generalidades**
  
- VI. Aplicación de los Recubrimientos**
  - VI.01. Generalidades**
  - VI.02. Mezcla y Dilución de Recubrimientos**
  - VI.03. Aplicación de Capas de Refuerzo**
  
- VII. Inspección de la Aplicación del Recubrimiento**
  - VII.01. Inspección Durante la Aplicación**
  - VII.02. Inspección de la Película Seca**
  - VII.03. Reparaciones**
  
- VIII. Vida Útil en Servicio de los Sistemas de Recubrimientos Anticorrosivo para Diversos Ambientes**



**LABORATORIO**



**DEE**



**PERÚ**

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

**IX. Protección del Medio Ambiente, Público y Trabajadores**

**IX.01. Generalidades**

**IX.02. Protección del Medio Ambiente**

**IX.03. Sistemas de Contención**

**IX.04. Protección de Áreas Adyacentes**

**IX.05. Protección al Trabajador**

**X. Manejo y Manipulación de Desechos**

**X.01. Generalidades**

**X.02. Recolección y Manipulación de Desechos**

**X.03. Almacenamiento de Desechos**

**X.04. Eliminación de Desechos**

**XI. Responsabilidades Individuales**

**XII. Símbolos y Abreviaturas**

**ANEXOS**

**ANEXO A: RECUBRIMIENTOS PARA ESTRUCTURAS DE ACERO GALVANIZADO**

**ANEXO B: RECUBRIMIENTOS PARA CONCRETO**

**ANEXO C: RECUBRIMIENTOS PARA ESTRUCTURAS DE MADERA**



**LABORATORIO**



**DEE**



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

## REQUERIMIENTOS

### I. Requisitos Mínimos de los Recubrimientos Anticorrosivos

#### I.01. Condiciones de Exposición

Tipo de condiciones de exposición, ambiente o servicio que debe resistir el recubrimiento, siendo las más comunes en nuestro país:

- Ambiente seco
- Ambiente húmedo
- Ambiente húmedo y salino (marino)
- Ambientes húmedo con salinidad y gases derivados del azufre y otros

#### I.02. Condiciones de Superficie

Identificar las condiciones de la superficie a proteger; si el recubrimiento va a ser aplicado sobre un acero nuevo y recién preparado con chorro abrasivo, la determinación del sistema es más simple, pero si la superficie tiene un recubrimiento viejo y maltratado por el medio ambiente, entonces la determinación es crítica ya que se debe determinar si se encuentra en condiciones de mantenimiento o no; en caso de no eliminarse el recubrimiento existente, se debe efectuar una prueba de compatibilidad y determinar el tipo de preparación de superficie y recubrimiento a aplicar. En caso de que deba retirarse el recubrimiento deteriorado, se debe determinar el método de preparación de superficie más adecuado para no afectar instalaciones cercanas y al medio ambiente.

#### I.03. Grado de Corrosión

Todos los materiales de acero, antes de la preparación de la superficie, pueden encontrarse en cualquiera de las condiciones de oxidación listadas a continuación:

- Grado A : Superficie de acero cubierta con escamas de laminación adheridas; poco o nada de óxido visible.
- Grado B : Superficie de acero cubierta tanto con escamas de laminación como con óxido.
- Grado C : Superficie de acero completamente cubierta con óxido; poco o ninguna picadura visible.
- Grado D : Superficie de acero completamente cubierta con óxido; picaduras visibles.

En el caso de superficies previamente pintadas, pueden encontrarse 4 grados de condiciones establecidas, las cuales son:

- Grado E : Superficie de acero previamente pintada, pintura ligeramente decolorada aplicada sobre una superficie tratada con abrasivo a presión; pintura casi intacta.
- Grado F : Superficie de acero previamente pintada, con aplicación de recubrimiento primario a base de zinc sobre una superficie tratada con abrasivo a presión; sistema de pintura ligeramente envejecida, la mayor parte intacta.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

- Grado G : Sistema de pintura aplicado sobre una superficie de acero con pequeñas escamas de laminación pero limpia. Sistema fuertemente intemperizado, ampollado y decolorado.
- Grado H : Sistema de pintura, aplicado sobre acero. Sistema de pintura totalmente intemperizado, ampollado, decolorado y con desprendimiento de capas.

## II. Preparación de Superficies

### II.01. Generalidades

La preparación de las superficies debe dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

- Remover todos los contaminantes visibles como: escamas de laminación, óxido, grasa y aceite, y otros no visibles, como: sales solubles de cloro, hierro, sulfatos y silicatos.
- Eliminar las imperfecciones que producen aristas y vértices agudos, como: gotas de soldadura, bordes de maquinado, esquinas geométricas, filos, cantos, picos y curvas en general, dado que ahí el recubrimiento adopta bajos espesores y por abrasión se pierde la continuidad de la película dando inicio a la corrosión.
- Obtener en los aceros nuevos un perfil de anclaje que asegure la buena adherencia mecánica del recubrimiento sobre la superficie protegida.

No se debe efectuar ningún trabajo de preparación de superficie con chorro abrasivo seco si la temperatura de la misma no se encuentra por lo menos 3 °C arriba del punto de rocío o cuando la humedad relativa exceda el 85%.

Al usar el método de preparación de superficie se debe dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente y las disposiciones que el MTC adopte al respecto en esta especificación.

#### (a). Limitaciones en la Preparación de Superficie

Aunque el método de preparación de superficie con chorro abrasivo con arena es el método preferido, se advierte que éste no está permitido debido a sus graves efectos sobre el medio ambiente y la salud humana. Si la preparación de la superficie se efectúa con chorro de agua a presión, se deberá usar un recubrimiento afín a éste tipo de preparación.

### II.02. Métodos de Limpieza

A continuación se describen diferentes métodos limpieza:

#### (a) Limpieza con Solventes (SSPC-SP 1)

Método para la remoción preliminar de contaminantes, como aceite, grasa, suciedad, tierra u otros contaminantes solubles que se encuentren sobre la superficie a tratar antes de iniciar la operación de limpieza con chorro abrasivo seco, húmedo o agua a presión. Los productos de limpieza, como detergentes, que se utilicen en este método deben ser biodegradables.



LABORATORIO



DEE

**(b) Limpieza con Herramienta Manual (SSPC-SP 2)**

Método para limpiar pequeñas áreas donde se tengan que eliminar el óxido, las escamas de laminación, restos de soldadura y pintura en mal estado. Se debe garantizar que los materiales de las herramientas no contaminen con residuos las superficies a limpiar.

**(c) Limpieza con Herramienta Mecánica (SSPC-SP 3)**

Este método se utiliza en áreas de tamaño regular donde se tengan que eliminar el óxido, las escamas de laminación, restos de soldadura y pintura en mal estado; es más eficiente que el de herramienta manual.

Para esta limpieza se deben usar cardas, cepillos, esmeriles o cualquier otra herramienta neumática, eléctrica o de transmisión mecánica. Se debe tener cuidado al utilizar estas herramientas, ya que su uso excesivo puede pulir la superficie y eliminar o disminuir su perfil de anclaje.

**(d) Limpieza con Chorro Abrasivo Seco**

La preparación de superficie con chorro abrasivo seco en aceros nuevos u oxidados sin pintar requiere de un perfil de anclaje.

Debido a las restricciones por la generación de polvo derivada por la limpieza con chorro de abrasivo seco, se debe utilizar un abrasivo que no lo genere y además, aislando o encapsulando el área circundante de la superficie o el objeto a limpiar, utilizando colectores de partículas y residuos para evitar que éstos se incorporen al ambiente.

**Tabla N° 01**  
**Grados de limpieza de superficies que se logran con chorro abrasivo seco**

Grado de Limpieza	Descripción
Limpieza a metal blanco (SSPC-SP 5/NACE No. 1)	Remover toda corrosión y contaminación visible, escama de laminación, pintura y cualquier material extraño hasta 100%
Limpieza a metal cercano a blanco (SSPC-SP 10/NACE No. 2)	Remover contaminantes hasta que un 95% de cada 58,06 cm <sup>2</sup> (7,62 cm x 7,62 cm) esté libre de corrosión visible, escama de laminación, pintura y material extraño.
Limpieza a metal comercial (SSPC-SP 6/NACE No. 3)	Remover toda corrosión hasta que aproximadamente dos tercios de cada 58,06 cm <sup>2</sup> (7,62 cm x 7,62 cm) esté libre de todo residuo visible.
Limpieza a ráfaga (SSPC-SP 7/NACE No. 4)	Remover todo residuo, excepto escamas de laminación, óxido y pintura fuertemente adheridas.

**(e) Limpieza con Chorro Abrasivo Húmedo**

Este método se debe aplicar según se indica en la Tabla N° 07. El agua utilizada para esta técnica debe ser tratada, con una calidad tal que la superficie preparada no rebase





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

los límites de contaminantes establecidos. Las técnicas del procedimiento y equipos de este método se describen en la norma SSPC-TR 2/NACE 6G198, y las condiciones visuales en la norma pictórica de superficie SSPC-VIS 5/NACE VIS 9.

Los grados de limpieza de contaminantes visibles y no visibles se describen en la Tablas N° 02 y N°05.

**Tabla N° 02**  
**Grados de limpieza de contaminantes visible que se logran con chorro abrasivo húmedo en superficies de acero sin pintar y con corrosión**  
(Norma pictórica de superficie SSPC-VIS 5/NACE VIS 9)

Condición de la superficie	Condición “C” 100% corrosión con picaduras visibles y no visibles	Condición “D” 100% corrosión con picaduras muy visibles
Grados de limpieza	C WAB-6	D WAB-6
	C WAB-10	D WAB-10
	C WAB-10L	D WAB-6L
	C WAB-10M	D WAB-6M
	C WAB-10H	D WAB-6H

**(f) Limpieza con Chorro de Agua a Alta y Ultra Alta Presión**

En este tipo de limpieza no se utilizan abrasivos, el agua hace la limpieza de la superficie a presiones desde 34 MPa hasta 280 MPa. En la Tabla N° 03 se describen los tipos e intervalos de operación de la limpieza con este método.

**Tabla N° 03**  
**Designaciones y rangos de operación de limpieza con agua a presión**

Tipo	Designación	Rangos
Limpieza con agua a baja presión	LP WC	Menores a 34 MPa
Limpieza con agua a alta presión	HP WC	Desde 34 MPa a 70 MP
Limpieza con agua a chorro de alta presión	HP WJ	Desde 70 MPa a 210 MPa
Limpieza con agua a chorro a ultra alta presión	UHP WJ	Arriba de 210 MPa



LABORATORIO





PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

Este método se debe aplicar según se indica en la Tabla N° 07. El grado de limpieza de contaminantes visibles que se logran con chorro de agua a alta y ultra alta presión, se especifica en la Tabla N° 04.

**Tabla N° 04**  
**Grados de limpieza que se logran con chorro de agua a alta y ultra alta presión**

Condición	Descripción de la limpieza de la superficie cuando se inspecciona sin la ayuda de equipo visual
WJ-1	Toda la superficie debe estar totalmente libre de corrosión visible, pintura, escama de laminación y cualquier otro material extraño y tener un acabado gris acero mate.
WJ-2	La superficie se debe tratar hasta un acabado mate libre de corrosión y material extraño hasta un 95% de la superficie y el 5% restante conteniendo solamente ligeras manchas dispersas de óxido, pintura y material extraño.
WJ-3	Toda la superficie se debe tratar hasta un acabado mate y 2 tercios de la superficie libre de residuos visibles, excepto escamas de laminación; el tercio restante podrá tener pequeñas manchas de óxido, pintura y material extraño.
WJ-4	En toda la superficie se debe remover el óxido, la pintura y la cáscara de laminación suelta pudiendo quedar manchas de óxido, pintura fuertemente adherida y algo de material extraño.

La apariencia visual final de estos métodos de limpieza debe apoyarse en los patrones fotográficos emitidos en la norma pictórica de superficie SSPC-VIS 4/NACE VIS 7 para contaminantes visibles. En el caso de contaminantes no visibles se debe tener en cuenta lo descrito en la Tabla N° 05 y las normas SSPC-SP WJ-1/NACE WJ-1, SSPC-SP WJ-2/NACE WJ-2, SSPC-SP WJ-3/NACE WJ-3, y SSPC-SP WJ-4/NACE WJ-4.

**Tabla N° 05**  
**Grados de limpieza de contaminantes no visibles que se deben requerir cuando se usa chorro abrasivo húmedo o agua a alta y ultra alta presión**

Condición	Descripción de la limpieza de superficie
NV1	La superficie debe estar libre de niveles detectables de contaminantes.
NV2	La superficie debe tener menos de 7 µg/cm <sup>2</sup> de contaminantes cloruros, menos de 10 µg/cm <sup>2</sup> de iones ferrosos solubles, 17 µg/cm <sup>2</sup> de contaminantes sulfatos y 10 µg/cm <sup>2</sup> de contaminantes nitratos.

**Tabla N° 06**  
**Grado de limpieza de contaminantes visibles para varias condiciones de superficie cuando se usa agua a alta y ultra alta presión**  
(Norma pictórica de superficie SSPC-VIS 4/NACE VIS 7)



LABORATORIO





Grado de limpieza	Condición inicial de superficie					
	Aceros sin pintar con corrosión		Superficies de acero previamente pintadas			
	Grado C	Grado D	Grado E	Grado F	Grado G	Grado H
WJ-1	C WJ-1	D WJ-1	E WJ-1	F WJ-1	G WJ-1	H WJ-1
WJ-2	C WJ-2	D WJ-2	E WJ-2	F WJ-2	G WJ-2	H WJ-2
WJ-3	C WJ-3	D WJ-3	E WJ-3	F WJ-3	G WJ-3	H WJ-3
WJ-4	C WJ-4	D WJ-4	E WJ-4	F WJ-4	G WJ-4	H WJ-4

Los grados de limpieza que no aparecen en las Tabla N° 06, que corresponden a grados de oxidación instantánea y que en algún momento pudieran ser requeridos, deben consultarse en la norma pictórica de superficie SSPC-VIS 4/NACE VIS 7, así como en las normas SSPC-SP WJ-1/NACE WJ-1, SSPC-SP WJ-2/NACE WJ-2, SSPC-SP WJ-3/NACE WJ-3, y SSPC-SP WJ-4/NACE WJ-4, normas que contienen la descripción de cada uno de ellos y que se adoptan en esta especificación.

**II.03. Equipos**

Todos los equipos y compresoras utilizadas en la operación de preparación de superficie deben estar equipados con filtros y trampas para evitar que la humedad, aceite y otros contaminantes se depositen sobre las superficies limpias. El Contratista debe verificar la limpieza del aire suministrada por los equipos mediante la norma ASTM D4285, por lo menos una vez por turno para cada equipo utilizado.

**II.04. Requerimientos Ambientales**

Cuando se efectúe los trabajos de remoción de pintura en mal estado u otro material que contenga compuestos que causen algún daño ecológico, los residuos deben ser colectados y confinados en un lugar destinado para este fin, de acuerdo con lo indicado por la legislación ambiental vigente y las disposiciones que el MTC adopte al respecto en esta especificación.

**II.05. Métodos de Limpieza a Presión y sus Aplicaciones**

Todos los métodos de limpieza, con o sin el uso de abrasivo, se describen en la Tabla N° 07.

**Tabla N° 07**  
**Aplicación de los métodos de preparación de superficies**

N°	Método	Aplicación en
1	Chorro abrasivo de a presión, seco	Superficies de acero nuevas con corrosión grados A y B, donde se requiere formar perfil de anclaje; no está restringido para grados de corrosión C y D, donde ya existe perfil de anclaje provocado por la corrosión, previo estudio de la condición de superficie.





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

2	Chorro de abrasivo a presión, húmedo	Superficies de acero nuevas con corrosión grados A y B, donde se requiere formar perfil de anclaje; no está restringido para grados de corrosión C y D y superficies previamente pintadas, donde ya existe perfil de anclaje.
3	Chorro de agua a alta y ultra alta presión	Superficies de acero previamente pintadas, cuando se requiere eliminar toda la pintura, o en superficies de acero con grados de corrosión C y D, donde en ambos casos ya existe perfil de anclaje.  En superficies de acero previamente pintadas, cuando sólo se requiere preparar la superficie para repintado.

## II.06. Materiales

### (a) Abrasivos

Se debe utilizar granallas de acero (abrasivo metálico) que permitan alcanzar los grados de limpieza y perfil de anclaje considerados en esta especificación.

El control de calidad de las granallas de acero (abrasivo metálico) para preparación de superficies, debe realizarse antes de su uso, conforme a la norma SSPC-AB 3.

### (b) Agua

En virtud de que la pureza del agua utilizada para la limpieza con chorro abrasivo húmedo o agua a alta y ultra alta presión puede afectar la calidad de la limpieza del sustrato si no se considera el suministro y la calidad requerida, es necesario emplear agua desmineralizada ó agua tipo IV según la clasificación indicada por la norma ASTM D1193; con un pH entre 5 y 8, filtrada en malla de 5 micrones. La contaminación del sustrato después del tratamiento debe ser comprobada, por lo que no se debe reciclar el agua sin previo tratamiento.

### (c) Inhibidores de Corrosión

Para evitar la oxidación de la superficie preparada, se deben agregar al agua inhibidores que retarden el inicio de la oxidación instantánea. Estos inhibidores deben cumplir con las regulaciones ecológicas actuales y ser compatibles con los recubrimientos que se apliquen. Para información más detallada sobre compatibilidad de inhibidores con los recubrimientos, se deberá consultar las recomendaciones del fabricante del recubrimiento; así como también el tiempo máximo permisible para aplicar el recubrimiento.

## III. Inspección de la Preparación de Superficie

### III.01. Generalidades

El Contratista, como parte del control de calidad de los trabajos de preparación de superficie, debe efectuar los siguientes ensayos:

- Grado de preparación de superficie



LABORATORIO



- Perfil de anclaje
- Sales solubles en la superficie

**(a) Grado de Preparación de la Superficie**

Es responsabilidad del Contratista la inspección de la superficie que fue sujeta a preparación de superficie, antes de la aplicación del recubrimiento. Se debe inspeccionar visualmente la calidad de la preparación de superficie requerida y garantizar que se cumpla con las recomendaciones del fabricante.

Los resultados obtenidos se deben evaluar con los criterios de aceptación especificados en las Tablas N°01, N°02, N°04, N°06 y N°08.

**Tabla N° 08**  
**Criterios de aceptación para inspección visual**

<b>Grado de Limpieza</b>	<b>Especificación de referencia SSPC</b>	<b>Es motivo de rechazo:</b>
Solvente	SP 1	La área mínima en la cual se halle: polvo, aceite, grasa, manchas de recubrimiento u otros contaminantes, así como la mínima presencia de costras de corrosión y recubrimiento mal adherido que no hayan sido removidos al mismo grado indicado en la referencia.
Herramientas manuales	SP 2	
Herramientas mecánicas	SP 3	
Metal Blanco	SP 5 Patrón fotográfico	Detectar la mínima área en la cual se observe polvo, aceite, grasa, manchas de recubrimiento y otros contaminantes, así como la mínima presencia de costras de corrosión y recubrimiento, Toda el área debe presentar un color gris claro uniforme como se indica en la referencia.
Cercano a metal blanco	SP 10 Patrón fotográfico	Detectar más del 5% del área en la cual se observe polvo, aceite, grasa, manchas de recubrimiento y otros contaminantes, así como la mínima presencia de costras de corrosión y recubrimiento. El área debe presentar un color gris claro uniforme como se indica en la referencia.
Grado comercial	SP 6 Patrón fotográfico	Detectar más del 33% del área en la cual se observe polvo, aceite, grasa, manchas de recubrimiento y otros contaminantes, así como la mínima presencia de costras de corrosión y recubrimiento mal adherido. Debe presentar una coloración uniforme
Grado ráfaga	SP 7 Patrón fotográfico	Examinada sin aumentos, la superficie debe estar exenta de aceite, grasa, y suciedad visible, así como de cascarilla, óxido y materias extrañas que presentan una escasa adherencia (cascarilla de laminación, de óxido ó recubrimiento poco adherido que pueden desprenderse con una espátula roma).



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

El informe de inspección con los resultados, debe incluir como mínimo los siguientes datos:

- Identificación completa del elemento evaluado.
- Área evaluada.
- Condición de la superficie antes de la preparación de superficie.
- Método de preparación de superficie empleado.
- Grado de preparación de superficie requerido.
- Grado de preparación de superficie requerido alcanzado.
- Normas pictóricas de superficie de apoyo.
- Identificación, descripción y localización de áreas no aceptadas, así como los defectos encontrados.
- Fecha de la evaluación.
- Nombre y firma del evaluador.

#### **(b) Perfil de Anclaje**

Determinar el perfil de anclaje de acuerdo a la norma ASTM D4417.

El perfil de anclaje obtenido debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla N° 11.

El informe de ensayos con los resultados, debe incluir como mínimo los siguientes datos:

- Identificación completa del elemento evaluado.
- Área evaluada.
- Condición de la superficie a evaluar.
- Perfil de anclaje requerido.
- Perfil de anclaje obtenido.
- Normas y método empleado.
- Identificación, descripción y localización de áreas no aceptadas.
- Fecha de la evaluación.
- Nombre y firma del evaluador.

#### **(c) Sales Solubles en la Superficie**

Determinar las concentraciones de sales solubles (cloruro, sulfato, iones ferrosos y nitrato) en toda la superficie de la estructura de acuerdo a la norma SSPC-Guía 15.

Las concentraciones obtenidas no deben ser mayores a las establecidas por la condición NV2 de la Tabla N° 05. En caso sea necesario menores concentraciones de sales solubles, éstas deben ser recomendadas por el fabricante del recubrimiento.

El informe de ensayos con los resultados, debe incluir como mínimo los siguientes datos:

- Identificación completa del elemento evaluado.
- Área evaluada.
- Condición de la superficie a evaluar.



LABORATORIO



DEE



- Concentración de sales solubles en la superficie requerida.
- Concentración de sales solubles en la superficie obtenida.
- Normas y método empleado.
- Identificación, descripción y localización de áreas no aceptadas.
- Fecha de la evaluación.
- Nombre y firma del evaluador.

#### IV. Tipos Genéricos de Recubrimientos y sus Características

##### IV.01. Clasificación de Recubrimientos

**Tabla N° 09**

**Clasificación de los recubrimientos anticorrosivos nuevos y modificados para cumplir normas ambientales vigentes**

<b>PRIMARIOS</b>	
P.01	Inorgánico Rico en Zinc
P.02	Orgánico Rico en Zinc
<b>INTERMEDIOS</b>	
I.01	Epóxico
<b>ACABADOS</b>	
A.01	Poliuretano
A.02	Polisiloxano

##### IV.02. Condiciones Mínimas para Determinar un Sistema de Protección Anticorrosiva

En la Tabla N° 10 se describen las condiciones para determinar un sistema de acuerdo con lo especificado anteriormente. En la Tabla N° 11 se describen cada uno de los sistemas con sus requisitos de preparación de superficie y tipo de recubrimientos, espesor por capa seca y el por ciento de sólidos en volumen.

**Tabla N° 10**

**Sistemas de protección anticorrosivas que pueden ser utilizados para superficies metálicas expuestas a diferentes ambientes**

Condición de superficie (Ver Grados de Corrosión)	Sistemas de recubrimientos (Ver Tabla N° 10)	Preparación de superficie	
		Método (Ver Tabla N° 07)	Grado de limpieza (Ver Tabla N° 01, 02, 04, 05 y 06)
Grado A, B, C ó D	1, 2, 3 ó 4	1	SSPC-SP 5/NACE No. 1
Grado E, F, G ó H	1, 2, 3, 4, 5 ó 6	2 ó 3	C WAB-10/D WAB-10 CWJ-2/DWJ-2/EWJ-2/FWJ-2/GWJ-2/HWJ-2



**IV.03. Espesores Mínimos de los Sistemas de Protección Anticorrosiva**

Los sólidos en volumen indicados en esta Tabla N° 11 sirven como referencia para estimar el volumen teórico del recubrimiento, así como para determinar los espesores húmedos requeridos para alcanzar los espesores secos especificados para cada sistema.

El volumen real de recubrimiento está en función de las mermas propias de cada obra; las variables que más afectan al rendimiento teórico son: velocidad de viento, geometría de la superficie, condición del sustrato (rugosidad, porosidad, perfil de anclaje), técnicas de aplicación, etc.

**Tabla N° 11**  
**Descripción de sistemas de protección anticorrosiva**

Sistema No.	Descripción	Perfil de Anclaje $\mu\text{m}$ (mils)	%Sólidos en Volumen (mínimo)	Espesor por Capa Seca $\mu\text{m}$ (mils)	Espesor Total $\mu\text{m}$ (mils)	Aplicación
1	Inorgánico Rico en Zinc (dos componentes)	38,1 – 63,5 (1,5 – 2,5)	60	63,5 – 76,2 (2,5 – 3,0)	215,9 – 279,4 (8,5 – 11,0)	Aspersión convencional o sin aire
	+ Epóxico de Altos Sólidos	No	80	101,6 – 127 (4,0 – 5,0)		
	+ Poliuretano de Altos Sólidos	No	70	50,8 – 76,2 (2,0 – 3,0)		
2	Orgánico Rico en Zinc Metálico (tres componentes)	38,1 – 63,5 (1,5 – 2,5)	55	63,5 – 76,2 (2,5 – 3,0)	215,9 – 279,4 (8,5 – 11,0)	Aspersión convencional o sin aire
	+ Epóxico de Altos Sólidos	No	80	101,6 – 127 (4,0 – 5,0)		
	+ Poliuretano de Altos Sólidos	No	70	50,8 – 76,2 (2,0 – 3,0)		
3	Inorgánico Rico en Zinc (dos componentes)	38,1 – 63,5 (1,5 – 2,5)	60	63,5 – 76,2 (2,5 – 3,0)	215,9 – 254,0 (8,5 – 10,0)	Aspersión convencional o sin aire
	+ Polisiloxano (dos componentes)	No	90	152,4 – 177,8 (6,0 – 7,0)		





4	Orgánico Rico en Zinc Metálico (tres componentes)	38,1 – 63,5 (1,5 – 2,5)	55	63,5 – 76,2 (2,5 – 3,0)	215,9 – 254,0 (8,5 – 10,0)	Aspersión convencional o sin aire
	+ Polisiloxano (dos componentes)	No	90	152,4 – 177,8 (6,0 – 7,0)		
5	Epóxico de Altos Sólidos	38,1 – 63,5 (1,5 – 2,5)	80	127 – 152,4 (5,0 – 6,0)	254,0 – 304,8 (10,0 – 12,0)	Aspersión convencional o sin aire
	+ Poliuretano de Altos Sólidos	No	70	127 – 152,4 (5,0 – 6,0)		
6	Epóxico de Altos Sólidos	38,1 – 63,5 (1,5 – 2,5)	80	101,6 – 127 (4,0 – 5,0)	254,0 – 304,8 (10,0 – 12,0)	Aspersión convencional o sin aire
	+ Polisiloxano (dos componentes)	No	90	152,4 – 177,8 (6,0 – 7,0)		

En el caso de los recubrimientos primarios (inorgánico rico en zinc y orgánico rico en zinc), éstos deben cumplir con la norma SSPC-Paint 20; además los recubrimientos primarios deben tener un porcentaje de zinc en película seca igual o mayor al 85%. En el caso de los recubrimientos de acabado poliuretano, estos deben ser de alta resistencia a los rayos UV y no deben presentar atizamiento en el tiempo; asimismo no deben presentar pérdida de color y brillo en el tiempo (SSPC-Paint 36).

#### IV.04. Color

El color del recubrimiento primario, recubrimiento intermedio y recubrimiento de la capa de refuerzo (stripe coat) serán elegidos por el Contratista. Cada recubrimiento debe ser de un color diferente, de tal manera que cuando aplicada y seca la capa de estos recubrimientos proporcione un contraste sustancial con la superficie y con las capas de recubrimiento previamente aplicadas. El color del recubrimiento de acabado será conforme al RAL 2004.

### V. Ensayos de Laboratorio

#### V.01. Generalidades

Los sistemas de recubrimientos indicados en la Tabla N° 11 y que son suministrados en esta especificación deben ser acompañados de un informe de ensayo de laboratorio emitido por un laboratorio externo, como primera opción, cuyos resultados deben estar dentro de los límites de aceptación mostrados en la Tabla N° 12.





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

El fabricante de recubrimientos debe entregar al Contratista un informe de ensayos por cada lote de recubrimiento que suministre, sea primario, intermedio, de acabado y para capa de refuerzo. Los ensayos requeridos son los siguientes:

- Adherencia
- Sólidos en volumen
- Resistencia a niebla salina
- Resistencia a humedad relativa de 100%
- Resistencia al Intemperismo

**(a) Adherencia**

Determinar la adherencia de acuerdo al método “A” de la norma ASTM D3359, en función del espesor del sistema de recubrimientos.

**(b) Sólidos en Volumen**

En caso de considerarse necesario la determinación de sólidos por volumen, se debe realizar aplicando la norma ASTM D2697, el que no aplica para recubrimientos primarios inorgánicos ricos en zinc.

**(c) Resistencia a Niebla Salina**

Determinar la resistencia a niebla salina de acuerdo a la norma ASTM B117.

Resultados: Al término del tiempo de exposición, el espécimen de ensayo debe ser inspeccionado conforme a las normas descritas a continuación, considerando que la aparición de cualquier falla será motivo de rechazo:

Falla	Norma ASTM
Corrosión bajo película	D610
Ampollamiento	D714
Agrietamiento	D661
Descascaramiento	D772

**(d) Resistencia a Humedad Relativa de 100 %**

Determinar la resistencia a humedad relativa de 100% de acuerdo a la norma ASTM D2247.

Resultados: Al término del tiempo de exposición, el espécimen de ensayo debe ser inspeccionado conforme a las normas descritas a continuación, considerando que la aparición de cualquier falla será motivo de rechazo.

Falla	Norma ASTM
Corrosión bajo película	D610
Ampollamiento	D714



LABORATORIO





PERÚ

Descascaramiento

D772

**(e) Resistencia al Intemperismo**

Determinar la resistencia al intemperismo de acuerdo a la norma ASTM G154, mediante la exposición del recubrimiento dentro de un equipo de intemperismo acelerado.

Resultados: Al término del tiempo de exposición, el espécimen de ensayo debe ser inspeccionado conforme a las normas descritas a continuación, considerando que la aparición de cualquier falla será motivo de rechazo.

Falla	Norma ASTM
Corrosión bajo película	D610
Ampollamiento	D714
Agrietamiento	D661
Caléo	D4214
Descascaramiento	D772
Cambio en color	Cualitativo

**Tabla N° 12  
Evaluación por Sistemas Propuesto**

Especificación	Prueba de Adherencia Método ASTM D3359 Método “A” Cruz de Evans Porcentaje de área removida	Cámara de niebla Salina Método ASTM B117 Tiempo de Exposición (hrs.)	Cámara de humedad Método ASTM D2247 Tiempo de Exposición (hrs.)	Resistencia a rayos Ultravioleta Método ASTM G154 Tiempo de Exposición (hrs.)
Sistema 1	Mínimo 4 “A”	4000	3000	3000
Sistema 2	Mínimo 4 “A”	4000	3000	3000
Sistema 3	Mínimo 4 “A”	4000	3500	3500
Sistema 4	Mínimo 4 “A”	4000	3500	3500
Sistema 5	Mínimo 4 “A”	4000	3000	3000
Sistema 6	Mínimo 4 “A”	4000	3500	3500

**VI. Aplicación de los Recubrimientos**

**VI.01. Generalidades**

Una vez alcanzado el grado de limpieza y el perfil de anclaje requerido, la aplicación de los recubrimientos debe ser en el tiempo mínimo posible, teniendo en cuenta para ello las recomendaciones dadas por el fabricante del recubrimiento.





En general, los recubrimientos deben ser aplicados teniendo en cuenta lo establecido en esta especificación, las recomendaciones de los fabricantes de recubrimientos, la norma SSPC-PA 1, y las hojas técnicas y de seguridad de los recubrimientos. Asimismo se deben verificar los siguientes parámetros durante la aplicación de un recubrimiento:

- Temperatura.
- Humedad.
- Vida de mezcla.

**(a) Temperatura**

Los recubrimientos no se deben aplicar cuando la temperatura del medio ambiente sea inferior a 4 °C o superior a 43 °C. La temperatura de la superficie debe ser 3 °C mayor que el punto de rocío.

**(b) Humedad**

Se deben aplicar los recubrimientos cuando la humedad relativa ambiente sea menor al 85%.

**(c) Vida de Mezcla**

La vida de la mezcla es el tiempo de vida útil que transcurre después del mezclado y que permite una correcta aplicación del recubrimiento. Este tiempo debe de estar especificado en la hoja técnica que otorga el fabricante del recubrimiento.

**VI.02. Mezcla y Dilución de Recubrimientos**

Mezclar todos los recubrimientos de acuerdo con la hoja técnica del recubrimiento del fabricante. Utilizar diluyentes de acuerdo con los requerimientos de la hoja técnica del recubrimiento del fabricante y asegurar que la cantidad de diluyente añadido no dé lugar a una mezcla final de recubrimiento que exceda los niveles de contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV) establecidos.

El contenido de COV en los recubrimientos, incluso después de su dilución, no debe exceder los niveles establecidos en la Tabla N° 13.

**Tabla N° 13**  
**Limites de Compuestos Orgánicos Volátiles**  
**(Gramos de COV por litro de recubrimiento, menos agua y compuestos exentos)**

Recubrimiento	Limite Actual	Fecha de vigencia
		01.07.2014
Primario	400	340
Intermedio	340	250
Acabado	340	250





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

El uso de diluyentes no autorizados o el uso de cantidades excesivas de diluyentes están prohibidos. Cualquier área en donde diluyentes no autorizados han sido utilizados, se deberá efectuar nuevamente los trabajos de preparación de superficie y aplicación de recubrimiento, cuyo costo será asumido por el Contratista.

Realizar todas las operaciones de mezcla sobre una superficie impermeable con aditamentos para prevenir el escape en cualquier grado de cualquier material derramado.

### **VI.03. Aplicación de Capas de Refuerzo**

Una capa de refuerzo deberá extenderse como mínimo 2,54 cm de distancia de las superficies siguientes: todas las soldaduras, remaches, pernos, tuercas, bordes de placas de metal y elementos estructurales, ángulos, soportes, piezas enrejadas u otros perfiles, esquinas y hendiduras.

La capa de refuerzo deberá utilizar el recubrimiento intermedio pero de un color diferente y se aplicará después de la capa intermedia. La capa de refuerzo debe ser aplicada con brocha sin que se diluya. La capa de refuerzo será aplicada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con especial atención al espesor de película, ventana de repintado, y periodo de curado. El espesor de película seca de la capa de refuerzo deberá ser de al menos 76,2  $\mu\text{m}$  (3 mils).

## **VII. Inspección de la Aplicación del Recubrimiento**

### **VII.01. Inspección Durante la Aplicación**

#### **(a) Generalidades**

Durante la aplicación del sistema de protección anticorrosiva el Contratista debe efectuar las siguientes evaluaciones:

- Inspección visual.
- Espesor de película húmeda.

#### **(b) Inspección Visual**

Realizar una inspección visual con la finalidad de identificar los defectos típicos, así como las causas y la forma de reparación. Los defectos comunes no aceptables que se detectan durante la aplicación por inspección visual, son:

- Ecurrido.
- Cáscara de naranja
- Ojo de pescado
- Poros (Pinholes).
- Sobre aspersion



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

No se aceptará ningún porcentaje de defectos, por mínimo que éste sea, teniendo en cuenta que todo aquel defecto encontrado debe ser reparado, cuyo costo será asumido por el Contratista.

**(c) Espesor de Película Húmeda**

Determinar el espesor de película húmeda de acuerdo a la norma ASTM D4414.

**VII.02. Inspección de la Película Seca**

**(a) Generalidades**

Al terminar la aplicación del sistema de protección anticorrosiva, y finalizado el tiempo especificado para el secado y curado del sistema, el Contratista debe efectuar las siguientes evaluaciones:

- Inspección visual.
- Espesor de película seca.
- Detección Dieléctrica de Poros o Discontinuidades.
- Adherencia.

**(b) Inspección Visual**

Realizar una inspección visual con la finalidad de identificar los defectos típicos, así como las causas y la forma de reparación. Los defectos comunes no aceptables que se detectan por inspección visual, son:

- Acocodrilamiento
- Agrietamiento imperceptible
- Agrietamiento
- Ampollas
- Decoloración
- Caléo
- Burbuja
- Delaminación
- Atomización seca
- Incrustaciones de contaminantes
- Ojo de pescado
- Grieta de desecación
- Cáscara de naranja
- Sobre atomización
- Poros
- Puntos de herrumbre
- Manchas, Desprendimientos y relleno
- Ablandamiento
- Efecto Adherente
- Corrugado



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

No se aceptará ningún porcentaje de defectos, por mínimo que éste sea, teniendo en cuenta que todo aquel defecto encontrado debe ser reparado, cuyo costo será asumido por el Contratista.

El informe de inspección con los resultados, debe incluir como mínimo los siguientes datos:

- Identificación completa del elemento evaluado.
- Área evaluada.
- Identificación, descripción y localización de áreas no aceptadas; así como los defectos encontrados
- Fecha de evaluación.
- Nombre del evaluador.

### (c) **Espesor de Película Seca**

Determinar el espesor de película seca de cada de recubrimiento, de acuerdo a la norma SSPC-PA 2, para lo cual se debe emplear un equipo electromagnético Tipo 2 (indicada en la norma mencionada) con certificado de calibración vigente (calibración anual).

A causa de la variabilidad normal del equipo, es necesario tomar diversas lecturas en cada área de referencia (tres lecturas) para obtener el espesor de película seca local. El número y la distribución de áreas de referencia necesarias para conseguir el espesor de película seca promedio de una superficie con recubrimiento, se describen a continuación:

- Para superficies con áreas menores o iguales a 10 m<sup>2</sup>, se toman 5 niveles de medición al azar; para formar un nivel de medición se debe trazar un círculo con un diámetro igual a 4,0 cm; dentro del área del círculo trazado, se toman 3 lecturas al azar, siendo el promedio simple de estas lecturas el espesor de película seca del nivel.
- Para superficies con áreas que no excedan los 30 m<sup>2</sup>, el área total se divide entre 3 y se debe aplicar la distribución en cada área de 10 m<sup>2</sup>, de acuerdo a lo establecido para áreas de 10 m<sup>2</sup>.
- Para superficies con áreas que no excedan los 100 m<sup>2</sup>, se toman al azar tres áreas de 10 m<sup>2</sup> cada una las cuales se deben medir de acuerdo a lo establecido para áreas de 10 m<sup>2</sup>.
- Para superficies con áreas que excedan los 100 m<sup>2</sup>, los primeros 100 m<sup>2</sup> se miden de acuerdo a lo indicado para áreas que no excedan de 100 m<sup>2</sup>; adicionalmente se toman 10 m<sup>2</sup> al azar, las cuales se deben medir de acuerdo a establecido para áreas de 10 m<sup>2</sup>.
- Si algunos de los espesores de película seca de alguna área de 10 m<sup>2</sup> no cumplen con lo especificado, se deben tomar lecturas adicionales para delimitar el área que presenta el problema.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

- Nivel de medición: Para formar un nivel de medición se debe trazar un círculo con un diámetro igual a 4,0 cm; dentro del área del círculo trazado, se toman 3 lecturas al azar, siendo el promedio simple de estas lecturas el espesor de película seca del nivel. Una vez obtenidos los resultados, éstos se deben calificar de acuerdo con los criterios de aceptación establecidos en la Tabla N° 11.
- Espesor de película seca mínimo: El promedio de las medidas de cada nivel para cada 10 m<sup>2</sup> de área, no debe ser menor al valor mínimo especificado. Ninguna lectura de algún punto de cualquier nivel en el área de 10 m<sup>2</sup>, debe ser menor al 80 % del espesor de película seca mínimo especificado; en el caso de detectar no conformidades, se deben hacer mediciones adicionales para delimitar el área que presente el problema.
- Espesor de película seca máximo: El promedio de las medidas de cada nivel para cada 10 m<sup>2</sup> de área, no debe ser mayor al valor máximo especificado. Ninguna lectura de algún punto de cualquier nivel en el área de 10 m<sup>2</sup>, debe ser mayor al 120% del espesor de película seca máximo especificado; en el caso de detectar no conformidades, se deben hacer mediciones adicionales para delimitar el área que presenta el problema y solicitar más información acerca del comportamiento del recubrimiento con el fabricante del recubrimiento.

El informe de ensayos con los resultados debe de incluir, como mínimo con los siguientes datos:

- Identificación completa del elemento a evaluar.
- Área evaluada.
- Recubrimiento aplicado.
- Espesor de película seca especificado del recubrimiento por sistema y por capa.
- Espesor obtenido por sistema y por capa.
- Patrones de referencia empleados.
- Identificación, descripción y localización de las áreas donde se detecten problemas.
- Fecha de la evaluación.
- Equipo utilizado en la evaluación (marca, modelo, número de serie y fecha de calibración).
- Norma y método empleado.
- Nombre y firma del evaluador.

#### **(d) Detección Dieléctrica de Poros o Discontinuidades**

Realizar la detección dieléctrica de poros o discontinuidades de acuerdo a la norma ASTM G62.

No se debe admitir la presencia de poros o discontinuidades en el sistema de recubrimientos. En caso de detectarse fallas en el sistema de recubrimientos se debe realizar la reparación conforme se indica en el ítem VII.03.

El informe de ensayos con los resultados debe incluir, como mínimo con los siguientes datos:



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

- Identificación completa del elemento a evaluar.
- Área evaluada.
- Recubrimiento aplicado.
- Resultado de la evaluación.
- Fecha de evaluación.
- Equipo utilizado en la evaluación (marca, modelo, número de serie y fecha de calibración)
- Norma y método empleado
- Nombre y firma del evaluador.

#### (e) Adherencia

Determinar la adherencia de acuerdo a la norma ASTM D3359.

El informe de ensayos con los resultados debe incluir, como mínimo con los siguientes datos:

- Identificación completa del elemento a evaluar.
- El área evaluada.
- Sistema de recubrimiento aplicado.
- Espesor del sistema de recubrimiento.
- Equipo utilizado en la evaluación (marca, modelo, número de serie y fecha de calibración).
- Identificación completa de las condiciones encontradas.
- Norma y método empleado.
- Nombre y firma del evaluador.

#### VII.03. Reparaciones

Todas las indicaciones que fueron calificadas como defectos y que de acuerdo con lo estipulado en esta especificación, necesitan ser reparadas, deben de cumplir con los siguientes requisitos:

- Se debe identificar en forma exacta el área que presenta el problema.
- Se debe aplicar el mismo sistema de protección anticorrosiva con el cual está protegida la superficie.
- Se debe retirar el recubrimiento del área no conforme.
- Se deben tener en cuenta todas las consideraciones técnicas especificadas para el sistema durante la reparación.
- El método de preparación de superficie y de aplicación de recubrimientos, puede ser cualquiera que cumpla con todos los parámetros que se especifican en los ítems II y VI.

Una vez efectuada la reparación, se deben de aplicar todas las pruebas especificadas en esta especificación.

#### VIII. Vida Útil en Servicio de los Sistemas de Recubrimiento Anticorrosivo para Diversos Ambientes



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

Un sistema a base de recubrimientos anticorrosivos se debe evaluar para programar su mantenimiento mediante criterios que establezcan los parámetros de los fabricantes para garantizar un periodo de vida útil en servicio de 15 años a más, según lo estipulado por el fabricante del producto.

Será materia de tomar en cuenta al momento de la adquisición de los sistemas de recubrimientos anticorrosivos los años de servicio que el sistema suministre, y en procesos de selección estos sistemas deben contar con un porcentaje de bonificación adicional.

## **IX. Protección del Medio Ambiente, Público y Trabajadores**

### **IX.01. Generalidades**

El Contratista debe establecer planes y programas, de estricto cumplimiento, para la protección del medio ambiente, áreas adyacentes, público y trabajadores, de la exposición a metales pesados tóxicos, así como a liberaciones o emisiones de materiales peligrosos y polvos molestos. El Contratista debe proporcionar al Responsable de Obra un plan de contingencia para la recuperación del agua y la tierra en caso de contaminación con pintura líquida o sólida y agua contaminada.

### **IX.02. Protección del Medio Ambiente**

#### **(a) Calidad del Aire del Ambiente - Emisiones Visibles**

Evaluar las emisiones visibles de acuerdo al método A “Emisiones Visibles” de la norma SSPC-Guía 6. Durante los trabajos de preparación de superficie con chorro abrasivo seco las emisiones visibles estarán limitadas al nivel 1 (SSPC-Guía 6) y con chorro de agua las emisiones visibles estarán limitadas al nivel 2 (SSPC-Guía 6).

#### **(b) Calidad del Agua**

El Contratista debe evitar soltar, descargar o provocar de alguna manera que materiales peligrosos, residuos, desechos o partículas de pintura entren en las fuentes de agua circundantes; asimismo debe evitar que las emisiones ocasionadas por los métodos de preparación de superficie alcancen los ríos, arroyos, lagos, drenajes u otras fuentes de agua.

### **IX.03. Sistemas de Contención**

El Contratista debe presentar un plan por escrito, del diseño del sistema de contención, el cual debe describir claramente el sistema propuesto de contención aplicable al método de preparación de superficie previsto, de conformidad con los requerimientos establecidos en esta especificación y la norma SSPC-Guía 6. El sistema de contención debe estar diseñado en función a los niveles de emisiones establecidos en IX.02. (a). El Contratista debe proteger el medio ambiente circundante de todos los residuos o averías resultantes de sus operaciones.

El manual debe incluir, pero no está limitado a, el método de remoción, métodos para la recolección de residuos y componentes del sistema de contención. Además debe incluir



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

los planos del sistema de contención, criterios de ventilación si es aplicable, disposición y descripción clara de los componentes del sistema de ventilación así como del sistema de iluminación auxiliar dentro del sistema de contención y un análisis estructural que verifique que la estructura existente puede soportar cargas adicionales impuestos por el sistema de contención. Se debe utilizar materiales resistentes al fuego.

La iluminación en el interior del sistema de contención debe estar de acuerdo con la norma SSPC-Guía 12. Proporcionar la iluminación a una intensidad mínima de 107,64 lux para uso general, 215,38 lux para el trabajo y 538,2 lux para inspección. El diseño del sistema de ventilación debe estar de acuerdo con las notas previstas en la norma SSPC-Guía 6, en cuanto al flujo de aire. El plan debe ser aprobado por el Responsable de Obra antes de iniciar los trabajos correspondientes.

El sistema de contención no debe causar ningún daño a la estructura existente. Todas las abrazaderas u otros dispositivos de fijación serán acolchados o diseñados de tal manera que no puedan marcar o dañar de algún modo al elemento a los cuales están unidos. Todas las abrazaderas o dispositivos de fijación deben estar descritos en detalle en el plan. No está permitido soldar sistemas de fijación a la estructura existente. El Contratista no debe perforar agujeros en la estructura existente o en los elementos estructurales.

Si se producen anomalías en el sistema de contención o si se presentan indicios de anomalías en éste, el Contratista debe dejar de trabajar inmediatamente. El trabajo no se debe reanudar hasta que la falla haya sido corregida.

Antes de iniciar los trabajos del día, todo el sistema de contención debe ser inspeccionado por el Contratista y Responsable de Obra a fin de verificar que se encuentre esté en su lugar y funcionando correctamente. Cualquier mantenimiento necesario para restaurar su completa funcionalidad debe ser completada antes de iniciar los trabajos.

Proteger el sistema de contención del tráfico vehicular y peatonal.

El sistema de contención no debe ser retirado hasta que los trabajos de preparación de superficie y aplicación de recubrimiento hayan sido concluidos.

#### **IX.04. Protección de Áreas Adyacentes**

El Contratista debe proteger todas las áreas adyacentes a los trabajos de preparación de superficie, incluyendo maquinarias. Antes del inicio de cualquier operación de preparación de superficie y aplicación del recubrimiento, el Contratista debe proporcionar al Responsable de Obra para su revisión, un plan de control para la protección de superficies adyacentes de los daños ocasionados por la preparación de superficie o aplicación de recubrimientos.

El Contratista debe reparar cualquier daño suscitado en las áreas adyacentes. El procedimiento de reparación debe ser presentado al Responsable de Obra para su aprobación antes de cualquier reparación.

#### **IX.05. Protección al Trabajador**



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

El Contratista de cumplir con lo indicado por la legislación sobre protección al trabajador vigente y las disposiciones que el MTC adopte al respecto en esta especificación.

Además, el Contratista debe contar con un plan de seguridad de estricto cumplimiento, el mismo que incluya como mínimo los siguientes puntos:

- General: Propósito y alcances.
- Disposiciones generales de seguridad y salud: educación y capacitación en seguridad y salud; primeros auxilios y atención médica; registro sobre la exposición de los trabajadores y registros médicos; medios de evacuación.
- Controles laborales de salud y del medio ambiente: servicios médicos y primeros auxilios; exposición laboral al ruido; gases, vapores, humos, polvos y neblinas; iluminación; ventilación; gestión de procesos de seguridad de químicos altamente riesgosos; operaciones de manejo de residuos peligrosos y respuestas de emergencia.
- Equipos de protección personal y de salvamento: criterios de equipos de protección personal; protección de los pies; protección de la cabeza; protección auditiva; protección ocular; protección de la cara; protección respiratoria; cinturones de seguridad, líneas de vida y cuerdas; redes de seguridad,; trabajo sobre el agua o cerca de ella; definiciones aplicables.
- Protección y prevención contra el fuego: protección contra el fuego; prevención contra el fuego; líquidos inflamables y combustibles.
- Manejo, almacenamiento, uso y descarte de materiales: requisitos para el almacenamiento; descarte de materiales residuales.
- Equipos y herramientas manuales y motrices
- Andamiaje: andamios; barandas y pasamanos; soportes para escaleras y andamios.
- Protección contra caídas: criterios y prácticas de los sistemas de protección contra caídas; requisitos de capacitación.
- Escaleras: escaleras telescópica ; escaleras de mano; requisitos de capacitación.
- Sustancias tóxicas y peligrosas: plomo; arsénico inorgánico; cadmio.

## **X. Manejo y Manipulación de Desechos**

### **X.01. Generalidades**

El Contratista debe preparar un plan, de estricto cumplimiento, sobre el manejo de desechos, el cual aborde los requisitos aplicables sobre recolección, manipulación, almacenamiento y eliminación de desechos peligrosos, y no peligrosos, de acuerdo con lo indicado por la legislación vigente sobre la materia y las disposiciones que el MTC adopte al respecto en esta especificación.

### **X.02. Recolección y Manipulación de Desechos**

Clasificar, empaquetar y almacenar correctamente todos los residuos de remoción de pintura, tanto sólidos como líquidos de acuerdo con la legislación vigente sobre la materia y la norma SSPC-Guía 7. Antes de la identificación y almacenamiento, separar los desechos sólidos y líquidos, y separar los flujos de desechos individualmente.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

### **X.03. Almacenamiento de Desechos**

Recoger los desechos de los dispositivos de control, equipos y todas las superficies de trabajo todos los días. Mantener los desechos peligrosos y no peligrosos por separado. No mezclar los residuos obtenidos de la preparación de superficie con cualquier otro tipo de desecho. Colocar los desechos en recipientes de almacenamiento autorizados.

Ubicar todos los desechos peligrosos dentro de un área regulada. El peso máximo de cada recipiente, cuando esté lleno, debe ser de 350 kilos. Sellar y etiquetar adecuadamente todos los recipientes. Transportar los recipientes de almacenamiento con desechos a un área de almacenamiento temporal, señalizada y segura. Ubicar el área de almacenamiento temporal en un terreno bien drenado no susceptible a inundaciones o escorrentías de aguas pluviales. Colocar los recipientes sobre una paleta o tarima y cubrir con lonas impermeables de fibra reforzada. Almacenar los recipientes en no más de dos recipientes de ancho y dos recipientes de altura. Organizar los recipientes de modo que las etiquetas sean fáciles de leer. No almacenar los desechos en el área de almacenamiento temporal por más de 30 días.

### **X.04. Eliminación de Desechos**

Transportar, tratar y eliminar todos los desechos peligrosos y no peligrosos. El Contratista debe notificar al Responsable de Obra, un mínimo de tres semanas antes de la fecha de envío de los desechos a una instalación externa. El Contratista debe proporcionar al Responsable de Obra la documentación de recepción de los desechos en instalaciones de disposición final debidamente autorizadas. Proporcionar las hojas de ruta de todos los envíos de desechos peligrosos y no peligrosos. Identificar a los subcontratistas de eliminación de desechos y proporcionar una copia de su licencia para llevar a cabo las operaciones de transporte y eliminación de desechos.

## **RESPONSABILIDADES**

### **XI. Responsabilidades Individuales**

#### **(a) Del Ministerio de Transportes y Comunicaciones**

- Definir, en base a un estudio previo, la condición de superficie deseada, selección del sistema de protección anticorrosiva, y vigilar el cumplimiento de los requisitos y recomendaciones de esta especificación para la preparación, aplicación, inspección, seguridad, salud ocupacional y protección al ambiente para la protección anticorrosiva a los elementos metálicos que conforman la escruta a pintar.
- Verificar el cumplimiento de esta especificación, solicitando en las bases técnicas que los licitantes acrediten con documentos vigentes, que cuentan con personal técnico especializado con experiencia en trabajos similares.

#### **(b) Del Responsable de Obra**



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

- Verificar el cumplimiento del programa de trabajo presentado por el Contratista, así como sus procedimientos específicos aplicados de cada una de las actividades.
- Verificar el cumplimiento de los requerimientos estipulados en esta especificación.
- Revisar la documentación presentada tanto por el Fabricante del Recubrimiento así como del Contratista, que cubran todos los requerimientos estipulados en esta especificación.
- Efectuar los muestreos, revisiones y/o pruebas que sean necesarios para garantizar que el sistema de protección anticorrosiva aplicado cumple con las recomendaciones y especificaciones estipuladas.
- Cumplir toda exigencia estipulada en esta especificación, en la cual su participación este inmersa.

#### **(c) Del Contratista**

- Contar con planes, programas y procedimientos específicos para la realización de las actividades descritas en esta especificación (preparación de superficie, aplicación de sistemas de protección anticorrosiva, inspección del sistema de protección anticorrosiva aplicada en la estructura, manejo y manipulación de desechos, y protección del medio ambiente, público y trabajadores y demás actividades relacionados con esta especificación) que garanticen la calidad de los trabajos realizados.
- Entregar al Responsable de Obra el programa detallado de trabajo (preparación de superficie, aplicación, inspección, entre otros.) acorde al programa del contrato y los procedimientos específicos aplicables de cada una de las actividades.
- Contar con documentos que demuestren que los componentes del sistema de protección anticorrosiva cumplen con las propiedades fisicoquímicas y de comportamiento indicadas en esta especificación para el sistema de protección particular de recubrimiento. Proporcionar al Responsable de Obra los informes de ensayo con los resultados acorde a lo indicado en esta especificación.
- Contar con los equipos, herramientas y accesorios con un uso no mayor a 3 años de servicio (debidamente sustentado con documentos), con los cuales efectúa la aplicación del recubrimiento y están indicados en los procedimientos correspondientes de aplicación.
- Efectuar las evaluaciones y ensayos correspondientes a las etapas, antes, durante y después de la aplicación del sistema de protección anticorrosiva. Una copia de estas evaluaciones y ensayos deberán ser entregadas al Responsable de Obra.
- Impartir al personal que ejecutará los trabajos, previo al inicio de cualquier trabajo, una charla de inducción en materia de seguridad, salud y protección ambiental, incluyendo los aspectos directamente relacionados con la actividad a realizar, sin excluir, cuando aplique, lo relativo a: trabajos considerados con riesgo, uso de



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

equipo de protección personal, medidas de seguridad, protección ambiental, almacenamiento de materiales, y manejo de materiales y residuos peligrosos.

- Asegurar y documentar que la aplicación del sistema de protección anticorrosiva se lleva a cabo conforme a las especificaciones y procedimientos establecidos por el fabricante, a fin de garantizar la calidad y funcionalidad del producto.
- Contar con personal debidamente capacitado para efectuar los trabajos; además su personal, antes del inicio de los trabajos, debe ser capacitado por el fabricante del sistema de protección anticorrosiva empleado, en lo referente a preparación de superficie, preparación del recubrimiento y su aplicación, esta capacitación debe estar sustentada documentalmente.
- Proporcionar a su personal, la ropa, calzado y equipo de protección personal adecuado acorde con el escenario y las actividades a realizar.
- Garantizar por escrito (puede ser una póliza) los años de servicio del sistema de protección solicitada por el MTC.
- Queda estrictamente prohibido descargar a los drenajes pluviales o en áreas que puedan ser contaminadas, desechos como aceites, solventes, componentes de los sistemas de protección anticorrosiva, polvos, estopas, entre otros.
- Recolectar y disponer todos los residuos peligrosos y no peligrosos en una forma ecológicamente responsable, de acuerdo a la legislación sobre la materia vigente y las disposiciones que el MTC adopte al respecto en esta especificación.
- Entregar al Responsable de Obra, las hojas técnicas de todos los componentes del sistema de protección anticorrosiva así como las hojas de seguridad respectivas, antes del inicio de los trabajos de aplicación.
- Cumplir toda exigencia estipulada en esta especificación, en la cual su participación este inmersa.

#### **(d) Del Fabricante del Recubrimiento**

- Proporcionar asistencia técnica, en caso necesario, al personal que ejecuta los trabajos de aplicación de recubrimientos de protección anticorrosiva cuando se utilicen sus productos; para este fin el Fabricante del Recubrimiento debe contar con un área formal de asesoría técnica, cuyo personal debe contar con acreditación internacional de una entidad dedicada al diseño de estándares relacionados al tema de preparación de superficie, aplicación de recubrimientos y temas de control de calidad.
- El Fabricante debe tener el respaldo o ser miembro de una entidad internacional dedicada al diseño de estándares relacionados al tema de preparación de superficie, aplicación de recubrimientos y temas de control de calidad.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

- Proporcionar al Contratista la hoja técnica de todos los componentes del sistema de protección anticorrosiva; la cual debe indicar las instrucciones de aplicación incluida la de mezcla y adelgazamiento, las boquillas y presiones de pulverización recomendadas, el tiempo de secado mínimo y máximo entre capas, las restricciones de temperatura y humedad, los procedimientos de reparación, el máximo espesor de película seca por capa, así como otras limitantes relevantes relacionadas con las condiciones de aplicación y curado.
- Garantizar por escrito que los productos suministrados son nuevos, no haber alcanzado el 20% de su vida de almacenamiento y cumplir el 100% de esta especificación.
- Proporcionar al Contratista una carta de garantía de durabilidad (periodo de garantía) del sistema de protección anticorrosiva empleado; teniendo validez sólo la emitida por el fabricante del recubrimiento, y no por distribuidores o importadores.
- Acompañar a cada lote de entrega los informes de ensayos respectivos. Se debe analizar cada lote.
- No utilizar pigmentos basados en óxido de plomo y cromatos.
- Proporcionar al Contratista la hoja de seguridad de todos los componentes del sistema de protección anticorrosiva.

## XII. Símbolos y Abreviaturas

<b>ASTM</b>	American Society for Testing and Materials) Sociedad Americana de Pruebas y Materiales.
<b>°C</b>	Grados Celsius.
<b>(COV's)</b>	Compuestos Orgánicos Volátiles.
<b>ISO</b>	(International Standards Organization) Organización Internacional de Normas.
<b>K</b>	Temperatura Termodinámica Kelvin.
<b>kPa</b>	Kilo Pascal.
<b>MPa</b>	Mega Pascal
<b>MTC</b>	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
<b>NACE</b>	(National Association of Corrosion Engineers) Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión.
<b>SSPC</b>	(Steel Structures Painting Council) Consejo de Pintado de Estructuras de Acero.
<b>UV</b>	Rayos ultravioleta.



LABORATORIO



DEE



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

## ANEXOS

### RECUBRIMIENTOS PARA OTRO TIPO DE ESTRUCTURAS



**LABORATORIO DEE**

**ANEXO A****RECUBRIMIENTOS PARA ESTRUCTURAS DE ACERO GALVANIZADO****A.01. PREPARACION DE SUPERFICIE**

Antes del pintado de superficies de acero galvanizado, limpiar mediante lavado a presión.

Preparar la superficie de acuerdo con la norma SSPC SP-16. Queda prohibido el uso de la arena debido a sus graves efectos sobre el medio ambiente y la salud humana.

La superficie debe estar completamente seca y libre de polvo en el momento en que el recubrimiento va a ser aplicado.

**A.02. MATERIALES**

El recubrimiento debe estar libre de materiales que puedan ser tóxicos al personal que las emplea bajo condiciones normales de uso, y deben cumplir los requerimientos establecidos en la Tabla N° A.01.

**Tabla N° A.01**  
**Descripción de sistemas de protección anticorrosiva**

Sistema No.	Descripción	%Sólidos en Volumen (mínimo)	Espesor por Capa Seca $\mu\text{m}$ (mils)	Espesor Total $\mu\text{m}$ (mils)	Aplicación
1	Imprimante epóxico con promotores de adherencia para superficies no ferrosas	45	25,4 – 50,8 (1,0 – 2,0)	177,8 – 254,0 (7,0 – 10,0)	Aspersión convencional o sin aire
	+ Epóxico de Altos Sólidos	80	101,6 – 127,0 (4,0 – 5,0)		
	+ Poliuretano de Altos Sólidos	70	50,8 – 76,2 (2,0 – 3,0)		
2	Epóxico de Altos Sólidos	80	101,6 – 127,0 (4,0 – 5,0)	177,8 – 228,6 (7,0 – 9,0)	Aspersión convencional o sin aire
	+ Poliuretano de Altos Sólidos	70	76,2 – 101,6 (3,0 – 4,0)		

Se debe contar con la información del fabricante del recubrimiento en cuanto a su aplicabilidad sobre estructuras galvanizadas.





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

### **A.03. APLICACIÓN**

La aplicación de los recubrimientos deberá ajustarse a las recomendaciones del fabricante de recubrimientos así como lo estipulado en la presente especificación.

El recubrimiento debe ser aplicado de acuerdo a la Tabla N° A.01, para producir una apariencia uniforme. En el caso de estructuras nuevas el sistema N° 1 y en el caso de estructuras antiguas el Sistema N° 2.

Las secciones de esta especificación, referentes a protección del medio ambiente, público y trabajadores; manejo y manipulación de desechos; y responsabilidades individuales; son de aplicabilidad en las actividades efectuadas con estructuras de acero galvanizado.



**LABORATORIO**



**DEE**

## **ANEXO B**

### **RECUBRIMIENTOS PARA CONCRETO**

#### **B.01. PREPARACION DE SUPERFICIE**

Antes el pintado de superficies de concreto, los compuestos de curado deben ser retirados de la superficie mediante limpieza con aire con abrasivo de acuerdo con los requerimientos de la norma ASTM D4259. La superficie limpiada debe tener una rugosidad, apariencia de textura adecuada.

El concreto nuevo debe tener por lo menos 28 días antes de ser pintado.

La identificación y reparación de defectos en el concreto son tratadas en la norma SSPC-SP 13/NACE No. 6.

La superficie de concreto debe estar completamente seca y libre de polvo en el momento en que la pintura va a ser aplicada.

Cualquier procedimiento de secado artificial y mecánicos debe estar sujeto a la aprobación por el Responsable de Obra.

#### **B.02. MATERIALES**

##### **PINTURA ACRILICA EMULSIONADA**

La pintura debe estar libre de materiales que puedan ser tóxicos al personal que las emplea bajo condiciones normales de uso.

#### **B.03. APLICACIÓN**

El recubrimiento debe ser aplicado en no menos de dos aplicaciones para producir una apariencia uniforme, de acuerdo a las instrucciones del fabricante del recubrimiento y la norma SSPC-PA 7.





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

“Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”  
“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria”

## ANEXO C

### RECUBRIMIENTOS PARA ESTRUCTURAS DE MADERA

#### C.01. PREPARACION DE SUPERFICIES

La pintura craqueada o descortezada, suciedad u otro material extraño debe ser removido mediante lijado, raspado u otros medios antes del pintado. El contenido de humedad de la madera no debe ser más de 20% en el momento de la primera aplicación.

#### C.02. MATERIALES

##### PINTURA IMPRIMANTE BASE LÁTEX PARA MADERA

El imprimante debe estar libre de materiales que puedan ser tóxicos al personal que las emplea bajo condiciones normales de uso.

##### PINTURA BASE LATEX PARA MADERA

La pintura debe estar libre de materiales que puedan ser tóxicos al personal que las emplea bajo condiciones normales de uso.

#### C.03. APLICACIÓN

Cuando sea permitido por escrito por el Responsable de Obra, la primera aplicación de pintura puede ser aplicada antes de la instalación.

Una estructura nueva de madera requiere ser pintada con 3 aplicaciones de pintura, la cual consta de una aplicación de imprimante y dos de recubrimiento final.

La estructura de madera anteriormente pintada debe ser recubierta con 2 aplicaciones de recubrimientos final. La madera desnuda debe ser recubierta con una aplicación del imprimante.

Después de que la estructura este en el lugar de la obra, las rajaduras, grietas, agujeros de clavos, u otras depresiones deben ser nivelados con la superficie y dejadas secar antes del primer recubrimiento final de pintura.



LABORATORIO



DEE