

## ARTÍCULO 700 - 07

### LÍNEAS DE DEMARCACIÓN Y MARCAS VIALES

#### 700.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y colores que indiquen los planos del proyecto o establezca el Interventor.

#### 700.2 MATERIALES

Se podrán utilizar pinturas de aplicación en frío, resinas termoplásticas, materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío. La selección del material para utilizar para un caso específico se hará de acuerdo al criterio descrito en el numeral 700.4.1 de este Artículo.

##### 700.2.1 Pintura de aplicación en frío

Se considerará que la pintura se clasifica en dos grupos: (i) de base de agua y (ii) de base de solventes.

El agua utilizada para la disolución de la pintura, deberá poseer la condiciones mínimas especificadas por el fabricante; los solventes utilizados en pinturas deberán cumplir con la cantidad máxima indicada en la NTC 1102 de benceno, metanol, y compuestos organoclorados.

Todo envase de pintura deberá estar rotulado según los requerimientos mínimos de la norma NTC 1360-1.

##### 700.2.1.1 Características de la pintura líquida

###### a. Color y estabilidad

Blanco o amarillo, que cumplan con los requerimientos de color y patrones indicados en la norma NTC 1360-1 o la Tabla 700.1.

Tabla 700.1  
Valores de color de pintura para demarcación de aplicación en frío

CARACTERÍSTIC	COLOR	
	AMARILLO	BLANCO
A	mínimo 70	mínimo 80
L	entre 15 y 26	entre -0.3 y -2.2
a	mínimo 72	entre 2 y 6
b		

El cambio de color debe cumplir para pinturas blancas que  $\Delta E \leq 6$ , y para pinturas amarillas que  $\Delta E \leq 10$ , cuando el tiempo de ensayo sea de 300 horas para ambos casos. La medición del color debe ser efectuada de acuerdo a la norma ASTM D 1535, la determinación de la estabilidad del color después de realizar el ensayo de acuerdo a la norma ASTM G 53, y se calcula la diferencia de color de acuerdo con la norma ASTM D 2244.

#### **b. Composición**

- Pigmento: entre cincuenta y sesenta por ciento (50% - 60%), en masa.
- Agentes de unión: entre cuarenta y cincuenta por ciento (40% - 50%), en masa.
- Ligante: copolímero acrílico de bajo peso molecular y liberación rápida de solventes.

Se podrán emplear otras composiciones, siempre y cuando las pinturas acabadas cumplan las exigencias de la presente especificación.

#### **c. Tiempo de secado**

- Al tráfico: máximo treinta (30) minutos, sin transferencia de pintura a ninguna de las llantas de un vehículo.
- No "pick up": tiempo menor o igual a quince (15) minutos para capas de treinta y ocho centésimas de milímetro (0.38 mm) (15 mils), a una temperatura de veinte más o menos dos grados Celsius ( $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y una humedad relativa de sesenta más o menos cinco por ciento ( $60\% \pm 5\%$ ).

Se considera tiempo de secado no "pick up" cuando una película de pintura ha llegado a una fase donde no se adhiere a la cubierta de un neumático que pase sobre ella; el ensayo se hace de acuerdo con el método de la norma ASTM D-711.

#### **d. Viscosidad**

Deberá estar comprendida entre setenta y cinco y noventa y cinco (70 y 95) unidades Krebs, a una temperatura de veinticinco grados Celsius ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Esta determinación se hará según la norma NTC 559.

#### **e. Contenido de agua**

Para pinturas en base de solventes diferente al agua, no mayor del medio por ciento (0.5%) en masa, para pinturas en disolución.

#### **f. Masa unitaria**

La masa unitaria de la pintura a una temperatura de veinticinco grados Celsius ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) deberá corresponder a la indicada por el fabricante, no podrá variar en más de 0.05 g/ml de la especificada. El ensayo se realizará de acuerdo con la norma NTC 561.

**g. Conservación en el envase.**

La pintura seleccionada para homologación, al cabo de seis (6) meses de la fecha de fabricación, habiendo permanecido al interior y con temperatura entre cinco y treinta y cinco grados Celsius (5 °C y 35 °C), no mostrará sedimentación excesiva en envase lleno y recientemente abierto. Se deberá poder redispersar a un estado homogéneo por agitación con espátula, después de lo cual no presentará coágulos, natas, depósitos duros, ni separación de color. En todo cuñete o envase de pintura deberá aparecer la marca del fabricante y la fecha de producción. Nunca se aplicarán pinturas con más de un año de elaboración o sin etiqueta de fecha de producción.

**h. Estabilidad en envase lleno**

La pintura no aumentará su consistencia o viscosidad en más de diez (10) unidades Krebs para pinturas en base en agua y en más de cinco (5) unidades Krebs para pinturas en base en solventes.

El ensayo que se utilizará para evaluar esta variación, será el indicado en la norma NTC 845.

**i. Estabilidad a la dilución**

La pintura permanecerá estable y homogénea no originándose coagulaciones ni precipitados, cuando se diluya una muestra de ochenta y cinco centímetros cúbicos (85 cm<sup>3</sup>) de la misma con quince centímetros cúbicos (15 cm<sup>3</sup>) de toluol o del disolvente indicado por el fabricante, si explícitamente éste así lo indica.

Los ensayos de estabilidad se realizarán según la norma MELC 12.77

**j. Propiedades de aplicación**

La pintura será formulada y procesada específicamente para ser usada como ligante de microsferas, en tal forma que se produzca el máximo de adhesión, refracción y reflexión.

Cualquier acción capilar de la pintura deberá ser lo suficientemente pequeña para no producir cubrimiento total de las esferas de mayor tamaño.

La pintura deberá ser de aplicación fácil y uniforme mediante equipos mecánicos de demarcación y deberá tener excelentes propiedades de cubrimiento, según la norma MELC 12.03.

**k. Finura**

La pintura deberá ser bien mezclada durante el período de manufactura y los pigmentos que se incorporen serán adecuadamente pulverizados, con una finura de dispersión en unidades Hegman de tres (3), de acuerdo a la norma NTC 557.

**l. Contenido de dióxido de titanio**

La pintura de color blanco deberá tener, como mínimo, un diez por ciento (10%) de contenido en masa de pigmento de dióxido de titanio, determinado según la norma NTC 1323. El porcentaje en

masa de dióxido de titanio no diferirá en más de dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) del valor indicado por el fabricante.

**m. Contenido en sólidos. (Materia no volátil)**

El porcentaje en volumen o masa de materia no volátil no podrá ser menor de lo indicado en la Tabla 700.2. La determinación se realizará de acuerdo con las normas NTC 1786 y NTC 1227, respectivamente.

Tabla 700.2  
Contenido mínimo de sólidos

PINTURA	CONTENIDO DE SÓLIDOS EN VOLUMEN (VOL./VOL.)	CONTENIDO DE SÓLIDOS EN MASA (MASA/MASA)
Base agua	$\geq 60\%$	$\geq 70\%$
Base solvente	$\geq 50\%$	$\geq 60\%$
Norma de ensayo	NTC 1786	NTC 1227

El porcentaje en masa de materia no volátil no diferirá en más de dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) del valor indicado por el fabricante.

**n. Contenido en ligante**

Realizado el ensayo según la norma UNE 48-238, el porcentaje en masa de ligante no diferirá en más de dos por ciento ( $\pm 2\%$ ) del valor indicado por el fabricante.

**700.2.1.2 Características de la pintura seca**

**a. Aspecto**

Después de aplicada la pintura en una lámina de vidrio y dejándola secar durante veinticuatro (24) horas a veinte más o menos dos grados Celsius ( $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y sesenta más o menos cinco por ciento ( $60\% \pm 5\%$ ) de humedad relativa, tendrá aspecto uniforme, sin granos, ni desigualdades en el tono del color y con brillo satinado (cáscara de huevo).

**b. Color**

Al secarse sobre la superficie de un pavimento, la pintura no deberá oscurecerse con la acción del sol, ni presentar decoloración apreciable con el tiempo.

Una película delgada de pintura esparcida en una placa de vidrio y dejada secar completamente, no deberá oscurecerse, ni tampoco decolorarse cuando se la someta a la acción de los rayos ultravioletas por un período de sesenta (60) minutos.

**c. Flexibilidad**

La pintura aplicada en espesor de ocho centésimas de milímetro (0.08 mm), no deberá presentar desprendimiento ni agrietamiento al doblar la muestra sobre un eje de nueve y medio milímetros

(9.5 mm) de diámetro, veinticuatro horas (24 h) después de aplicada y mantenida en este lapso de manera horizontal a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25 °C) y una humedad relativa de cincuenta por ciento (50%).

#### **d. Adherencia**

Al secarse sobre el pavimento de una vía, cuarenta y ocho (48) horas después de aplicada, la pintura deberá constituir una capa con fuerte adherencia, sin desprenderse cuando se trate de levantar con la uña.

#### **e. Sangrado**

La relación de contraste será mínimo de 0.9, y el ensayo se hará de acuerdo con las normas ASTM D 868 y D 969.

#### **f. Resistencia a la inmersión en agua**

Al preparar una muestra de pintura de acuerdo con las normas NTC 1114, ASTM D 870 y ASTM D 1647, y después de veinticuatro (24) horas de inmersión a temperatura ambiente, ésta no deberá presentar ningún cuarteamiento, desprendimiento, hinchazón, decoloración o arrugas.

#### **g. Resistencia a los álcalis**

Al aplicar la pintura con un espesor de película seca de quince centésimas de milímetro (0.15 mm), sobre una placa de vidrio preparada adecuadamente para tal efecto, dejándola secar durante setenta y dos (72) horas a una temperatura de veinte más o menos dos grados Celsius ( $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ), y sesenta más o menos cinco por ciento de humedad relativa ( $60\% \pm 5\%$ ), colocándola luego en una solución saturada de hidróxido de calcio y después de dieciocho (18) horas de inmersión a temperatura ambiente y de dos (2) horas de recuperación fuera de ésta, no deberá presentar cuarteamiento, ampollamiento, perforaciones diminutas (punta de alfiler), desprendimientos, arrugas, ni decoloración.

#### **h. Resistencia a la abrasión**

Una capa de pintura húmeda de seis décimas de milímetro (0.6 mm.), al secarse, deberá resistir, como mínimo, la caída libre de cien decímetros cúbicos ( $100\text{ dm}^3$ ) para pinturas en base de agua u ochenta decímetros cúbicos ( $80\text{ dm}^3$ ) para pinturas en base de solventes del abrasivo dióxido de aluminio, desde una altura de noventa y un centímetros con cuarentas y cuatro centésimas (91.44 cm) sin que se produzca en ella una zona desgastada de forma elíptica de cuatro milímetros (4 mm) de diámetro o mayor. El ensayo se realiza de acuerdo con la norma IRAM 1221.

### **700.2.2 Resina termoplástica**

#### **a. Color**

Blanco o amarillo, definidos por las coordenadas cromáticas del Sistema Colorimétrico Estándar CIE 1931, según la Tabla 700.3.

Tabla 700.3  
Coordenadas cromáticas de color para resina termoplástica

COLOR	COORDENADAS CROMÁTICAS								FACTOR DE LUMINANCIA	
	1		2		3		4		Demar- cación	Labora- torio
	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	> 0.30	> 84
Amarillo	0.494	0.427	0.545	0.455	0.465	0.535	0.427	0.483	> 0.20	> 40

### b. Composición

La composición de las resinas termoplásticas blanca y amarilla deberá cumplir con lo relacionado en la Tabla 700.4.

Tabla 700.4  
Composición de resinas termoplásticas blanca y amarilla

ELEMENTO	COLOR	
	BLANCO	AMARILLO
Aglutinante	18% mínimo	18% mínimo
Dióxido de titanio	10% mínimo	0
Microesferas de premezclado	25% mínimo	25% mínimo
Pigmento amarillo	0	4% mínimo

### c. Masa unitaria

La masa unitaria del material después de su fusión, será de dos, más o menos dos décimas de kilogramo por litro ( $2.0 + 0.2$  kg/l). La determinación se hará de acuerdo con las normas MELC 12.132 o ASTM D 70.

### d. Punto de reblandecimiento

El punto de reblandecimiento, determinado por el método de anillo y bola, según la norma INV E-712, no será inferior a ciento cinco grados Celsius ( $105$  °C).

### e. Resistencia al flujo

La disminución en la altura del cono de material termoplástico, después de haber sido sometido a sesenta, más o menos dos grados Celsius ( $60$  °C  $\pm$   $2$  °C) durante veinticuatro (24) horas, no será mayor del dos por ciento (2%), según las normas UNE 135-223 o MELC 12.131.

### f. Temperatura de inflamación

El material termoplástico se funde en un baño de aceite a ciento ochenta grados Celsius ( $180$  °C), homogeneizándolo mediante agitación durante al menos dos (2) horas. Una vez lograda la perfecta homogeneidad y fluidez de la muestra, se vierte en el vaso abierto de Cleveland de manera que la

parte inferior de su menisco quede a un (1) centímetro de la marca de llenado, con el fin de prevenir desbordamientos del material durante el posterior calentamiento en la realización del ensayo. Si se añade un exceso de muestra se puede eliminar con una espátula o cucharilla en caliente.

Realizado el ensayo en el vaso abierto de Cleveland, según las normas MELC 12.133, UNE 104-281 o ASTM D 92, la temperatura de inflamación no será inferior a doscientos cincuenta grados Celsius (250 °C).

#### **g. Factor de luminancia**

Empleando un observador patrón 2°, geometría de medida 45/O y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante D65, el valor del factor de luminancia (B) será al menos de ochenta centésimas (0.80) para el color blanco y cuarenta centésimas (0.40) para el color amarillo (normas UNE 48-073/2 o ISO 7724/2 o ASTM E97).

#### **h. Estabilidad al calor**

El valor del factor de luminancia después de mantener el material a doscientos más o menos dos grados Celsius ( $200^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante seis (6) horas con agitación continua, no variará en más de 3 centésimas (0.03). (Norma BS 3262-1)

#### **i. Envejecimiento artificial acelerado**

Se preparan dos probetas aplicando una película de material mediante un extendedor adecuado, a un rendimiento aproximado de dos mil seiscientos gramos por metro cuadrado ( $2.600\text{ g/m}^2$ ), sobre un recipiente de aluminio de ciento cincuenta milímetros (150 mm) por setenta y cinco milímetros (75 mm), por seiscientos veinticinco milímetros (625 mm), previamente desengrasado con disolvente; se dejan secar durante siete (7) días, en posición horizontal a veintitrés más o menos cinco grados Celsius ( $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) y cincuenta más o menos cinco por ciento ( $50\% \pm 5\%$ ) de humedad relativa, protegidas de la radiación solar y del polvo, midiéndose inmediatamente antes de comenzar este ensayo, su color y factor de luminancia sobre la superficie exterior de la película (norma ASTM G-53). Realizado el ensayo durante ciento sesenta y ocho (168) horas, en ciclos de ocho (8) horas de radiación UV de longitud de onda comprendida entre doscientos ochenta (280) nm y trescientos diez y seis (316) nm a sesenta más o menos tres grados Celsius ( $60^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) y cuatro (4) horas de condensación a cincuenta más o menos dos grados Celsius ( $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), no se deberá producir un aumento o disminución en el factor de luminancia superior a cinco centésimas respecto al valor original. Por otra parte, el material aplicado después del ensayo y observado dos (2) horas después de su aplicación, no presentará defecto superficial alguno. (Normas UNE 48-251 o ASTM D 4587).

#### **j. Resistencia a la abrasión**

Aplicado el material con un rendimiento tal que permita obtener un espesor de un milímetro (1 mm) y ensayada la muestra con un abrasímetro Taber con ruedas calibradas tipo H-22, con una masa de quinientos gramos (500 g) y en húmedo, no se deberá producir una pérdida de masa mayor de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) al cabo de cien (100) revoluciones.

### **700.2.3 Microesfera de vidrio**

#### **700.2.3.1 Características**

##### **a. Naturaleza**

La microesfera de vidrio deberá ser de tal naturaleza, que permita su incorporación a la pintura inmediatamente después de aplicada, de modo que su superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura y su retroreflexión sea satisfactoria para las líneas y demás marcas viales.

##### **b. Microesferas defectuosas**

Las microesferas deberán ser transparentes e incoloras, libres de defectos y de material extraño, no deberán tener ninguna lechosidad, ni contener nubes ni burbujas de aire que puedan afectar su funcionamiento; un máximo de tres por ciento (3%) podrán estar rayadas, quebradas o con partículas de vidrio angulares, en una muestra de diez gramos (10 g) al ser extendida formando una capa delgada sobre un papel bond blanco y tomando tres (3) muestras de cien (100) microesferas al azar, examinadas con un microscopio con aumento 20X, provisto de un analizador de luz polarizada. El porcentaje de microesferas defectuosas se calculará a partir del promedio de los resultados de tres (3) ensayos.

La cantidad máxima de microesferas de vidrio defectuosas (ovoides, deformadas, con bolsas gaseosas, con germinados) deberá ser del veinticinco por ciento (25%). La determinación se hará de acuerdo con la norma UNE 135-282-94.

##### **c. Composición**

Las microesferas de vidrio deberán contener un mínimo de sesenta y cinco por ciento (65%) de sílice y estar libres de plomo, excepto como impureza no superior a tres por ciento (3%), en masa, de la cantidad total.

##### **d. Índice de refracción**

El índice de refracción de las microesferas de vidrio se determina usando el método de inmersión en líquido con una fuente de luz blanca, a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25°C). Las microesferas deberán tener un índice de refracción mínimo de uno y medio (1.50). La medición se hará de acuerdo con la norma MELC 12.31

##### **e. Densidad**

La densidad de las microesferas de vidrio estará en el rango entre dos gramos con tres décimas y dos gramos con seis décimas por centímetro cúbico (2.3 a 2.6 g/cm<sup>3</sup>).

##### **f. Granulometría**

La granulometría de las microesferas de vidrio deberá estar dentro de los límites dados en las Tablas 700.5 y 700.6.

Tabla 700.5  
Límites de granulometría de esferas de postmezclado o tipo drop – on para pintura y resina termoplástica

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (%)	
NORMAL	ALTERNO	TIPO A	TIPO B
1180 µm	No. 16	100	-
850 µm	No. 20	75 – 95	100
600 µm	No. 30	65 – 95	75 – 95
425 µm	No. 40	-	30 – 60
300 µm	No. 50	15 – 35	10 – 25
180 µm	No. 80	-	0 – 5
150 µm	No. 100	0 – 5	-

Nota: Tipo B, para pintura de aplicación en frío.

Tabla 700.6  
Límites de granulometría de esferas de premezclado o tipo premix, para resina termoplástica

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (%)
NORMAL	ALTERNO	
1180 µm	No. 16	97 – 100
850 µm	No. 20	90 – 100
450 µm	No. 40	0 – 20

Si los documentos del proyecto lo consideran o si el Constructor propone una granulometría particular para obtener los valores de reflectividad exigidos, se puede emplear una granulometría diferente, con la autorización del Interventor, previos los análisis de resultados de pruebas de campo y laboratorio.

#### g. Resistencia a la fractura

La microesfera de vidrio deberá presentar una resistencia mínima a la fractura así:

- Para las microesferas de vidrio retenidas en el tamiz de 600 µm (No.30), ciento setenta y ocho Newton (178.0 N).
- Para las microesferas que pasen el tamiz de 600 µm (No.30) y queden retenidas en el tamiz de 425 µm (No.40): ciento treinta y tres Newton y cinco décimas (133.5 N).

#### h. Resistencia a la humedad

Las microesferas deberán fluir libremente al ser ensayadas con el siguiente procedimiento: En una probeta de cincuenta centímetros cúbicos (50 cm<sup>3</sup>) se colocan cien gramos (100 g) de microesferas y luego se vierte cuidadosamente agua destilada hasta cubrirlas con una lámina de dos y medio centímetros (2.50 cm), dejando reposar el sistema durante cinco (5) minutos.

Luego, se vierten las microesferas en un embudo de cristal de doce centímetros y siete décimas (12.7 cm) de diámetro, con un cañón de diez centímetros (10 cm) de longitud, orificios de entrada y salida de once centímetros y una décima (11.1 cm) de diámetro. Puede ser necesario golpear levemente el embudo para iniciar el flujo de las microesferas.

#### **i. Embalaje e identificación**

La microesfera de vidrio se deberá empaquetar en bolsas plásticas o de papel. Cada saco contendrá veinticinco kilogramos (25 kg). Cada saco deberá contener en la parte externa la siguiente información:

- Tipo de microesfera de vidrio
- Nombre y dirección del fabricante
- Fecha de fabricación
- Identificación de fabricación (Número de lote)
- Indicación de los tratamientos químicos especiales en caso de tenerlos
- Cantidad contenida en el saco en kilogramos
- Recomendaciones sobre bodegaje y arrume máximo

#### **700.2.3.2 Propiedades de aplicación**

Cuando se apliquen las microesferas de vidrio sobre la pintura, para convertirla en reflexiva por el sistema de postmezclado, con dosificaciones aproximadas de trescientos setenta gramos por metro cuadrado (370 g/m<sup>2</sup>) de microesferas y seiscientos sesenta gramos por metro cuadrado (660 g/m<sup>2</sup>) de pintura, las microesferas de vidrio fluirán libremente de la máquina dosificadora y la retroreflexión deberá ser satisfactoria para la señalización, de acuerdo al numeral 700.5.2.3 de este Artículo.

#### **700.2.4 Otros tipos de materiales**

Los requisitos sobre características, dosificación, instalación o ejecución de los trabajos, control y recibo de otros tipos de materiales como plásticos en frío y cintas preformadas, empleados en la demarcación de calles y carreteras, serán los establecidos en la NTC 4744, o normas que apliquen en cada caso específico y deberán ser objeto de una especificación particular.

### **700.3 EQUIPO**

La pintura de líneas y la realización de marcas viales se deberán realizar con un equipo que cumpla con lo especificado en la norma NTC 4744, en lo referente a este particular y en cada uno de sus puntos.

Se deberá disponer, además, de un camión con capacidad igual o superior a cinco (5) toneladas, adecuado para el transporte de los materiales hasta los frentes de trabajo, lo mismo que las señales verticales de tránsito, conos y barricadas necesarias para informar a los usuarios sobre el cierre de la vía o para restringir la velocidad de circulación cuando se pinta con vía abierta.

## **700.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

### **700.4.1 Selección del material de demarcación por utilizar**

Se utilizarán resinas termoplásticas o materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío, en la demarcación de carreteras con superficie de calzada en buen estado y tránsito promedio diario superior a cinco mil vehículos (>5000 veh). Igualmente, se deberán utilizar estos materiales en las líneas centrales, en carreteras de tipo montañoso en buen estado, con tránsito promedio diario superior a dos mil quinientos vehículos (>2500 veh). Las demás demarcaciones se harán con pinturas de aplicación en frío.

### **700.4.2 Preparación de la superficie**

La superficie que va a recibir el material de demarcación deberá estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento. La limpieza se efectuará por cualquier procedimiento que resulte aceptable para el Interventor.

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, antes de proceder a la aplicación de la pintura.

Cuando las líneas o marcas viales vayan a ser realizadas sobre un pavimento de concreto hidráulico, se deberán eliminar de la zona de colocación todos aquellos materiales utilizados en el proceso de curado del concreto, que aún se encuentren sobre la superficie.

El material de demarcación se aplicará sobre superficies rugosas que faciliten su adherencia; por lo tanto, aquellas superficies excesivamente lisas de morteros o concretos se tratarán previamente mediante chorros de arena, frotamiento en seco con piedra abrasiva de arenilla gruesa o solución de ácido clorhídrico al cinco por ciento (5%), seguida de posterior lavado con agua.

Las superficies de morteros o concretos hidráulicos que presenten eflorescencias, se humedecerán con agua aplicando a continuación, con una brocha, una solución de ácido clorhídrico al veinte por ciento (20%) y frotando, pasados cinco (5) minutos, con un cepillo de cerdas de acero, lavando a continuación con bastante agua para remover el ácido.

Antes de iniciar las operaciones de demarcación, el Constructor efectuará un cuidadoso replanteo que garantice, con los medios de demarcación de que disponga, una perfecta terminación. En caso de no tener un mejor sistema de referencia, se deberá crear una guía de referencia con puntos de 30 mm de diámetro espaciados preferiblemente cada 0.50 metros y máximo entre 5 y 10 metros, en curva y recta respectivamente, los cuales se realizarán con la misma pintura con la que se ejecutará el trabajo.

Cuando la demarcación vaya a ser aplicada sobre superficies previamente pintadas o demarcadas, el Constructor propondrá el tipo de tratamiento que ejecutará sobre ellas para garantizar la adherencia con el material nuevo, el cual se deberá someter a estudio y aceptación por parte del Interventor. Si es necesario retirar la pintura o cualquier otro material antiguo, éste deberá ser raspado o fresado por un medio aprobado por el Interventor, barriéndose a continuación el material desprendido.

En el caso de los pavimentos de concreto si el factor de luminancia del pavimento fuese superior a quince centésimas (0.15), evaluado de acuerdo con la norma UNE-E-1436, se deberá rebordear la línea por aplicar con un material apropiado de color negro, a ambos lados y con un ancho aproximadamente igual a la mitad (1/2) del correspondiente a la línea de demarcación.

### **700.4.3 Dosificación**

#### **700.4.3.1 Pintura de aplicación en frío**

La pintura se deberá aplicar longitudinalmente a lo largo de la vía, en un ancho de doce centímetros (12 cm), empleándose entre cincuenta y tres y cincuenta y seis (53 y 56) litros de pintura por kilómetro de línea efectiva aplicada, obteniéndose un espesor húmedo de treinta y ocho centésimas de milímetro (0.38 mm) (15 mils) y la microesfera a razón de ochocientos cuarenta gramos por litro (840 g/l) de pintura.

El Constructor someterá a estudio y aprobación del Interventor, el sistema de aplicación de la microesfera de vidrio; ésta se puede aplicar a presión o por gravedad, teniéndose en cuenta que la contracción que se presenta en el ancho de la lámina de la microesfera, cuando se aplica de la segunda forma, no sea menor que el ancho de la línea a demarcar, que la cantidad de microesfera sea homogénea en todo el ancho de la línea, que en ningún momento debe haber deficiencia en los extremos, ni exceso en la parte central de la línea y que cuando se aplica línea intermitente, caiga microesfera en toda la longitud de ella.

Cuando la microesfera se aplica a presión, se deberá regular la fuerza del compresor de manera tal, que se permita la mayor cantidad de este producto atrapada sobre la pintura húmeda.

#### **700.4.3.2 Resina termoplástica**

La resina termoplástica se debe aplicar por extrusión o pulverización longitudinalmente a lo largo de la vía y empleando entre seiscientos veinticinco y seiscientos setenta y cinco gramos (625g - 675g) por línea aplicada, para obtener un espesor seco de dos milímetros y 3 décimas de milímetro (2.3mm) (90 mils) y la microesfera a razón de novecientos más o menos cincuenta gramos por metro cuadrado ( $900 \pm 50$  g/m<sup>2</sup>) de termoplástico aplicado. Esta dosificación variara proporcionalmente de acuerdo con el ancho de la línea y el espesor de la película.

#### **700.4.4 Cierre de la vía al tránsito**

El Constructor, en coordinación con la Policía de Carreteras, llevará a cabo los cierres de la vía que sean necesarios, para garantizar la seguridad de las operaciones de aplicación y el tiempo de secado de la pintura, efectuando la señalización temporal requerida, de manera aceptable para el Interventor. Cuando el volumen de tráfico es superior a mil vehículos por día (>1000 vehículos por día) y se va a restringir la circulación, se deberán programar, en coordinación con la Oficina de Comunicaciones del Instituto Nacional de Vías, cierres máximos de dos (2) horas con intermedios

de una (1) hora de circulación normal e informar por medios de comunicación hablados y escritos sobre esta situación, tres (3) días hábiles antes de iniciar las labores.

#### **700.4.5 Aplicación de los materiales**

##### **700.4.5.1 Pintura de aplicación en frío**

La pintura y las microesferas de vidrio se deberán suministrar ya preparadas y listas para su empleo y no se les deberá agregar ni quitar ningún componente en el sitio de los trabajos.

Únicamente podrán ser usados los tipos de disolventes especificados por el fabricante de la pintura de tráfico. Es admisible un máximo de tres por ciento (3%) en volumen, para permitir un fácil fluido de la pintura por las pistolas, y nunca se entenderá como un rendidor de ella.

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

La microesfera se deberá dispersar uniformemente en la película de pintura fresca, la cual deberá ligarla de manera de lograr la máxima adhesión y agarre de las esferas, pero sin afectar los grados de refracción y reflexión de éstas.

##### **700.4.5.2 Resina termoplástica**

Para la resina termoplástica se deberá tener en cuenta que ésta y las microesferas de vidrio se deberán suministrar ya preparadas y listas para su empleo y no se les deberá agregar ni quitar ningún componente en el sitio de los trabajos.

La resina termoplástica se deberá aplicar 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.

La microesfera de vidrio se deberá dispersar uniformemente sobre la película de resina en estado líquido, la cual deberá ligarla de manera que se logre la máxima adhesión y agarre de las esferas, pero sin afectar los grados de refracción y reflexión de éstas.

##### **700.4.5.3 Consideraciones adicionales**

Toda demarcación que no resulte satisfactoria para el Interventor en cuanto a acabado, alineamiento longitudinal y reflectividad deberá ser corregida o removida por el Constructor mediante fresado o algún otro procedimiento apropiado, sin costo para el Instituto Nacional de Vías. En ningún evento se deberá utilizar pintura negra de tráfico. Igual tratamiento se deberá dar a toda la demarcación colocada en forma diferente a los planos o las instrucciones del Interventor y que, a juicio de éste, pueda generar confusión o inseguridad a los usuarios de la vía.

El Constructor deberá remover, a su costa, toda pintura, resina termoplástica o cualquier otro material utilizado que presente problemas de adherencia con la superficie.

#### **700.4.6 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirá la aplicación de pintura en instantes de lluvia, ni cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea inferior a cinco grados Celsius (5°C).

No se permitirá la aplicación de resina termoplástica en instantes de lluvia, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a doce grados Celsius (12 °C) o la temperatura del pavimento sea inferior a nueve grados Celsius (9 °C). Durante el calentamiento del termoplástico, nunca se deberá exceder de doscientos treinta y dos grados Celsius (232 °C). El material termoplástico se podrá recalentar, como máximo tres (3) veces.

Nunca se deberá mantener el material termoplástico por encima de doscientos cuatro grados Celsius (204 °C) durante más de seis horas. Cuando se aplique material termoplástico sobre concreto hidráulico o sobre un pavimento asfáltico con agregados expuestos, se deberá aplicar previamente, un imprimante para mejorar el enlace de unión entre el pavimento y el termoplástico.

No se deberá aplicar termoplástico cuando haya humedad en el pavimento. Para determinar su existencia, se deberá hacer la siguiente prueba: pegar en la superficie del pavimento con cinta de enmascarar o cualquier otro tipo de cinta, un trozo de plástico delgado de aproximadamente cincuenta centímetros cuadrados (50 cm<sup>2</sup>), teniendo cuidado de sellar todos los bordes. Después de quince (15) minutos se examinan el plástico y la vía y si hay agua condensada en alguno de ellos, se considerará que el pavimento está húmedo.

Tampoco se podrán aplicar elementos de demarcación cuando, a juicio del Interventor, el viento sea muy fuerte, igual o superior a 25 kilómetros por hora ( $\geq 25$  Km/h), a menos que el Constructor utilice barreras u otros dispositivos que disminuyan la velocidad del viento en la zona de aplicación, y, en el caso de la pintura cuando la temperatura de la superficie a demarcar sea superior a cuarenta grados Celsius ( $> 40$  °C), a no ser que el fabricante de la pintura recomiende su aplicación a estas temperaturas.

No se permitirá la colocación de las líneas de demarcación o de marcas viales en áreas agrietadas de pavimento, con desplazamientos o donde existan fallas del material de la base subyacente.

#### **700.4.7 Apertura al tránsito**

Las superficies demarcadas deberán ser protegidas contra cualquier tipo de tránsito, hasta el instante en que el recubrimiento se encuentre perfectamente seco. Dicho instante será definido por el Interventor.

#### **700.4.8 Manejo ambiental**

Todas las labores de ejecución de líneas de demarcación y marcas viales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

## **700.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

### **700.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Verificar la instalación de la señalización temporal para informar del cierre parcial de la vía o restricción de la velocidad de circulación, cuando la demarcación se hace con vía abierta.
- Comprobar que los materiales cumplan con los requisitos de calidad exigidos en el numeral 700.2.
- Comprobar que los materiales se apliquen uniformemente y en los sitios previstos.
- Verificar la adhesión, acabado y reflectividad de la pintura colocada.
- Verificar como mínimo: (i) el alineamiento de las marcas viales cada dos kilómetros; (ii) el ancho de la línea cada kilómetro, y (iii) la separación entre líneas y ancho de carriles cada cinco kilómetros; o en los sitios que lo considere pertinente el Interventor.
- Verificar el cumplimiento sobre las distancias de prohibido adelantamiento, en curvas verticales y horizontales y en zonas con esta restricción en tramo recto, donde la distancia de visibilidad de adelantamiento sea mayor que la distancia de visibilidad del sector. Para ello, se le deberán indicar claramente al Constructor, las velocidades de operación en cada uno de los sectores, para poder hacer estas mediciones, de acuerdo con lo expresado en el "Manual de Señalización Vial" publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004.
- Medir, para efectos de pago, las líneas y marcas ejecutadas correctamente, en un todo de acuerdo a esta especificación.

### **700.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

#### **700.5.2.1 Acabado**

##### **700.5.2.1.1 Pintura de aplicación en frío**

Las líneas serán razonablemente uniformes y libres de irregularidades. La uniformidad se determinará tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre No.16 de diez centímetros (10 cm) por quince centímetros (15 cm), las cuales se colocarán cada quinientos metros (500 m). Cuando se hace la toma de la muestra, se interrumpe la pistola de aplicación de microesfera. Inmediatamente, estando húmeda la pintura, con una galga (micrómetro para medir espesores húmedos de pintura) se medirá el espesor aplicado.

Las cantidades de pintura y microesfera aplicada se determinarán tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre No. 16 de quince centímetros (15cm) por veinticinco centímetros (25 cm), las cuales se colocarán cada cinco mil metros (5000 m).

La muestra de pintura con microesfera seca se colocará dentro de un disolvente que deshaga la pintura. Al tamizar el material disuelto en el tamiz de setenta y cinco micras ( $75\mu\text{m}$ ), queda atrapada la microesfera aplicada. Conociendo la masa de la lámina galvanizada, la masa total de ésta con pintura y microesfera, la densidad, el contenido de sólidos y el área de pintura en la lámina, se determinará la cantidad real de pintura y microesfera aplicada al realizar las líneas o marcas viales.

La toma de la muestra se realizará cuando el vehículo esté aplicando pintura y microesfera de vidrio a la vez. En seguida, se tomará una muestra de medio litro (0.5 l) de la pintura que está saliendo por la pistola. De la muestra de pintura líquida se determinarán en el laboratorio la densidad y el contenido de sólidos.

#### **700.5.2.1.2 Resinas termoplásticas**

Las cantidades y uniformidad de termoplástico y microesfera aplicada se determinarán tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre No. 16 de quince centímetros (15 cm) por veinticinco centímetros (25 cm), las cuales se colocarán cada cinco mil metros (5000 m).

Se atenderán los demás requisitos establecidos en este Artículo y los especificados en la norma NTC 4744.

#### **700.5.2.2 Dimensiones y tolerancias**

- Las franjas que correspondan a las denominadas marcas longitudinales en el "Manual de señalización vial" publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004 deberán tener un ancho mínimo de doce centímetros (12 cm).
- Las demás marcas deberán tener las dimensiones y separaciones que se indiquen en los planos del proyecto, las cuales deberán estar de acuerdo con lo que reglamente el "Manual de señalización vial" publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004.
- El espesor mínimo de película húmeda de pintura será de 0.38 mm (15 mils) y para el caso de resinas termoplásticas de 2.3mm (90 mils).
- Las longitudes de segmentos y espacios tendrán una relación de longitudes de 3 a 5. Serán de cuatro metros y medio (4.5 m) y siete metros y medio (7.5 m) respectivamente, en zona rural y de tres metros (3.0 m) y cinco metros (5.0 m) en zona urbana.
- La desviación máxima permitida (flecha), en cualquier tramo en línea recta, será de cinco centímetros (5 cm), en una distancia de cincuenta metros (50 m).
- Se atenderán las demás disposiciones del "Manual de señalización vial", publicado por el Ministerio de Transporte de Colombia en el año 2004 y las de la norma NTC 4744.

#### **700.5.2.3 Reflectividad**

A las líneas y marcas con pintura o termoplástico, una vez aplicadas, se les medirá la reflectividad y se deben obtener valores mayores o iguales a doscientos (200) milicandelas/m<sup>2</sup>/lux para pintura amarilla y doscientos cincuenta (250) milicandelas/m<sup>2</sup>/lux para pintura blanca en cualquier sitio de

la vía demarcada. Estos valores son aplicables para vías con tránsito promedio diario menor o igual a 3000 vehículos (TPD $\leq$  3000 vehículos), siempre y cuando se cuente con un sistema de limpieza y mantenimiento adecuado que no deteriore la demarcación. Para volúmenes de tránsito mayores los valores de reflectancia serán los indicados en los documentos del proyecto.

Se deberá garantizar la reflectividad a largo plazo o luego de seis meses (6 meses) para la pintura o termoplástico. Al efecto, se deberán obtener valores mayores o iguales a ochenta ( $\geq$ 80) milicandelas/m<sup>2</sup>/lux para pintura amarilla y cien ( $\geq$ 100) milicandelas/m<sup>2</sup>/lux para pintura blanca en cualquier sitio de la vía demarcada.

La toma de datos se realizará por cada kilómetro de obra ejecutada en tres sitios y por cada línea. Un dato obtenido será el promedio de tres medidas realizadas en la misma línea dentro de una distancia de tres metros (3m), éstas deberán estar dentro del diez por ciento (10%) del promedio de las mismas o de lo contrario se deberán tomar dos o más lecturas adicionales para promediarse y verificar si el promedio está o no dentro de los rangos especificados.

Todas las medidas se tomarán en superficies limpias y secas, y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del equipo con que se realizan las mediciones, el cual suministrará los datos directamente en las unidades anotadas anteriormente.

En el caso que se obtengan valores por debajo del mínimo especificado se harán mediciones cada doscientos metros (250m) para identificar la zona no conforme, para que el Constructor tome las acciones correctivas que correrán a su costa.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, a plena satisfacción del Interventor.

## **700.6 MEDIDA**

### **700.6.1 Líneas de demarcación**

La unidad de medida de las líneas de demarcación será el metro lineal (m) aproximado al decímetro, de línea de demarcación continua o discontinua efectivamente aplicada sobre la superficie, de acuerdo con los planos del proyecto y esta especificación, a plena satisfacción del Interventor.

Si al medir las líneas de demarcación se obtiene una longitud con una fracción igual o superior a medio decímetro ( $\geq$ 0.5 dm), la aproximación se realizará al decímetro superior; en caso contrario, se aproximará al decímetro inferior.

### **700.6.2 Marcas viales**

La unidad de medida para las demás marcas viales será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado a la centésima de metro cuadrado, de superficie realmente pintada, medida en el sitio o terreno y aceptada por el Interventor.

No se medirá ninguna línea de demarcación o marca vial colocada por fuera de los límites autorizados por el Interventor.

### **700.7 FORMA DE PAGO**

El pago de las líneas de demarcación y demás marcas viales se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios y aplicación de la pintura en frío o resina termoplástica y la microesfera reflectiva u otros que haya lugar; todos los trabajos e insumos necesarios para preparar las superficies donde se aplicará el material de demarcación utilizado, incluyendo el imprimante si éste fuese necesario; la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos y el lapso posterior que fije el Interventor para la apertura al tránsito y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

### **ÍTEM DE PAGO**

700.1 Línea de demarcación con pintura en frío	Metro lineal (m)
700.2 Línea de demarcación con resina termoplástica	Metro lineal (m)
700.3 Marca vial con pintura en frío	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
700.4. Marca vial con resina termoplástica	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )