

703 Tachas electrónicas solares led

Artículo 703 - 22

703.1 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y colocación de tachas electrónicas solares LED en la superficie del pavimento, utilizando adhesivos adecuados para que resistan el tránsito automotor sin desprenderse, de acuerdo con esta especificación, el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte, los planos del proyecto y las instrucciones del interventor.

703.2 Materiales

703.2.1 Tachas

Las tachas reflejantes instaladas sobre el pavimento deben estar elaboradas con materiales metálicos, plásticos o similares de alta resistencia y el material reflectivo debe ser vidrio o acrílico de forma prismática o esférica. El espigo mejora la adherencia a la superficie de pavimento y puede ser metálico o plástico; en todo caso, debe garantizar una unión integral al cuerpo de la tacha reflectiva, no se permiten ensamblajes en obra.

Las tachas pueden ser retrorreflectivas en uno (1) o dos (2) sentidos y puede ser adicionalmente iluminadas internamente con luz continua, nunca destellante, algunas tachas pueden ser retrorreflectivas desde cualquier dirección. En casos de poca iluminación o en lugares de presencia de niebla, se pueden colocar tachas solares si los documentos del proyecto así lo indican.

Cuando se usen en vías unidireccionales pueden ser retrorreflectivas o iluminadas solo en el sentido del tránsito y en vías bidireccionales

deben ser retrorreflectivas o iluminadas en ambos sentidos.

No se permite el suministro e instalación de tachas que tengan adhesivo previamente instalado en su respaldo, cuyo período de tiempo comprendido entre su fabricación y su instalación exceda de doce (12) meses, independientemente de sus condiciones de almacenamiento.

Las tachas deben cumplir, además, los siguientes requisitos generales:

703.2.1.1 Clasificación

Las tachas electrónicas solares LED se deben clasificar por el tipo, color y características de sus superficies de acuerdo con las siguientes clasificaciones (no se deben aceptar otras diferentes a las indicadas aquí). Esta clasificación va de acuerdo con el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte y la NTC 4745 (ASTM D4280), vigentes.

703.2.1.1.1 Tipos de tachas electrónicas solares LED

Tacha solar LED electrónica bidireccional con LED de un solo color, por cara.

Tacha solar LED electrónica bidireccional con LED de dos colores, uno color por cada cara.

Tacha solar LED electrónica unidireccional con LED de un solo color.

703.2.1.1.2 Color de los LED de las tachas electrónicas solares LED

Los elementos retrorreflectivos de las tachas deben ser blancos para complementar una demarcación plana blanca, amarillos para complementar una demarcación amarilla, azules para aproximaciones a hospitales, clínicas y centros de atención médica, rojos para indicar al conductor que va en contra del sentido del tránsito o el ascenso a una rampa de emergencia y verdes utilizadas de forma temporal para obra. Queda a criterio del diseñador la utilización de estas.

La clasificación de colores es la siguiente:

- B : Blanco.
- A : Amarillo.
- R : Rojo.
- AZ: Azul.
- V : Verde.

703.2.1.1.3 Características de superficie

Designación H: Tacha con superficie de lente dura, resistente a la abrasión.

Designación F: Tacha con resistencia longitudinal suficiente para la aplicación en pavimentos de concreto asfáltico flexible.

Designación L: Tacha con elemento retrorreflectivo tipo LED o iluminado.

La clasificación debe incluir: tipo, color y condición de superficie (este último solo para el caso de tachas designadas como H), en el orden presentado en los numerales anteriores. Por ejemplo, ERBH, es una tacha bidireccional, roja y blanca, con superficie resistente a la abrasión.

Los documentos del proyecto deben indicar el tipo de tachas por utilizar.

703.2.1.2 Materiales y dimensiones

Debe estar constituido por materiales con resistencia adecuada al agua, las sustancias químicas y los rayos ultravioleta indicados para el uso previsto.

- La altura de la tacha no debe ser superior a veinte coma tres milímetros (20,3 mm).
- El ancho de la tacha no debe ser superior a ciento treinta milímetros (130 mm).
- El ángulo entre la superficie de la tacha y la base no debe ser superior a cuarenta y cinco grados (45°); si el ángulo entre la superficie de la tacha y la base es superior a cuarenta y cinco grados (45°), o si el frente de la tacha tiene protuberancias superiores a un milímetro (1 mm) entonces, como parte de la aceptación de tipo, la tacha se debe someter a un ensayo de seis (6) meses en la vía durante la época del año en que las condiciones climáticas y del tráfico son más críticas para la facilidad de limpieza. Esta característica se debe determinar midiendo al coeficiente de intensidad luminosa antes y después de lavar el lente de la tacha.
- La base de la tacha debe estar significativamente libre de grasa, esmaltes y sustancias que puedan reducir su capacidad adhesiva.
- La base de la tacha debe ser plana en un espacio de uno coma tres milímetros (1,3 mm). Si la base de la tacha está configurada, las superficies sobresalientes de las configuraciones no se deben desviar más de uno coma tres milímetros (1,3 mm) respecto de un plano.
- En caso de utilizarse tachas con espigo, este puede ser metálico o plástico, pero debe hacer parte integral de la tacha, no se deben permitir ensamblajes que no garanticen esa integralidad.

- Tachas electrónicas solares LED monocromáticas autónomas: son las tachas más sencillas y de mayor penetración del mercado, sus LED son de un solo color por cara y su intermitencia no tiene sincronismo con las demás tachas aledañas.
 - Tachas electrónicas solares LED monocromáticas sincronizables: varían de las anteriores en el hecho de que mediante la incorporación de un chip de radiofrecuencia, estas tachas se puedan comunicar entre ellas y así sincronizar sus intermitencias, acelerarlas, dar efecto “ola”, etc., todo controlado desde un dispositivo cercano o desde un centro de control remoto.
 - Tachas electrónicas solares LED RGB Full color sincronizables con semáforo: los elementos que proporcionan la iluminación deben contar con una capacidad tal que puedan emitir luz en los niveles y colores equivalentes a las luces de semáforo, programables desde la misma caja de control semafórico o bien desde la central de control para manejo del tráfico.
 - Tachas electrónicas solares LED RGB full color sincronizables con radar de velocidad para intersecciones con alto riesgo de accidente: deben contar con elemento electrónico que mediante su funcionamiento y la excitación producida por el desplazamiento de los vehículos, pueda conmutar la velocidad ($v=e/t$) de desplazamiento de los vehículos en diferentes sectores viales, y especialmente para control de zonas con riesgo de alta accidentalidad. Deben permitir el almacenamiento de información para controles estadísticos y de la misma manera, deben incrementar su ritmo de intermitencia y cambio de color para dar aviso a los conductores logrando una disminución del potencial de riesgo de accidente.
 - Tachas electrónicas solares LED RGB full color sincronizables con radar de velocidad y contador y clasificador vehicular: afinando el diagrama resultante del paso de cada vehículo por el sensor magneto-resistivo según el tamaño y la ubicación de sus masas férreas, se puede claramente diferenciar todas y cada una de las categorías de vehículos que pasen por los sensores teniendo adicionalmente la función de seguridad vial, un elemento que permite cuantificar el tráfico con aplicación para diferentes modelos técnicos y económicos relacionados con la infraestructura vial en tiempo real.
- Nota: Se puede aceptar otro tipo de construcción, siempre y cuando llene los requisitos de desempeño de esta especificación.
- ### 703.2.1.3 Resistencia a la adhesión
- Se debe medir el coeficiente de intensidad luminosa (R1) en las tachas después de someter toda la superficie del lente a la prueba descrita en la sección 9.5 de la NTC 4745 (ATM D4280) usando un equipo de caída de arena.
- Las tachas de fondo plano que pasen este ensayo con adhesivo epóxico se consideran también aceptables para uso con adhesivo bituminoso y termoplástico alquídico.
- ### 703.2.1.4 Resistencia a la abrasión
- Se debe medir el coeficiente de intensidad luminosa (R1) en las tachas después de someter toda la superficie del lente a la prueba descrita en la sección 9.5 de la NTC 4745 (ATM D4280) usando un equipo de caída de arena.
- Para las tachas designadas como H, se debe realizar, adicionalmente, el ensayo de resistencia a la abrasión, de acuerdo con el

numeral 9.2.2 de la norma NTC 4745 (ASTM D4280), en cuatro (4) caras reflectivas que hayan pasado el ensayo establecido en el numeral 9.2.1 de dicha norma.

El coeficiente de resistencia a la abrasión debe aplicarse igualmente a la superficie captora de la energía solar, garantizando que cumpla con los mismos requisitos.

Después de este ensayo, se debe medir nuevamente el coeficiente de intensidad luminosa, el cual se debe mantener dentro de los valores establecidos en la Tabla 703-1. Aplica igualmente para el elemento captor de la energía solar. La falla de más de un elemento debe

ser causa para rechazar el lote completo.

Después de esta prueba los valores de reflectancia de la tacha no deben ser menores a cero coma cinco (0,5) veces los valores de la Tabla 703-1 coeficiente de intensidad luminosa R1 del numeral 703.2.1.5.

703.2.1.5 Coeficiente de intensidad luminosa

El coeficiente de intensidad luminosa, medido de conformidad con el numeral 6.2.1 de la norma NTC 4745 (ASTM D4280), no debe ser menor a los valores establecidos en la Tabla 703-1.

Tabla 703-1 Coeficiente de intensidad luminosa R1

Entrada ángulo β_2	Ángulo observación °	Valor mínimo R1 milicandela por LUX, (mcd/lx)				
		Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul
0°	0,2°	279	167	70	93	26
+20° /- 20°	0,2°	112	67	28	37	10
Entrada ángulo β_2	Ángulo observación °	Valor mínimo R1 candelas por pie candela, (cd/pie ²)				
		Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul
0°	0,2°	3,0	1,8	0,75	1,0	0,28
+20° /- 20°	0,2°	1,2	0,72	0,30	0,4	0,11

Nota. El ángulo de componente de entrada (β_1) y el ángulo de rotación (ϵ) son cero grados (0°).

703.2.1.6 Resistencia a la flexión

Cuando se ensayen de acuerdo al numeral 9.2.1 de la norma NTC 4745 (ASTM D4280), las tachas deben soportar una carga de noventa y nueve kilogramos (909 kg) sin romperse y sin sufrir deformación mayor a tres coma tres milímetros (3,3 mm).

703.2.1.7 Resistencia a la compresión

Cuando se ensayen de acuerdo al numeral 9.2.2, de la norma NTC 4745 (ASTM D4280), las tachas deben soportar una carga de dos mil setecientos veintisiete kilogramos (2 727

kg) sin romperse y sin sufrir deformación mayor a tres coma tres milímetros (3,3 mm).

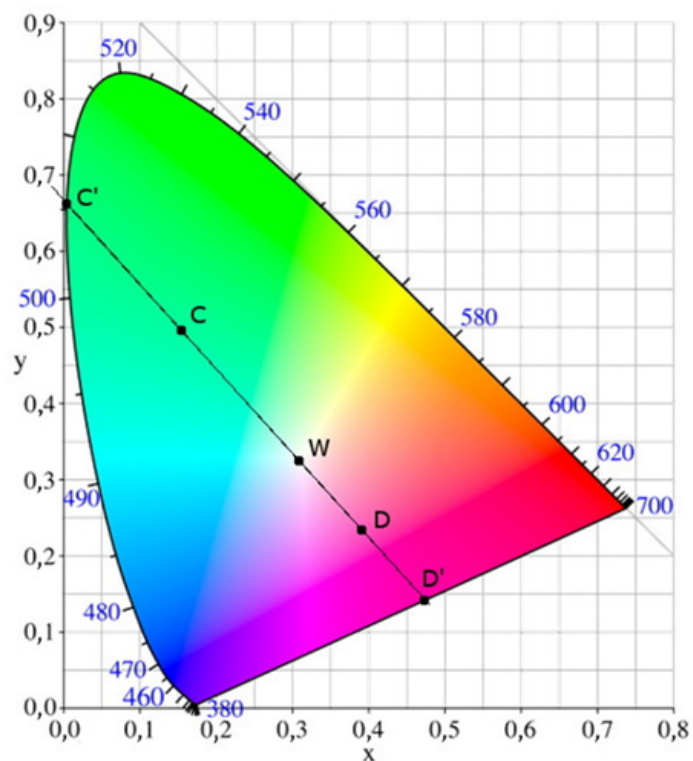
703.2.1.8 Color

Cuando el retrorreflector es iluminado por una fuente estándar CIE y cuando se mide según se indica en el numeral 9.3 de la NTC 4745 (ASTM D4280), el color de la luz retrorreflejada debe estar dentro de las gamas de color limitadas por las siguientes coordenadas de la Tabla 703-2 y son mostrados en la Figura 703-1 equivalente a la Figura 1 de la NTC 4745 (ASTM D4280), correspondiente a la gama de colores.

Tabla 703-2 Coordenadas de los puntos de esquinas

Color	Coordenada correspondiente a la X o Y	Puntos					
		1	2	3	4	5	6
BLANCO	X	0,310	0,453	0,500	0,500	0,440	0,310
	Y	0,348	0,440	0,440	0,380	0,380	0,283
AMARILLO	X	0,545	0,559	0,609	0,597	-	-
	Y	0,424	0,439	0,390	0,390	-	-
ROJO	X	0,650	0,668	0,734	0,721	-	-
	Y	0,330	0,330	0,265	0,259	-	-
AZUL	X	0,039	0,160	0,160	0,188	0,088	-
	Y	0,320	0,320	0,240	0,218	0,142	-
VERDE	X	0,009	0,288	0,209	0,012	-	-
	Y	0,733	0,520	0,395	0,494	-	-

Figura 703-1 Diagrama cromático



703.2.1.9 Resistencia del lente al agrietamiento (requisito aplicable solo a tachas designadas como H)

703.2.1.9.1 Resistencia del lente al impacto

Cuando se impactan según se indica en el numeral 9.4.1 de la norma NTC 4745 (ASTM D4280), la cara del lente no debe mostrar más de dos (2) grietas radiales con una longitud máxima de seis coma cuatro milímetros (6,4 mm). No debe haber grietas radiales que lleguen al borde de la superficie de resistencia a la abrasión. Adicionalmente, no se debe presentar ninguna separación de los componentes internos de la tacha.

703.2.1.9.2 Cambios cíclicos de temperatura

Cuando las tachas se sometan a cambios cíclicos de temperatura, de acuerdo con el numeral 9.4.2 de la NTC 4745 (ASTM D4280), no se debe producir ninguna grieta ni separación de los componentes internos de la tacha, incluido el elemento captor de energía solar.

703.2.1.9.3 Abrasión

Se debe realizar, adicionalmente, el ensayo de resistencia a la abrasión de acuerdo con el numeral 9.5 de la NTC 4745 (ASTM D4280); después de este ensayo, se debe medir nuevamente el coeficiente de intensidad luminosa, el cual debe mantenerse dentro de los valores establecidos en la Tabla 703-1. La falla de más de un elemento debe ser causa para rechazar el lote completo.

703.2.1.10 Muestreo

Para tachas que no son resistentes a la abrasión, el tamaño de muestra debe ser de veinte (20) tachas por cada lote de diez mil unidades (10 000 u) o menos, y cuarenta (40) tachas para lotes mayores de diez mil unidades (> 10 000 u). Para tachas con una superficie

resistente a la abrasión, son necesarias diez unidades (10 u) adicionales. El tamaño del lote no debe exceder de veinticinco mil unidades (25 000 u).

703.2.1.11 Empaque

Las tachas se deben distribuir en empaques adecuados para garantizar su protección y asegurar una entrega en perfectas condiciones.

Los empaques para despacho deben marcarse con el nombre y la dirección del fabricante, el tipo, el color, la cantidad contenida y el número de identificación del lote.

703.2.1.12 Adhesivo

El material destinado a adherir la tacha con el pavimento debe presentar unas características generales garantizadas por el fabricante, teniendo en cuenta el tipo y el estado del pavimento, además, el fabricante debe indicar la dosificación con la cual ha de aplicarse el producto. Se puede emplear material bituminoso y termoplástico o pegante epóxico de dos (2) o más componentes.

El adhesivo debe asegurar un tiempo de secado que no sobrepase veinticinco minutos (25 min) y que las tachas no sufran desplazamientos o movimientos al ser golpeadas por los vehículos después de transcurridas doce horas (12 h) desde su colocación.

El adhesivo no se puede emplear sin el visto bueno del interventor.

Para la instalación de las tachas sobre el pavimento, el adhesivo a aplicar debe cumplir con lo definido en la NTC 4745 (ASTM D4280).

703.2.1.12.1 Requerimientos mínimos para el pegante:

- Dilución: no se recomienda ningún tipo de dilución.
- Viscosidad: 110 – 120 KU.
- Humedad relativa máxima de aplicación: 85%.
- Temperatura mínima de aplicación: 5°C, el sustrato debe estar 3°C por encima del punto de rocío.
- Temperatura máxima de aplicación: 45°C del sustrato.
- Temperatura de almacenamiento: entre 4°C y 32°C bajo techo.

Se debe utilizar pegamento bituminoso para pegar tachas electrónicas solares LED cuando el sustrato es asfalto y epóxico cuando el sustrato es concreto hidráulico.

703.3 Equipo

Se debe disponer del equipo necesario para preparar la superficie del pavimento, para el transporte y colocación de las tachas, así como para la limpieza, recolección y retiro de los desperdicios de la superficie luego de terminados los trabajos.

- Taladro percutor, con fuente de energía.
- Broca nro. 11 o nro. 12 con punta de diamante.
- Soplador para limpieza de la superficie y el orificio.
- Espátula para aplicación del epóxico.
- Equipo de mezcla automática para adhesivo acelerado.
- Aplicador de fusión para el adhesivo de

asfalto.

- Herramienta menor.

703.4 Ejecución de los trabajos

703.4.1 Localización

El constructor debe localizar las marcas sobre el pavimento de acuerdo con los planos de señalización, el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte y las instrucciones del interventor.

Las tachas se deben instalar al lado derecho a cero coma cinco metros (0,05 m) de las demarcaciones planas de borde que complementan, y en línea a mitad de brecha en el caso de demarcaciones planas segmentadas. En situaciones urbanas que no tengan berma pavimentada, se pueden instalar al lado izquierdo de la línea de borde.

La distancia de colocación de las tachas debe determinarse en función de la velocidad de operación del tramo de la vía y no debe generar contaminación visual o incomodidad al usuario que observa una o más tachas por cada segundo de recorrido.

El espaciamiento entre las tachas de cualquier vía es función del patrón utilizado para la línea central segmentada de la vía, y según la vía, este patrón puede variar entre doce, ocho y tres metros (12 m, 8 m y 3 m), dependiendo de la velocidad en observancia del Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte. Estas relaciones se indican en la Tabla 703-3.

Tabla 703-3 Relación entre tramos demarcados y brechas según la velocidad máxima permitida en vía

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Patrón p(m)	Relación demarcación brecha	Largo demarcación (m)	Largo brecha (m)
Mayor a 60	12	3 a 5	4,5	7,5
Menor o Igual a 60	8	3 a 5	3	5
Ciclovía	3	1 a 2	1	2

En tramos con velocidad superior a sesenta kilómetros por hora (> 60 km/h), las tachas se deben instalar máximo cada doce metros (12 m) y en tramos con velocidad menor o igual a sesenta kilómetros por hora (≤ 60 km/h), las tachas se deben instalar máximo cada ocho metros (8 m).

En ciclovías, las tachas se deben instalar máximo cada tres metros (3 m).

En los lugares donde existan dos demarcaciones planas continuas de adelantamiento

prohibido se deben ubicar en dos (2) líneas, adentro de las líneas planas o sobre estas.

En curvas, dependiendo del radio de ellas, tanto en el eje como lateralmente, las tachas se deben ubicar como se indica en la Tabla 703-4.

En vías bidireccionales y una sola calzada de circulación, deben emplearse tachas con doble cara retrorreflectiva, de color amarillo y blanco, tanto en líneas centrales como laterales.

Tabla 703-4 Distancia máxima entre tachas ubicadas en curvas

Radio de la curva (m)	Distancia máxima entre tachas (m)
Menos de 20	6
Entre 20 y 49	8
Entre 50 y 99	12
Entre 100 y 199	18
Mayor a 200	24

Sobre “permitidos” o “prohibidos de adelantamiento”, la instalación de las tachas en el eje debe localizarse en el centro del espacio sin pintura. En tramos con líneas de demarcación intermitentes, no se deben instalar tachas al inicio o al final de cada segmento sino en el tramo del centro sin pintar. Al repintar, se debe tener cuidado de no pintar las mismas.

En vías multicarriles o calzadas con una sola dirección, se deben emplear tachas unidireccionales blancas o bidireccionales blanca-roja; en el último caso, el color blanco guía a los conductores que circulan correctamente.

Nunca se debe emplear un conjunto de tachas como reductores de velocidad; en agujas (obstáculos), la distancia máxima entre tachas debe ser de dos metros (2 m) o la que se indique en los documentos del proyecto.

Las figuras 703- 2 a la 703-19, presentan las distintas configuraciones de separación de las tachas conforme a lo establecido en el Manual de Señalización Vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclорutas de Colombia, 2015. Figuras 3-5 a 3-16 y Figuras 3-20 a 3-25.

Figura 703-2 Separación vía doble sentido y 2 carriles sin restricción de adelantamiento con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía= p y una separación normal entre tachas= p .

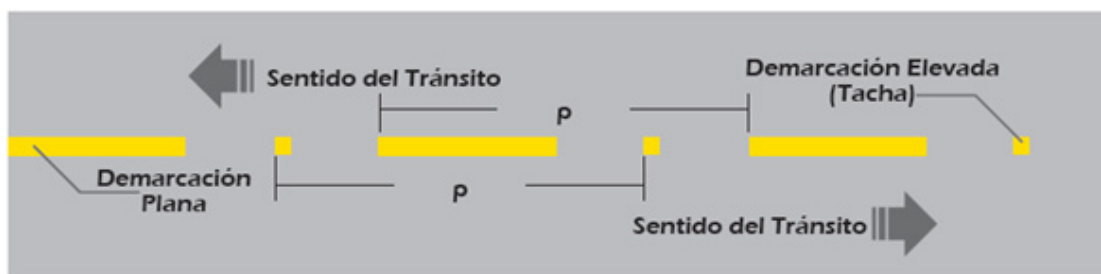


Figura 703-3 Separación vía doble sentido y 2 carriles sin restricción de adelantamiento con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía= p y una separación normal entre tachas= $2p$.



Figura 703-4 Separación vía doble sentido con restricción de adelantamiento en un sentido con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía= p y una separación normal entre tachas= p en línea segmentada y una separación entre tachas= $1/2 p$ en línea continua.

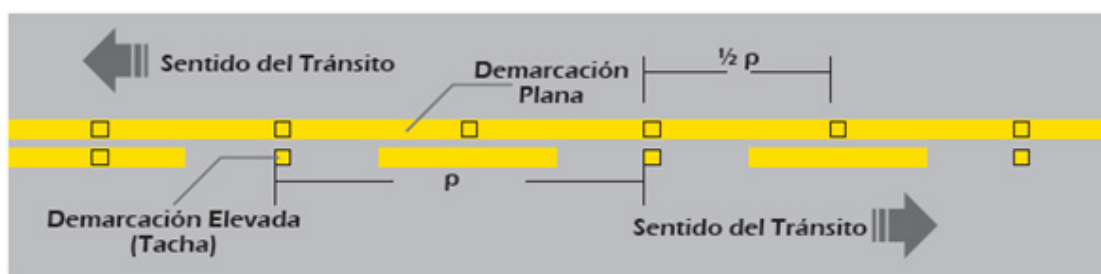


Figura 703-5 Separación vía doble sentido con restricción de adelantamiento en un sentido con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía= p y una separación entre tachas= $2p$ en línea segmentada y una separación de tachas= p en línea continua.

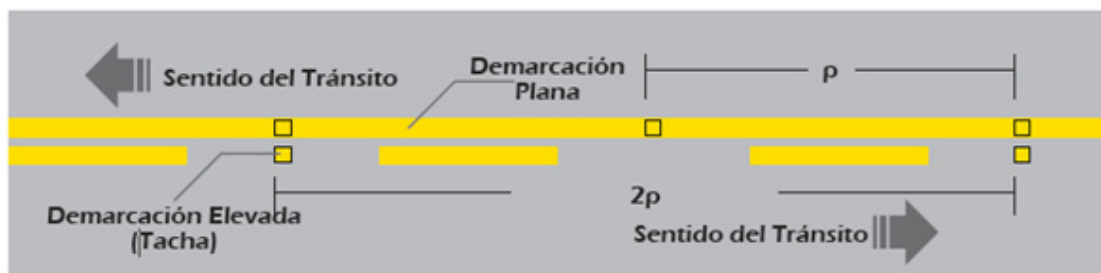


Figura 703-6 Separación vía doble sentido con restricción de adelantamiento en ambos sentidos y una separación entre tachas=1/2p según patrón de la 703-3.



Figura 703-7 Separación vía doble sentido con restricción de adelantamiento en ambos sentidos y una separación entre tachas=p según patrón de la Tabla 703-3.



Figura 703-8 Separación vía doble sentido con restricción de adelantamiento en ambos sentidos con una separación entre tachas=1/2p según patrón de la Tabla 703-3.

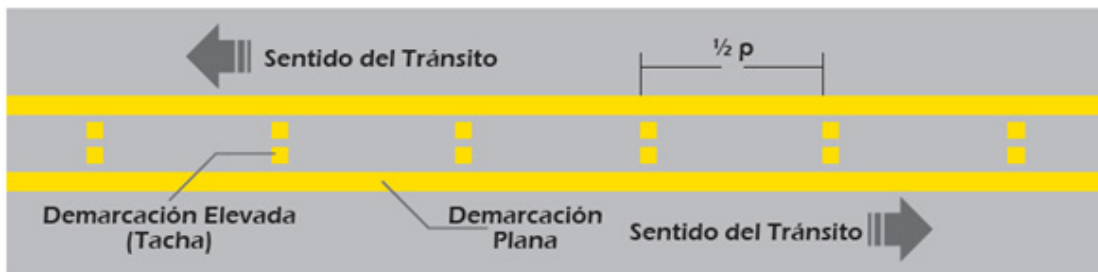


Figura 703-9 Separación vía doble sentido con restricción de adelantamiento en ambos sentidos con una separación entre tachas=p según patrón de la Tabla 703-3.

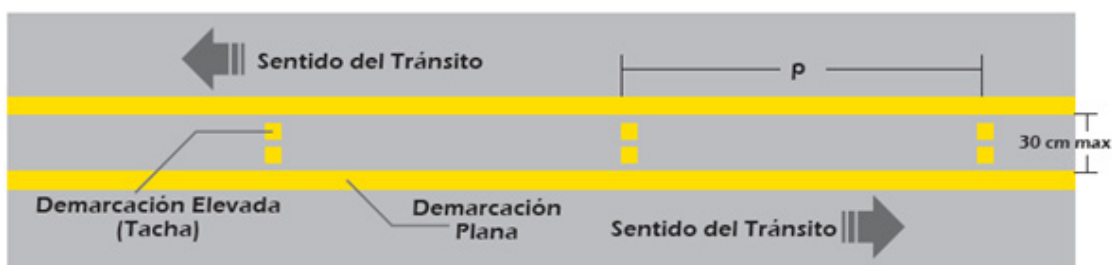


Figura 703-10 Separación entre carriles del mismo sentido con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía= p , una separación normal entre tachas= p .

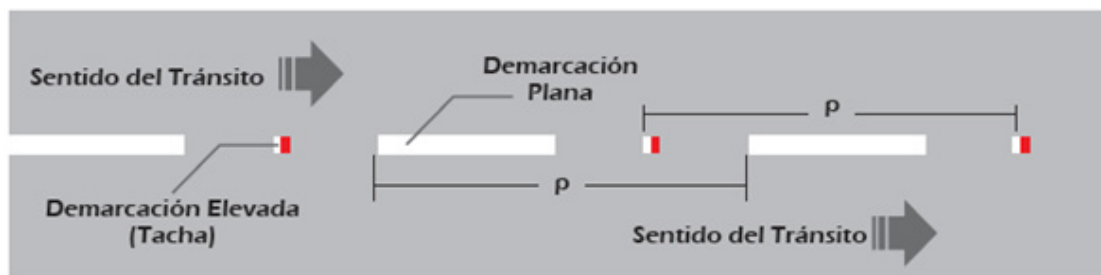


Figura 703-11 Separación entre carriles del mismo sentido con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía= p , una separación normal entre tachas= $2p$.

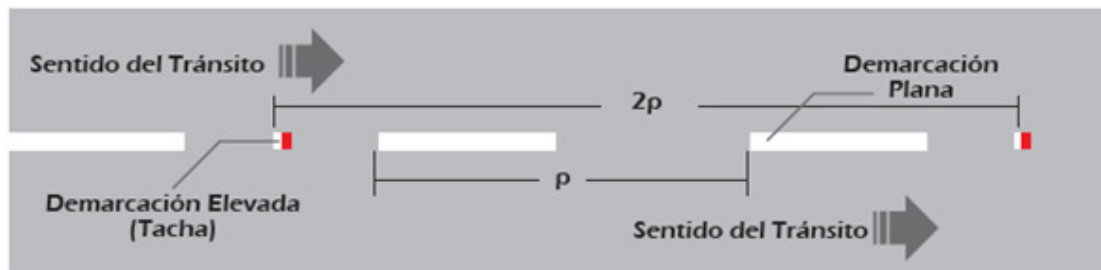


Figura 703-12 Separación entre carriles del mismo sentido con restricción de cruzar con una separación normal entre tachas $=p$.

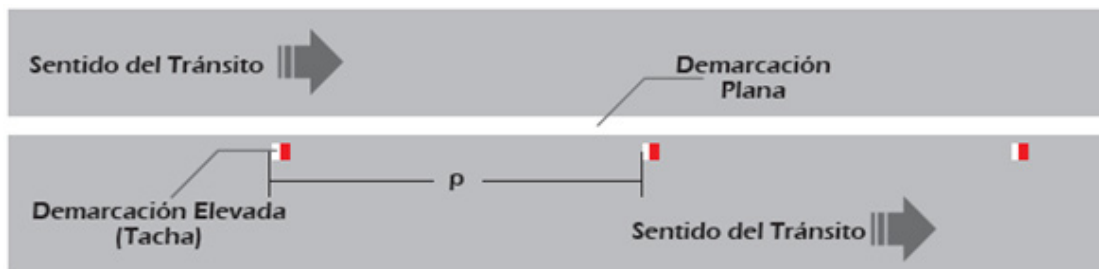
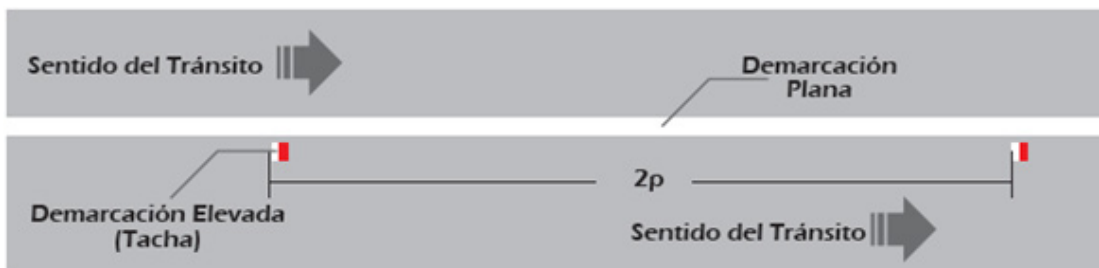


Figura 703-13 Separación entre carriles del mismo sentido con restricción de cruzar con una separación normal entre tachas $=2p$.



Cuando las líneas continuas de borde de pavimento se refuerzan con demarcaciones elevadas, éstas deben colocarse al exterior de la línea de demarcación plana. El espacio entre estas demarcaciones elevadas debe ser la

mitad del largo del patrón de la demarcación segmentada y así no confundir estas con una línea segmentada. Ver Figura 703-15 a Figura 703-20.

Figura 703-14 Separación con línea blanca entre carril y berma derecha con un patrón de demarcaciones segmentadas en la vía = p , una separación normal entre tachas = p .

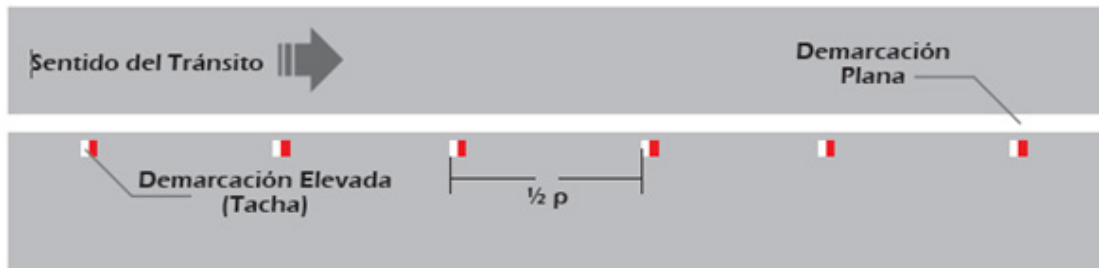


Figura 703-15 Separación con línea blanca entre carril y berma derecha con una separación entre tachas = p , según patrón de la Tabla 703-3.

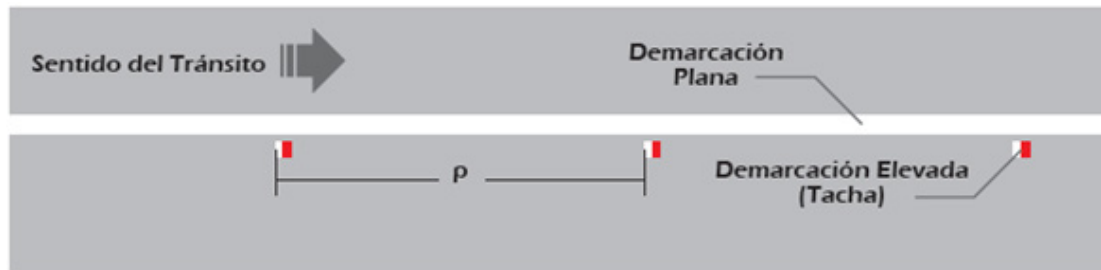


Figura 703-16 Separación con línea blanca entre carril y berma izquierda con una separación entre tachas = $2p$, según patrón de la Tabla 703-3.

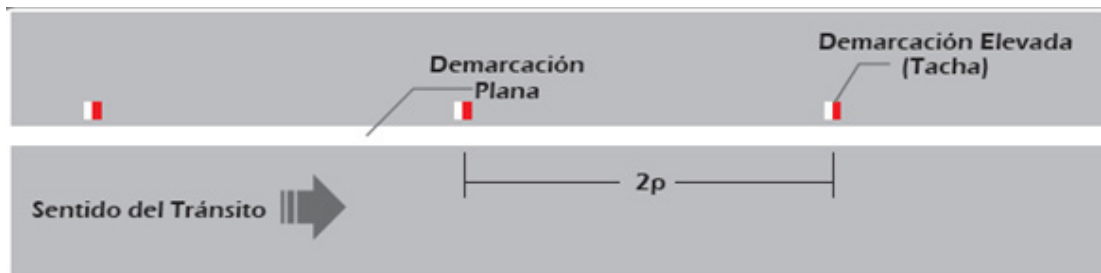


Figura 703-17 Separación con línea amarilla entre carril y berma izquierda con una separación entre tachas = $1/2p$, según patrón de la Tabla 703-3.



Figura 703-18 Separación con línea amarilla entre carril y berma izquierda con una separación entre tachas = p , según patrón de la Tabla 703-3.



Figura 703-19 Separación con línea amarilla entre carril y berma izquierda con una separación entre tachas = $2p$, según patrón de la Tabla 703-3.



Si durante el planeamiento previo a la instalación se determina que, como resultado del espaciamiento típico de tachas, una tacha debe ser puesta en un sitio con defectos de superficie de pavimento, en una junta de construcción del pavimento o dentro de la intersección con una entrada domiciliaria o calle pública, el sitio propuesto se debe relocalizar longitudinalmente a suficiente distancia, en un punto aprobado por el interventor.

La distancia de relocalización de la tacha afectada no puede exceder el diez por ciento (10 %) del espaciamiento típico.

Donde sea necesario relocalizar la tacha a una distancia mayor del diez por ciento (10 %) de espaciamiento típico, la tacha afectada se debe suprimir. La cara reflectora de la tacha debe estar perpendicular a una línea paralela a la línea central de la vía.

703.4.2 Preparación de la superficie

Antes de proceder a la aplicación de las tachas, si la superficie presenta defectos o huecos notables, se deben corregir los primeros y rellenar los segundos con materiales de la misma naturaleza de la superficie.

Se debe cepillar el sustrato en el área que va a ser colocada la tacha reflectiva. Los sitios elegidos para la colocación de las tachas se deben limpiar de polvo, barro, grasa, suciedad y cualquier otro elemento extraño, cuya presencia atente contra la correcta adhesión de la tacha al pavimento, para lo cual se puede emplear cualquier procedimiento aprobado por el interventor y que sea ambientalmente permitido.

Cuando las tachas se instalen sobre un pavimento de concreto hidráulico, se deben eliminar de la zona de fijación todos aquellos materiales utilizados en el proceso de curado del concreto que aún se encuentran sobre la superficie.

Posterior al cepillado, es obligatorio implementar el lavado de la superficie de rodadura con una solución por volumen de una (1) parte de ácido muriático en nueve (9) de agua, dejándola actuar por quince minutos (15 min) y luego enjuagando y secando.

Cuando la superficie de fijación de la tacha no está curada afecta gravemente la adherencia del pegamento, sea bituminoso o epóxico. Es necesario aguardar a que se desprendan todos los elementos volátiles, además, se debe esperar entre veinte y treinta días (20 d y 30 d) para que selle totalmente el asfalto o el concreto adquiera su resistencia final.

Para la aplicación del epóxico, la tacha debe estar protegida contra el impacto hasta que el adhesivo se endurezca y sea verificado por el interventor.

703.4.3 Colocación de las tachas

703.4.3.1 Perforación

Para la perforación del pavimento se debe utilizar taladro o taladro percutor con fuente de alimentación o de batería. El equipo debe tener el torque adecuado para perforar en mampostería.

Se debe utilizar broca número once (nro. 11) o número doce (nro. 12), o del diámetro recomendado por el fabricante. Con punta de diamante o de tungsteno, el rendimiento depende del tipo de superficie.

Se debe utilizar soplador de aire con velocidad de soplado de aproximadamente setenta y seis metros por segundo (76 m/s) o superior.

El agujero debe ser aproximadamente de seis centímetros (6 cm) de profundidad, con un diámetro de once o doce milímetros (11 mm o 12 mm).

Es importante asegurar la orientación perpendicular a la superficie para garantizar el alojamiento adecuado del espigo en el suelo.

El estado del elemento perforador debe ser óptimo para no generar una abertura excesiva en la superficie de rodadura, este orificio no debe exceder en más de cero coma cinco milímetros (0,05 mm) el diámetro del espigo para garantizar su adecuado ingreso y una fijación adecuada del elemento adherente.

De igual forma se debe vigilar el estado de la broca de perforación para garantizar que el diámetro cumpla lo indicado en el presente numeral y la perforación sea uniforme, además es necesario utilizar soplador para limpiar el agujero y el lugar donde se aplica el adhesivo, para garantizar que no haya arena, contaminantes o suciedad de la perforación, así se obtiene un anclaje eficiente en el pavimento.

703.4.3.2 Instalación

Las tachas se deben colocar en los sitios previamente localizados, fijándolas con el adhesivo indicado en el numeral 703.2.1.12, el cual se prepara de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su cantidad a utilizar va a depender del estado de la superficie del pavimento.

Si se emplea un adhesivo epóxico, se recomienda no preparar más cantidad de adhesivo de la que se pueda utilizar en diez minutos (10 min). El adhesivo se debe aplicar con una espátula a la base de la tacha o a la superficie del pavimento. La cantidad de pegante (bituminoso o epóxico) debe cubrir toda la superficie de contacto sin presentar vacíos, más un leve exceso, con un borde alrededor de la tacha de aproximadamente un centímetro (1 cm).

Atendiendo a las indicaciones sobre las calidades del pegante, la humedad del ambiente no puede ser excesiva, así como tampoco pueden instalarse tachas cuando la vía esté húmeda o mojada.

Las tachas se deben colocar tan pronto como sea posible, con un procedimiento que asegure que, respecto del eje de la vía, no sufra desviaciones mayores a dos milímetros (2 mm), medidos en los extremos. Una vez instalada la tacha, se debe presionar hasta que el pegamento salga por los bordes. Todo exceso de adhesivo se debe limpiar y retirar inmediatamente. No se debe aceptar, por ningún motivo, que alguna traza de pegamento quede sobre la cara reflectante de la tacha.

El adhesivo epóxico requiere que la operación de mezcla y la colocación de las tachas se hagan rápidamente, cuando la mezcla se realice a mano, el adhesivo escogido debe mezclarse a la vez, y las tachas deben ser alineadas y presionadas en su lugar dentro de los cinco minutos (5 min) después de que se

inicien las operaciones de mezcla. No debe utilizarse adhesivo que se vuelva tan viscoso que no se pueda extruir fácilmente de debajo de la tacha en la aplicación de leve presión. El adhesivo con condiciones acelerantes no debe mezclarse a mano. Si se utiliza un adhesivo acelerado, este se debe mezclar con un aparato automático de mezcla e inyección de dos (2) componentes. Cuando la máquina mezcla el adhesivo estándar o el adhesivo acelerado, las tachas deben colocarse dentro de los sesenta segundos (60 s) después de que el adhesivo se haya mezclado e inyectado y no se debe permitir un mayor movimiento de la tacha.

Además, no se debe permitir más de noventa segundos (90 s) entre el tiempo que el adhesivo está en su lugar en la carretera y no está sujeto a un mayor movimiento. El adhesivo no debe permanecer en la cabeza del aparato de inyección durante más de cuarenta y cinco segundos (45 s). El sobrante que haya quedado en la cabeza del aparato de inyección por más de este período, debe desperdiciarse antes de reanudar la operación.

Los equipos de mezcla automática para el adhesivo epóxico deben usar bombas de desplazamiento positivo y medir adecuadamente los dos (2) componentes en la relación especificada por el fabricante. Al comienzo de cada día y en cualquier otro momento ordenado por el interventor, la relación debe ser revisada por el constructor en presencia del interventor. Esta comprobación se realiza desconectando las cabezas de mezcla o utilizando válvulas de derivación adecuadas, y llenando dos recipientes adecuados con los componentes no mezclados. La cabeza de mezcla debe mezclar correctamente los dos (2) componentes, de modo que no haya rastro de rayas negras o blancas en el material mixto.

Los vacíos en una muestra curada y no perturbada del adhesivo mixto obtenido de la boquilla de extrusión no deben exceder el cuatro

por ciento (4 %).

El adhesivo de asfalto debe dispensarse de un aplicador de fusión controlado termostáticamente a una temperatura de ciento noventa y un a doscientos dieciocho grados Celsius (191 °C - 218 °C). El material debe agitarse con frecuencia para asegurar un calentamiento uniforme. El adhesivo se dispersa en un charco mayor que la parte inferior de la tachas, y la tachas debe dejarse caer en el charco lo más rápido posible, preferiblemente dentro de los cinco segundos (5 s) de la colocación del adhesivo. La tachas debe presionarse ligeramente sobre el adhesivo. El adhesivo se debe fijar en aproximadamente dos minutos (2 min) y, por lo general, no requiere protección contra el tráfico, en todo caso siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Para los dos (2) tipos de adhesivo debe garantizarse el llenado del orificio hecho con taladro para la instalación del espigo.

703.4.4 Plan de Manejo de Tránsito (PMT)

El constructor debe contar con un PMT e instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, de acuerdo con lo establecido en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte, los cuales deben garantizar la seguridad permanente tanto del personal y de los equipos de construcción, como de los usuarios y transeúntes, durante las veinticuatro horas (24 h) del día.

Para actividades que no impliquen el cierre total de la vía, el interventor debe dar su visto bueno previo a la presentación de un PMT, en los casos que impliquen el cerramiento total de la vía, se deben tramitar los permisos correspondientes ante la autoridad competente y se debe presentar el PMT aprobado por el interventor.

Las tachas deben ser protegidas del tránsito o de cualquier golpe por el tiempo mínimo indicado por el fabricante de acuerdo con el tipo de material utilizado como adhesivo, además, durante el período que dure el proceso de endurecimiento del pegamento, se deben tomar todas las precauciones necesarias para evitar que el tránsito pase sobre las tachas. Para esto, el constructor debe colocar elementos de señalización como conos o barreras para asegurar el procedimiento.

703.4.5 Limpieza final

Una vez colocadas las tachas, el constructor debe retirar del sitio de los trabajos todos los equipos, señales y materiales sobrantes, disponiéndolos en lugares aprobados por el interventor.

703.4.6 Limitaciones en la instalación

No se debe permitir la colocación de tachas en las siguientes condiciones:

- Cuando se presente lluvia.
- Cuando la temperatura del pavimento o la del aire esté a:
 - Cero grados Celsius (0° C) o menos, en caso de utilizar adhesivo epóxico de fijación rápida.
 - Diez grados Celsius (10° C) o menos, cuando se utilice epóxico de fijación normal.
 - Cuatro coma cuatro grados Celsius (4,4° C) o menos y máximo doce grados Celsius (12° C) o cuando se utilice ligante asfáltico.
 - Menos de nueve grados Celsius (9° C), cuando se utilice termoplástico alquídico.
- Cuando la humedad relativa del aire es mayor del ochenta por ciento (80 %).

- Cuando la superficie del pavimento no es suficientemente seca.

En pavimentos nuevos con carpeta de concreto asfáltico, las tachas se pueden colocar después de que la superficie se haya abierto al tránsito público por un período no menor de catorce días (14 d) continuos.

Tampoco se debe permitir la colocación de tachas sobre áreas de pavimento agrietadas, juntas longitudinales, transversales, fisuras, con desplazamientos o donde existan fallas del material de la base subyacente o sobre marcas viales existentes.

Además, se deben atender todas las limitaciones adicionales que establezcan los fabricantes del adhesivo y de las tachas.

703.4.7 Manejo ambiental

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la instalación de tachas electrónicas solares LED, se deben realizar teniendo en cuenta lo definido en las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación, deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben incluirse en los costos del proyecto; por tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

703.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

703.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el constructor.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos indicados en el numeral 703.2.
- Vigilar que las tachas no se coloquen con anterioridad a la aplicación de las líneas de demarcación.
- Revisar que las tachas queden correctamente colocadas y contarlas para efectos de pago.

El interventor debe medir, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones que este haya realizado.

La interventoría debe exigir al constructor, el certificado de conformidad expedido por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), o por un organismo de certificación de productos del país de origen, debidamente acreditado para certificar dichos materiales, aportado por las compañías fabricantes o lo que establezca la Superintendencia de Industria y Comercio en materia de evaluación de la conformidad. El certificado debe indicar que el producto se ha ensayado según los métodos de prueba definidos en la NTC 4745 (ASTM D4280) vigente.

Las tachas seleccionadas para muestreo deben evaluarse bajo los ensayos determinados en la NTC 4745 (ASTM D4280), para la recepción, se debe implementar el ensayo ASTM E1696 para la medición del coeficiente

de intensidad luminosa antes de la exposición a abrasión o instalación. Los equipos retrorreflectómetros deben tener placa calibradora vigente y debe ser generada por un laboratorio acreditado o avalado independiente.

El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo, son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

703.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

703.5.2.1 Calidad de los materiales

No se deben admitir materiales que incumplan las exigencias del numeral 703.2.

Para el coeficiente de intensidad luminosa del numeral 703.2.1.5, se debe evaluar toda la muestra de tachas electrónicas solares LED. La falla de más del diez por ciento (10 %) de las caras reflexivas debe ser motivo de rechazo de todo el lote presentado para la muestra.

Además de la prueba anterior, cuatro (4) caras reflectantes y la superficie del elemento captor de energía solar que pasen los requisitos fotométricos de retrorreflectividad se deben someter a la prueba de resistencia a la abrasión del numeral 703.2.1.4 y se mide nuevamente el coeficiente de intensidad luminosa. La falla de más de una (1) muestra debe ser motivo de rechazo de todo el lote.

Para la resistencia a la flexión, la resistencia a la compresión y el color, se deben probar tres (3) tachas. Las tachas previamente sometidas a la medición del coeficiente de intensidad luminosa, del color y de la resistencia a la abrasión son aceptables para las pruebas de resistencia a la flexión y resistencia a la compresión. La falla de más de una (1)

especificación debe ser motivo de rechazo de todo el lote.

Para la resistencia del lente al impacto y cambios cíclicos de temperatura, se deben probar diez (10) tachas para cada requisito, incluyendo la superficie del elemento captor de energía solar. La falla de más de una de las tachas en cualquiera de las pruebas debe ser causa de rechazo de todo el lote.

Para el funcionamiento del sistema de iluminación electrónica, se debe evaluar toda la muestra de tachas electrónicas solares LED. La falla de más del diez por ciento (10 %) de las caras reflexivas debe ser motivo de rechazo de todo el lote presentado para la muestra.

Para el funcionamiento del sistema de las tachas sincronizables simple, sincronizables con semáforo, sincronizables con radar de velocidad y sincronizables con radas de velocidad y contador y clasificador vehicular, se debe evaluar toda la muestra de tachas electrónicas solares LED. La falla de más del diez por ciento (10 %) de las caras reflexivas debe ser motivo de rechazo de todo el lote presentado para la muestra.

En caso de falla que resulte en el rechazo del lote, y a discreción del interventor, se puede tomar una (1) muestra que consiste en el doble de muestras originalmente probadas. Las tolerancias para el remuestreo deben estar en la misma proporción que se especifica anteriormente.

703.5.2.2 Instalación de las tachas

El interventor únicamente debe aceptar el trabajo si las tachas han sido colocadas de acuerdo con los planos, la presente especificación, sus instrucciones y si se encuentran totalmente adheridas a la superficie del pavimento a los treinta días (30 d) de su colocación.

Todas las deficiencias que presenten los trabajos deben corregirse por el constructor bajo

su propia cuenta y riesgo, y aprobadas por el interventor.

703.6 Medida

Las tachas electrónicas solares LED se deben medir por unidad (u) instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptadas por el interventor.

703.7 Forma de pago

El pago se debe hacer al respectivo precio unitario del contrato por toda tacha electrónica solar LED colocada, con base en esta especificación y aprobado por el interventor. El precio unitario debe comprender todos los costos inherentes al suministro de materiales y equipos; localización y preparación de los sitios de colocación de las tachas; transportes, almacenamiento y colocación del adhesivo y las tachas; señalización temporal y ordenamiento del tránsito; limpieza, remoción, transporte y disposición de desperdicios y en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario debe incluir, igualmente, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del constructor.

703.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
703.1	Tacha electrónica solar monocromática autónoma	Unidad (u)
703.2	Tacha electrónica solar monocromática sincronizable	Unidad (u)
703.3	Tacha electrónica solar multicolor sincronizable con semáforo	Unidad (u)
703.4	Tacha electrónica solar multicolor sincronizable con radar de velocidad	Unidad (u)

Ítem	Descripción	Unidad
703.5	Tacha electrónica solar multicolor sincronizable con radar de velocidad, contador y clasificador vehicular	Unidad (u)

Nota: se debe elaborar un ítem para cada tipo de tacha reflectiva incluido en el contrato.

703.9 Glosario

703.9.1 Pegamento bituminoso

El bitumen es una sustancia a base de petróleo. Es un producto de hidrocarburo semisólido producido al eliminar las fracciones más ligeras (como el gas licuado de petróleo, el petróleo y el diesel) del petróleo crudo pesado durante el proceso de refinamiento, este es conocido de manera correcta como bitumen refinado. Uno de los productos a base de bitumen es el pegamento bituminoso.

Una de las propiedades del pegamento bituminoso es que puede servir como un adhesivo fuerte y duradero, que une una amplia variedad de otros materiales sin afectar sus propiedades. El pegamento bituminoso tiene la habilidad de adherirse a una superficie sólida, dependiendo de la naturaleza de la superficie, cuando se encuentra en estado semilíquido; sin embargo, la presencia de agua en la superficie inhibe esta propiedad. Es de resaltar que su alta durabilidad es esencial en los mayores proyectos de ingeniería como en la construcción de carreteras y en la aplicación de tachas electrónicas solares LED.

703.9.2 Pegante Epóxico

El epóxico es conocido como un tipo de pegamento duradero que proporciona un alto nivel de propiedades adhesivas que son muy superiores a la mayoría de pegamentos en

pasta ordinarios, normalmente se vende en un paquete de dos componentes que necesitan mezclarse antes de ser usados. El epóxico se utiliza para unir de forma segura un diverso número de tipos de metales plásticos, maderas, entre otros materiales.

Este producto ha sido creado para proporcionar un poder adhesivo y una dura capa de protección, los elementos básicos del epóxico se derivan de productos del petróleo, usualmente uno de los elementos básicos del epóxico es el poliepóxido, un bisfenol A que ayuda a proporcionar una parte de la eficiencia adherente del pegamento. El epiclorohidrin es otro elemento clave que proporciona a la sustancia una capa dura resistente a la humedad, al calor y al frío extremo.

La combinación del revestimiento duro y de los fuertes agentes adhesivos hace que este pegamento sea la opción ideal en materiales que soportan mucho estrés, como las tachas electrónicas solares LED en las rutas o carreteras fabricadas de concreto.