

BENEFICIOS QUE OFRECE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CINTA TERMOPLÁSTICA  
PREFORMADA, FRENTE A LOS MÉTODOS DE LLANA Y SPRAY EN LA  
DEMARCACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LAS LOCALIDADES DE  
CHAPINERO, CANDELARIA Y SANTA FÉ.

Michael Steven Cruz Casallas y Victor Julio Velandia Santos



Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2023

BENEFICIOS QUE OFRECE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CINTA TERMOPLÁSTICA  
PREFORMADA, FRENTE A LOS MÉTODOS DE LLANA Y SPRAY EN LA  
DEMARCACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LAS LOCALIDADES DE  
CHAPINERO, CANDELARIA Y SANTA FÉ.

Michael Steven Cruz Casallas y Victor Julio Velandia Santos

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor Ing. Arnold Giuseppe Gutiérrez Torres



Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil

Universidad La Gran Colombia

Bogotá D.C.

2023

<b>Resumen.....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>6</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>9</b>
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos.....	9
<b>Aspectos Metodológicos.....</b>	<b>10</b>
Identificación del problema.....	10
Descripción del método menos implementado.....	12
Comparación de los métodos.....	19
Solución al planteamiento y recomendaciones.....	20
<b>Justificación.....</b>	<b>21</b>
<b>Capítulo 1. Señalización en Colombia.....</b>	<b>25</b>
Señalización Vertical.....	25
Señalización Horizontal.....	28
<b>Capítulo 2. Métodos para la demarcación horizontal.....</b>	<b>31</b>
1. Llana.....	31
2. Spray.....	33
3. Cinta termoplástica preformada.....	35
<b>Capítulo 3. Análisis Comparativo.....</b>	<b>37</b>
<b>Conclusión y Recomendaciones.....</b>	<b>41</b>
<b>Lista Referencia o Bibliografía.....</b>	<b>43</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>46</b>

### Lista de Figuras

Figura 1. Porcentaje ejecutado durante el contrato con respecto a las pinturas llana, spray y cinta termoplástica preformada.....	11
Figura 2. Presentación de la cinta termo preformada.....	12
Figura 3. Cuadrilla preparando los implementos para la instalación del PMT.....	13
Figura 4. Pre Marcado con tiza.....	14
Figura 5. Limpieza de la zona con sopladora.....	14
Figura 6. Aplicación de imprimante.....	15
Figura 7. Capacitación de la cinta termo preformada.....	16
Figura 8. Armar la señal sobre el imprimante.....	17
Figura 9. Instalación de la señal.....	17
Figura 10. Objetivos de desarrollo sostenible.....	23
Figura 11. Ubicación de señales en metros.....	25
Figura 12. Aplicación de llana.....	31
Figura 13. Aplicación de llana.....	34
Figura 14. Aplicación cinta termo preformada.....	36

### **Lista de Tablas**

**Tabla 1** *Cantidades implementadas en obra. Datos sacados de la base de datos de la empresa*

**Tabla 2** *Distancia mínima para la colocación de señales doble, con base en la velocidad de operación en la vía*

**Tabla 3** *Marco técnico normativo*

**Tabla 4** *Cuadro comparativo de los métodos*

### **Glosario de Términos**

**Retroreflectividad:** Es una tecnología utilizada para ayudar a percibir la luz con mayor facilidad en un entorno de escasa luminosidad. Este fenómeno se presenta cuando un haz de luz choca contra un objeto y se devuelve en la misma dirección de donde proviene.

**Aditivo:** Como su nombre indica, es un elemento que se agrega para mejorar o cambiar alguna propiedad que se desee.

**Lux:** Unidad de medida de luminosidad.

**Cinta termoplástica preformada:** Son láminas prefabricadas, con su forma y color definido para realizar diferentes aplicaciones de señales horizontales en un color o multicolor, tanto en asfalto cómo en hormigón.

### **Resumen**

La señalización vial en Colombia es considerada como un factor importante para salvaguardar la vida de todos los actores viales (conductores de vehículos grandes o pequeños, motociclistas, biciusuarios, peatones, etc), este documento hará énfasis en las ventajas y desventajas que puede traer un material relativamente nuevo como lo es la cinta termoplástica preformada, frente a materiales comúnmente utilizados, los cuales son los más antiguos, todo esto teniendo en cuenta sus características y su composición, realizando una comparación, generado a partir del proceso formativo como pasantes laborales en la empresa Mantenimiento y Seguridad Vial (MYSV), sin dejar de lado la normativa vigente la cual garantiza unos estándares de calidad adecuados, para responder con la necesidad de brindar seguridad en las vías de la ciudad.

Además de salvaguardar la vida de los actores viales, se debe tener en cuenta las consecuencias que abarca el proceso de demarcación, el estado físico de los trabajadores y el impacto ambiental que los métodos convencionales generan frente a la cinta termoplástica preformada, la cual es objeto de estudio en la investigación, dicho análisis comparativo se realiza también pensando en aspectos tan importantes como los mencionados anteriormente.

*Palabras clave: Pintura, demarcación, señalización horizontal, llana, spray, cinta termoplástica preformada, seguridad vial.*

### **Abstract**

Road signaling in Colombia is considered an important factor to safeguard the lives of all road actors (drivers of large or small vehicles, motorcyclists, bicycle users, pedestrians, etc.), this document will emphasize the advantages and disadvantages that can bring a relatively new material such as preformed thermoplastic tape, compared to commonly used materials, all this taking into account its characteristics and composition, making a comparison, generated from the training process as labor trainees in the company Mantenimiento y Seguridad Vial (MYSV), without neglecting the current regulations which guarantees adequate quality standards, to respond to the need to provide safety on the roads of the city.

In addition to safeguarding the life of the road actors, the consequences of the demarcation process, the physical condition of the workers and the environmental impact that conventional methods generate compared to the preformed thermoplastic tape, which is the object of study in the research, must be taken into account. This comparative analysis is also carried out thinking about important aspects such as those mentioned above.

*Keywords: Painting, demarcation, horizontal marking, trowel, spray, preformed thermoplastic tape, road safety.*



## Introducción

Según el reporte de la agencia nacional de seguridad vial, para el año 2022 hubo alrededor de 8 mil muertes en Colombia, evidenciados en siniestros de tránsito a nivel nacional, por ello la señalización vial toma un papel importante para mitigar los accidentes en calles, caminos y carreteras del país, donde la señalización vial tiene como objetivo informar, advertir y prevenir a los diferentes actores viales, por donde deben transitar, a que velocidad pueden movilizarse, peligros que se pueden encontrar en una vía, entre otras. Las señales horizontales y verticales se pueden encontrar por vías primarias y secundarias, donde toman gran importancia a la hora de disminuir los accidentes vehiculares, dando orden, guía y además salvaguardar la vida de quien transita por estas vías. por ello la secretaría de movilidad contrata un número considerable de empresas para la instalación de señales verticales las cuales constan de señales informativas, preventivas y reglamentarias, de color azul, amarillo y rojo respectivamente, además de instalación de señales horizontales, estas demarcaciones se realizan sobre cualquier tipo de pavimento, está conformada por líneas, flechas, textos, pictogramas(icono visual), entre otros, estas organizaciones usualmente siguen utilizando los métodos y materiales convencionales, puesto que son los métodos más conocidos y confiables. Fue el mismo caso para la empresa Mantenimiento y Seguridad Vial S A S, actualmente se está presentando un contrato para tres localidades de la ciudad de Bogotá; La Candelaria, Chapinero y Santa Fe, el cual tiene como objeto “REALIZAR LAS ACTIVIDADES INHERENTES AL SUMINISTRO E IMPLEMENTACIÓN DE ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C”.

Dentro de los métodos que se están implementando para la demarcación de la señalización vial, se cuenta con pintura, en llana o spray. Como en todos los campos de estudio,

se ha innovado con las nuevas tecnologías, implementando un material muy poco utilizado en los contratos de demarcación horizontal en Colombia, el nombre del producto es la Cinta Termoplástica Preformada, trata de un material que se ha venido utilizando desde no hace mucho tiempo en el país (aproximadamente un año), para realizar la demarcación de la señalización vial horizontal.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar las ventajas y los beneficios que se tienen al implementar el método de la Cinta Termoplástica Preformada en la demarcación de la señalización horizontal en vías.

### **Objetivos Específicos**

1. Conocer los métodos existentes y utilizados en Colombia para la demarcación de la señalización horizontal.
2. Identificar las características que más inciden en los procedimientos de instalación en los métodos convencionales y de la cinta termoplástica preformada, mediante visitas a campo.
3. Identificar las ventajas y desventajas que presenta la cinta termoplástica preformada frente a los métodos convencionales.
4. Seleccionar cuál de todas las ventajas encontradas, es la que más eficiente en términos de factibilidad para su aplicación en la ciudad de Bogotá.

### **Aspectos Metodológicos**

Para el desarrollo del trabajo investigativo se identificó una problemática en la empresa MYSV-OINCO en el que luego de una investigación apoyada y fundamentada por los archivos de bases de datos y documentación interna y externa, se analizaron diferentes factores con la finalidad de crear un documento el cual con la información expuesta, lo puedan tomar como referencia y apoyo no solo a esta empresa sino otras que realicen la demarcación vial horizontal.

A continuación se podrán observar los aspectos más importantes que se tuvieron en cuenta para darle una buena organización a la metodología planteada.

#### **Identificación del problema**

En las pasantías laborales en la empresa MYSV fueron asignadas actividades relacionadas con la ejecución del contrato para el suministro e implementación de la señalización horizontal y vertical en la ciudad de Bogotá, para las localidades de Chapinero, La Candelaria y Santa Fe. En el transcurso del tiempo y de todas las actividades ejecutadas en la empresa, se realizó la creación de unas planillas en Excel, donde se recopilan los datos diarios ejecutados en obra, que son implementados por parte de la empresa Mantenimiento y Seguridad Vial. Se puede evidenciar que en los ítems que la empresa estipulados al inicio del contrato referentes a la numeración del 115 al 124, son los que tratan de la cinta termoplástica preformada. A medida que se realiza una actividad, ésta se recopila en la base de datos y de esa manera se tienen un registro completo desde el inicio del contrato, con la ayuda de tablas dinámicas se puede observar lo que se ha cobrado en las cintas termoplásticas preformadas en todo lo que se lleva del contrato, luego de analizar los datos en la tabla, se evidencia que el único ítem ejecutado es el 115 que se realiza ocasionalmente y muy poca cantidad, con respecto a lo que diariamente se realiza en los otros ítems que corresponde a pintura en llana y en spray para las marcas cobradas como metro

cuadrado. Observando todo esto, se llega al cuestionamiento de: ¿Por qué la cinta no está presente en las obras de forma frecuente?

**Tabla 1**

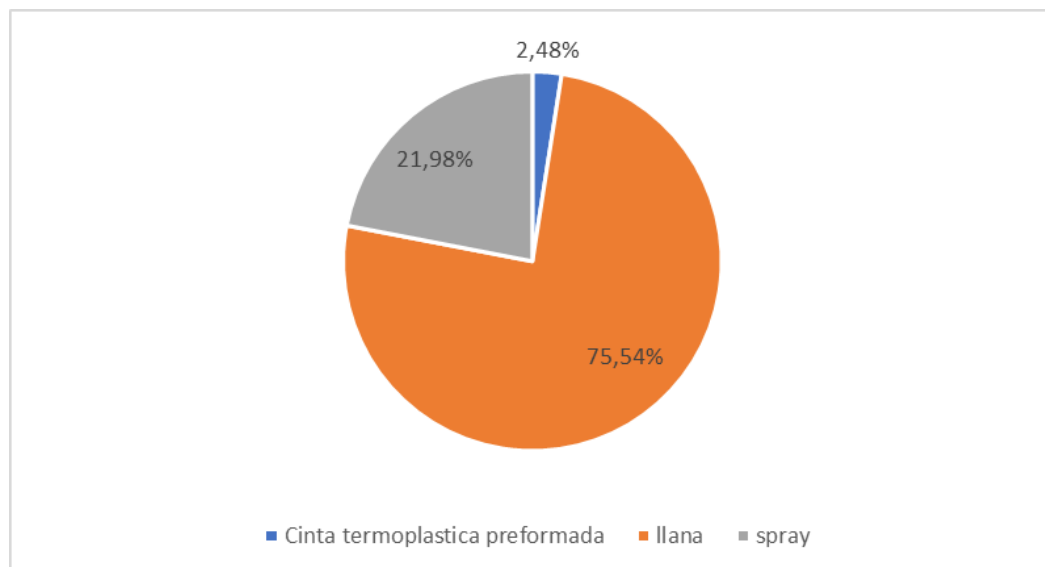
*Cantidades implementadas en obra. Datos sacados de la base de datos de la empresa.*

MÉTODOS	VALOR EJECUTADO	CANTIDAD INSTALADA	PORCENTAJE DE EJECUCIÓN
CINTA TERMOPLÁSTICA PREFORMADA	\$ 80.707.616,00	339,37 m2	2.48%
LLANA	\$ 2.461.405.858,00	32268,82 m2	75.54%
SPRAY	\$ 716.271.206,00	15.899,50 ml	21.98%
<b>TOTAL</b>			100%

Nota. La tabla representa las cantidades implementadas en obra ejecutadas de los tres métodos implementados para la señalización horizontal en la empresa donde se realizó la pasantía, entre agosto del 2021 y marzo del 2023. Elaboración propia, datos obtenidos de la base de datos de la empresa.

**Figura 1**

*Porcentaje ejecutado durante el contrato con respecto a las pinturas llana, spray y cinta termoplástica preformada*



*Nota.* La figura representa los porcentajes implementados en obras ejecutadas de los tres métodos implementados para la señalización horizontal en la empresa donde se realizó la pasantía, entre agosto del 2021 y marzo del 2023. Elaboración propia, porcentajes obtenidos de la base de datos de la empresa.

### **Descripción general del método de la cinta termoplástica preformada**

Luego de analizar los porcentajes de ejecución, se procedió a investigar el material menos utilizado. Para ello se realizaron visitas a campo, para observar el comportamiento del material, la forma en la que se instalaba y los desperdicios que este podría dejar. Además de buscar información dentro de la empresa la cual diera indicios de su poco uso.

Durante las visitas a campo se evidencio la presentación del material, este viene dentro de una caja de cartón, por fuera la caja indica la señal que se puede formar y cómo se arma.

### **Figura 2**

*Presentación de la cinta termo preformada*



*Nota.* La figura muestra la presentación en la que viene la cinta termo preformada, en la parte inferior derecha se encuentra la guía de la forma en la que se deben posicionar las piezas, con el fin de una correcta instalación. Elaboración propia

Durante el proceso de instalación de la cinta se realizó lo siguiente:

1. Instalación del plan de manejo de tráfico (PMT) para la calle donde se iba implementar la señalización.

### Figura 3

*Cuadrilla preparando los implementos para la instalación del PMT*



*Nota.* La figura muestra a la cuadrilla encargada de la señalización preparando los elementos que ayudaran con el paso vehicular de forma organizada sin poner en riesgo a los trabajadores ni los elementos que se desean instalar. Elaboración propia

2. Se realiza un premarcado, del sitio donde van las señales. Por lo general se realiza con tiza.

#### Figura 4

##### *Pre Marcado con tiza*



*Nota.* La figura muestra a la cuadrilla realizando el premarcado para aplicar el imprimante.

Elaboración propia

3. Limpieza de la zona para mejorar la aplicación del imprimante.



## Figura 5

*Limpieza de la zona con sopladora*



*Nota.* La figura muestra a la cuadrilla limpiando la zona con una sopladora, esto se puede realizar de igual forma con una escoba. Elaboración propia

4. Luego se debe aplicar el imprimante con rodillos.

**Figura 6***Aplicación de imprimante*

*Nota.* La figura muestra a la cuadrilla aplicando el imprimante con rodillo según el área de referencia anteriormente delimitada. Elaboración propia.

5. Posteriormente el ingeniero proveedor de la cinta, capacito a la cuadrilla para armar correctamente la señal.(este paso ocurre cuando la cuadrilla no conoce el procedimiento para la instalación de este producto)

## Figura 7

### *Capacitación de la cinta termo preformada*



*Nota.* La figura muestra como el ingeniero proveedor de la cinta, capacita a la cuadrilla, indicando la forma en la que se debe sacar las partes que conforman la flecha para poder instalarla. Elaboración propia.

6. Luego se procede a formar la figura sobre el imprimante.

**Figura 8**

*Armar la señal sobre el imprimante*



*Nota.* La figura muestra como el ingeniero proveedor de la cinta, capacita a la cuadrilla, indicando la forma en la que se debe armar la figura para que esta quede bien instalada.

Elaboración propia.

7. Por último, con ayuda de un soplete se aplica calor para que la cinta se adhiera al pavimento. (Se realizó la capacitación para la cuadrilla, donde se explicó la manera correcta de aplicar la llama con ayuda del soplete y como debería ser el acabado de la cinta, la distancia adecuada que debía tener entre la boquilla del soplete y la cinta, la cual oscila entre 20 y 40 cm, también el tiempo adecuado para que la cinta no se derritiera de más, ni se llegara a quemar, perdiendo la propiedad de adherirse de la manera correcta).



**Figura 9***Instalación de la señal*

*Nota.* La figura muestra como el ingeniero proveedor de la cinta, capacita a la cuadrilla, indicando la forma en la que se debe aplicar la calor sobre la cinta. Elaboración propia.

**Comparación de los métodos**

Después de contar con toda la información registrada en campo, se plantea en la investigación: comparar los métodos comúnmente utilizados contra la cinta termoplástica preformada, analizando cual de los métodos es más rentable en cuanto a la durabilidad y menor costo de mantenimiento que se presenta en campo, facilidad en la instalación, amigable con el medio ambiente y con los trabajadores, entre otros factores beneficios que se deben tener en consideración, para poder dar un veredicto y poder decidir cual es la mayor ventaja y si realmente la cinta termoplástica tiene más beneficios en comparación con los otros métodos, no solo dar un veredicto con los que se ha escuchado del material, sino que se realiza una investigación donde los documentos que se analizaron son de orígenes fidedignos, los cuales son documentos institucionales en la red y documentos internos de la empresa en la cual se realizaron las

pasantías laborales. Documentos como lo son fichas técnicas del material, certificados de calidad y cumplimiento de las normativas vigentes, fichas técnicas, recomendaciones, entre otros documentos.

Por lo dicho anteriormente es así que se realizaron visitas a campo en el momento en que se implementaron los métodos utilizados en la empresa, para que de esta manera se puedan tener datos y fotografías recolectados, siendo éstos de autoría propia y así poder realizar un análisis y comparación con datos netamente propios.

### **Solución al planteamiento y recomendaciones**

Posterior a toda la investigación, análisis y verificación, se dan recomendaciones a la empresa MYSV, sobre toda la información encontrada y procesada que se realizó, siendo así un aporte que la empresa puede considerar y que lo pueda tomar a su beneficio y mucho más importante, un beneficio colectivo para toda la sociedad, porque la principal razón de una empresa que se dedica a realizar señalización vial es como en su nombre lo dice “SEGURIDAD VIAL”, trabajan por y para la sociedad.

### **Justificación**

En Bogotá se registraron alrededor de 600 muertes por accidentes de tránsito en el año 2022, es por ello que la secretaría de movilidad contrata empresas con la finalidad de realizar una instalación y demarcación vial, mediante licitaciones públicas, donde el contratante elige a la empresa que mejor oferta y mejores garantías le proponga. Dicho lo anterior, el consorcio MYSV-OINCO fue una de las ganadoras de un contrato en Bogotá con la secretaría de movilidad, el consorcio conformado por una empresa llama OINCO y otra llamada Mantenimiento y Seguridad Vial (MYSV).

Durante las pasantías laborales realizadas en la empresa mencionada anteriormente (MYSV), se observaron inconvenientes con los tiempos de ejecución del contrato, además de no alcanzar los objetivos planteados en el presupuesto inicial. Se debe aclarar que toda empresa con la tarea de la señalización debe enviar las cuadrillas para la instalación de la señalización horizontal y vertical en horas de la noche, puesto que su contrato está concentrado en las localidades centrales de la ciudad de Bogotá, la Candelaria, Chapinero y Santa Fe donde se puede presenciar un alto flujo de tráfico vehicular, sumando a esta problemática, la temporada de invierno donde se pierde una gran cantidad de tiempo en la demarcación utilizando los métodos y materiales convencionales, ésto produciendo que los contratos se retrasen significativamente. Viendo la necesidad de implementar las señales horizontales, usualmente pintadas con materiales como la llana y el bicomponente llamado spray en dichas localidades, la empresa compró y trató de implementar un material poco conocido en el país, puesto que en la presentación comercial de material, les presentaron cuales eran todos los beneficios que conllevaba aplicar dicho material. Pero aun así, no se logró realizar la aplicación de la manera idónea.

Dentro de las problemáticas que se evidenciaron que la empresa tiene, están las siguientes:

1. Poco conocimiento sobre los factores que inciden en la instalación del producto.
2. Dificultad en encontrar el personal capacitado que realice la instalación de la cinta, de manera correcta.
3. No tienen conocimiento a detalle de los beneficios que a futuro puede traer la cinta a la empresa.

Además que la cinta termoplástica preformada tiene muy poca demanda en los contratos de señalización vial en Colombia, es muy complicado encontrar información sobre este material en la web que sea confiable, aunque se tiene conocimiento que ha sido implementado en países con características y condiciones ambientales muy similares a las de Colombia, como lo es Ecuador, Perú y Brasil. Por ello surge la necesidad de realizar un documento desde la academia con la suficiente información, el cual brinde claridad sobre las ventajas y desventajas de la cinta termoplástica preformada, éste producto innovador y poco implementado con respecto a los ya conocidos, todo ello se logra a partir de la realización de comparaciones acertadas entre los métodos.

Agregando a lo anterior, es necesario tener en cuenta los riesgos que sufren los trabajadores al momento de aplicar pinturas como la llana o el spray, puesto que este tipo de pinturas son constituidos por químicos y solventes que al estar expuesto por un tiempo prolongado pueden perjudicar su salud, comenzando por la inhalación de gases tóxicos, generando irritación bien sea en ojos, nariz o garganta, produciendo dolor de cabeza, náuseas, pérdida de coordinación muscular o incluso perjudicar los pulmones a largo plazo, de igual manera puede causar irritación al tener contacto con la piel, generando sequedad y enrojecimiento, de igual forma a largo plazo puede causar dermatitis. En adición se puede hablar



de problemas musculares por la forma en la que se aplican estas pinturas, donde las posturas juegan un papel importante en cuanto a la salud física (Corral, 2007).

Como ya se ha dicho con anterioridad, las pinturas utilizadas por la empresa, bien sea llana, spray o la cinta termo preformada, dejan residuos que deben ser dispuestos en un lugar idóneo para su correspondiente tratamiento, según lo señalado por Naranjo (2012),

El Sistema de Gestión Ambiental establece que se debe definir la política ambiental y objetivo que tienen que ser adoptada por la empresa, además se debe documentar los procedimientos e instrucciones operativos.(como se cita en Serrano & Cuspoca, 2015, p. 21).

Los residuos sólidos que deja la llana y el spray son tarros de acero con desperdicios químicos, en cuanto a los residuos que deja la cinta termo preformada es una caja de cartón, junto a una bolsa. Es por ello que la empresa debe pagar para realizar la correcta disposición de los químicos, en cambio, el cartón sobrante junto a las bolsas son reciclados y se maneja de una forma más sencilla.

Es importante resaltar que a nivel mundial se está trabajando en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años. (Gamez, 2022)

Teniendo en cuenta los objetivos que se plantearon en el año 2015, siendo mundialmente conocidos y sabiendo que los países deben aportar al cumplimiento de todos ellos, dicho lo anterior, la cinta termoplástica preformada es un material amigable con el medio ambiente, de

esta manera da cumplimiento al objetivo #13, además, aporta al cumplimiento de varios de los objetivos, como lo son el 8, 9, 11 y 12.

## **Capítulo 1. Señalización en Colombia**

### **Señalización Vertical**

El manual de señalización vial (2004), denomina la señalización vertical como el conjunto de tableros y pedestales instalados en las vías, con la finalidad de informar, prevenir e indicar restricciones, límites o prohibiciones de una zona.

Las señales verticales se clasifican en señales preventivas(amarillo con negro), informativas(blanco con azul), reglamentarias(rojo con negro) y transitorias(naranjas con negro), según el capítulo número 2 del manual de señalización vial suministrado por el ministerio de transporte, las señales deben cumplir con unos criterios:

#### **1. Visibilidad**

- a. Según el manual de señalización vial (2004), las señales deben ser legibles para los usuarios y deben estar localizadas acorde a lo establecido en el mismo manual, donde el proveedor que fabrique dichas señales debe hacer cumplir la retroreflectividad y el colorímetro standard fijado en la norma técnica colombiana NTC 4739. En adición la empresa contratante debe exigir al fabricante las certificaciones que den constancia del cumplimiento de la NTC 4739.

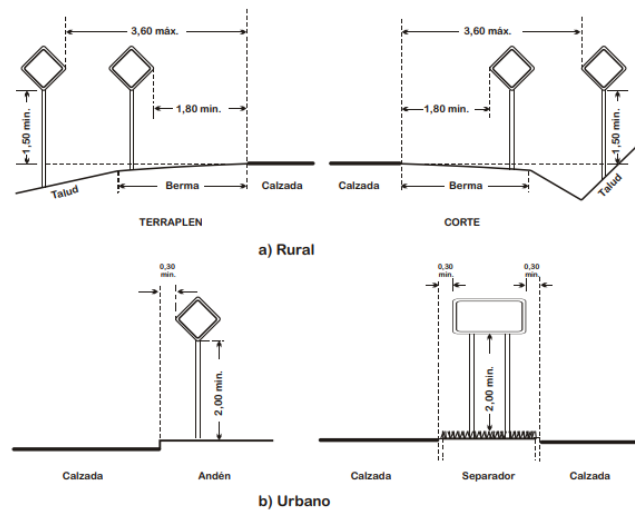
#### **2. Ubicación Lateral**

- a. El manual de señalización vial (2004), menciona que todas las señales deben ser instaladas al costado derecho de las calzadas, según el sentido en

el que circulen los vehículos, a no ser que sea una vía multicarril, puesto que en ese caso se colocaría la misma señal en ambos costados. Una señal debe tener una distancia no menor a 0.30 m en caso de instalarse en una vía urbana, para el caso de la carretera esta señal deberá instalarse entre 1.80 m y 3.60 m.

## Figura 11

### Ubicación de señales en metros



*Nota.* La figura muestra el distanciamiento que debe presentar una señal vertical con respecto a la calzada. Adaptado de “Señales verticales” Ministerio de Transporte, 2004.

(<https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/genPagDocs=1>

)

### 3. Ubicación Longitudinal

- a. Esta ubicación se define según el manual de señalización vial (2004), a la máxima velocidad permitida en la vía. según la Tabla 1.

**Tabla 2**

*Distancia mínima para la colocación de señales doble, con base en la velocidad de operación en la vía*

Velocidad de operación de la vía en Km/h	Distancia mínima para la colocación de señales dobles, en m
30	30
40	40
50	50
60	60
80	80

*Nota.* La tabla representa la distancia mínima para la instalación de la señal vertical, con respecto a la velocidad máxima permitida en una vía. Tomado de “Señales verticales” Ministerio de Transporte, 2004.

(<https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/genPagDocs=1>)

)

#### 4. Altura

- a. La altura de una señal desde el extremo inferior del tablero hasta la cota de la superficie de rodadura no debe ser menor a 1.80 m según el manual de señalización vial (2004). En caso de zonas urbanas el manual nos indica que no debe ser menor a 2.0 m, la distancia sería desde el extremo inferior de la señal hasta la cota del norte del andén.

- b. Para las señales elevadas según el manual de señalización vial (2004), dice que la altura mínima debe ser de 5.0 m, sobre el punto más alto de la rasante de la vía.

### **Señalización Horizontal**

Según el manual de señalización via, Capítulo 3 (2004):

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos (p. 107).

Dentro de los materiales utilizados para las marcas viales, se usan pinturas en frío o en caliente, en caso de utilizar otro tipo de material este debe cumplir con las especificaciones necesarias para el correcto funcionamiento de la demarcación, dentro de las características que se deben revisar son el color, la visibilidad, el antideslizante, entre otros. Los requisitos mínimos que deben cumplir las pinturas, termoplásticos, plásticos en frío y cintas preformadas en los pavimentos están contemplados en la NTC 1360.

Para la señalización horizontal se utilizan colores como el blanco, amarillo, verde, rojo y azul. Para el año 2023 en Bogotá, el color verde es utilizado principalmente para las ciclorutas, el color azul para los sitios especiales para las personas con discapacidad, el rojo para paraderos o vías destinadas para el transporte público, el blanco y amarillo tienen varios usos en la demarcación vial.

Existen múltiples marcas horizontales donde podemos encontrar:

1. Flechas
2. Textos
3. Pictogramas
4. Líneas
5. Senderos peatonales
6. Pasos peatonales

En Colombia se realiza la instalación de señalización horizontal y vertical, con el objetivo de disminuir el porcentaje de accidentabilidad en las vías del país, pues según Tignor (1999) este tipo de señales ayudan a reducir la accidentabilidad hasta en un 20%, en adición el congreso de Colombia decreto en la Ley 336 de 1996, en el artículo 2 “La seguridad especialmente la relacionada con la protección de los usuarios, constituye prioridad esencial en la actividad del sector y del sistema de transporte.” otorgando gran prioridad a proyectos que otorguen seguridad vial.

La demarcación se realiza para la seguridad de los actores viales, no solamente para dar orden a los vehículos, sino para que en cualquier horario del día y en cualquier tipo de clima puedan transitar de manera segura, puesto que la señalización debe poder verse en cualquier momento y debe ser antideslizante para evitar accidentes.

Cuando se habla de señalización horizontal, se hace referencia a todo tipo de demarcación instalada sobre el pavimento, para ello se emplean varios métodos de pintura, como lo es la llana y el spray, dentro de las señales más comunes que ayudan tanto a conductores como peatones, se encuentran los pasos peatonales, flechas que indica hacia donde se puede transitar, los cruces de ciclovías, la velocidad máxima permitida, líneas de carril que indican si se puede adelantar o no, entre otras.

Tanto como en la gran mayoría de países, Colombia cuenta con unos manuales y una normatividad vigente que toda empresa debe cumplir en el momento de licitar un contrato de señalización vial. Dentro de la normatividad vigente se encuentran las siguientes:

**Tabla 3**

*Marco técnico normativo*

Título	Contenido	Norma
Manual de Señalización Vial	Se establecen las especificaciones para el diseño, ubicación y aplicación de los dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas	Manual de Señalización Vial 2015
Aplicación de materiales para la demarcación horizontal de pavimentos.	Establece los requisitos que debe cumplir cada uno de los materiales para la demarcación horizontal de pavimentos y los criterios de selección.	NTC 4744 del 2011
Pinturas para demarcación de pavimentos. Especificaciones.	Establece los requisitos para la preparación de superficies, condiciones ambientales y de seguridad, dosificación, personal y el control antes, durante y después de la aplicación de materiales, para las demarcaciones horizontales de pavimentos.	NTC 1360 del 2011
Materiales para demarcación de pavimentos. Microesferas de vidrio, granulados antideslizantes y mezclas de ambos	establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las microesferas de vidrio, los granulados an/deslizantes, y las mezclas de ambos, para incorporar en materiales de demarcación en premezclado o en post	NTC 2072 del 2011

mezclado, en la señalización  
vial horizontal.

---

Nota: La tabla muestra las normas vigentes en Colombia, junto a el título correspondiente de cada una y una descripción de lo que se encuentra en su contenido, Adaptado de “¿Qué conceptos tenemos de señalización vial?” por G - Vial. 2020. (Suministrado por la entidad).

Para tener claro, los beneficios que presenta este material a la empresa, primeramente se pondrá en contexto los métodos ya utilizados en las UPZ, y poder realizar con mayor eficiencia una comparación.

## **Capítulo 2. Métodos para la demarcación horizontal**

### **1. Llana**

Es un revestimiento a base de resina de metacrilato de metilo 100% pura. Se utiliza para delinear pavimentos en áreas de alto TPD (Tránsito Promedio Diario). Tiene una excelente visibilidad diurna y nocturna, es resistente al desgaste intenso y a una gran variedad de contaminantes como lo es la gasolina, diésel, aceite de motor y material suelto de vías aledañas que no se encuentran pavimentadas. Ideal para balizamiento y señalización en autovías y carreteras, especialmente recomendado para pasos de peatones, zonas escolares, carriles bici, marcas viales y zonas de gran desgaste vehicular y peatonal.

Los tiempos que se requieren para la instalación, para el secado total y liberar el carril para la circulación normal de los vehículos es de aproximadamente 60 minutos en óptimas condiciones y en vías de tráfico pesado de hasta 90 minutos, ver anexos. En el procedimiento de aplicación inicialmente se realiza una imprimación en el sitio donde va la señal que se desee realizar, cuando la imprimación se haya secado se podrá proceder a pintar con llana, pero antes de eso de debe tener lista la pintura y las herramientas necesarias para la aplicación, la mayoría del



personal utiliza cinta de enmascarar común para delinear hasta donde se debe pintar y poder hacer la figura requerida bien hecha, luego del tiempo de secado, se retira la cinta que delineaba la señal y se habilitan los carriles correspondientes.

La pintura con llana también es conocida como pintura a mano, la técnica de aplicación es con una herramienta (llana de mano), la calidad de las marcas no depende solamente de la pintura, sino que depende más de la habilidad y la experticia que tiene el trabajador, aparte, se requiere mucho tiempo en la aplicación y en el secado, por esos retrasos en tiempo de aplicación y secado causan demoras en las obras y eso es un problema tanto para los conductores como para los trabajadores, éste método es el que requiere más mano de obra y más esfuerzo físico por parte de los trabajadores, en cuanto a tiempo de ejecución y esfuerzo físico que se requiere, no es equitativo con la durabilidad total de la demarcación.

## **Figura 12**

*Aplicación de llana*



*Nota.* En la figura se puede observar al personal encargado aplicando la pintura llana de un bicarril. Elaboración propia.

## 2. Spray

Pintura de dos componentes (pintura y catalizador), su aplicación se realiza por medio de un compresor, el cual es manejado por una persona, éste distribuye la pintura en el sitio que se requiere, éste método es utilizado en la empresa para la demarcación lineal, además se le agregan unas pequeñas esferas de vidrio llamadas microesferas, junto a un antideslizante(partículas de finos) el cual ayuda a que la pintura cumpla con lo establecido en la normatividad. Aunque este método es utilizado principalmente en demarcación lineal, es también utilizado para marcas donde el rendimiento es considerado en metro cuadrado, pero esto solo ocurre en casos específicos de la zona donde se desea implementar.

Los tiempos que se requieren para la instalación, para el secado total y liberar el carril para la circulación normal de los vehículos toma un tiempo muy similar como en la demarcación con llana, porque inicialmente se debe preparar la pintura, mezclando los 2 componentes que debe tener para su correcta instalación, esa pintura bicomponente se deposita en un compresor, el cual es el que arroja la pintura, se deben alistar los moldes de la señalización que se desea pintar, todo ello se debe realizar en el momento que ya esté la imprimación en el sitio donde va la señal, luego de pintar con el compresor, se agregan las microesferas y en ése momento empieza el tiempo de secado, que en las mejores condiciones es de aproximadamente 45 minutos.

Según estudios realizados anteriormente, la pintura de dos componentes que se utiliza en la demarcación vial, cumple todos los parámetros establecidos frente a la seguridad vial (Ronderos, 2021).

así a mejores materiales que sean aplicados, mayor vida útil se asegurará de la vía, particularmente las señales viales, éstas que juegan un papel primordial al brindar la seguridad que requieren los usuarios de las vías de tal forma que se presenta una relación inversa en cuanto a que mejores sistemas de señalización menor riesgos se deben presentar en las vías de presentarse un siniestro. (Ronderos, 2021, P. 98)

La pintura en spray es uno de los materiales más utilizados debido a su bajo costo, pero no es uno de los mejores, debido a la baja durabilidad y baja resistencia a la abrasión, dado que también tiene riesgo de desplazamiento en el momento que la pintura se moja por la lluvia o humedad del ambiente, también hay una desventaja visible en la aplicación de ésta, pues es un poco difícil de aplicar sobre superficies irregulares, como es usual en la ciudad de Bogotá, también los gases y olores que esta pintura genera son dañinos para el medio ambiente y para los trabajadores que la aplican.

**Figura 13***Aplicación de llana*

*Nota.* En la figura se puede observar al personal encargado aplicando la pintura spray de una línea de camellón (doble línea amarilla). Elaboración propia.

### 3. Cinta termoplástica preformada

Para su aplicación se debe realizar la limpieza de la zona donde se desea posicionar la respectiva señal, posteriormente se forma la figura que se desea dejar, ya sean fechas, pictogramas, textos, etc y finalmente se debe calentar con unas antorchas especiales hasta que se vea un efecto burbujeante, eso quiere decir que el material se derrite a la temperatura adecuada y de esa manera permite que se adhiera correctamente al pavimento en el cual se está trabajando. Luego de que se adhiera la cinta al pavimento, se debe esperar aproximadamente cinco minutos a

que se enfríe a temperatura ambiente y de esta manera los vehículos pueden circular con total normalidad, este método no requiere un tiempo tan largo de secado como en los otros métodos, puesto que no es un material líquido como si lo es la pintura.

Debido a que su composición química hace que el material sea sólido la manejabilidad del producto es muchísimo más fácil, que los materiales líquidos, esto hace que la efectividad en los tiempos de instalación sea alta y poder optimizarlos para que la movilidad de los vehículos no se vea afectada por mucho tiempo, además de eso, si el material es sólido puede tener grosores mayores a los que se presentan cuando se demarca con pintura, por ende la vida útil del material aumenta, porque si sufre desgaste tendrá un grosor adecuado para que no se borren los pictogramas.

Los puntos más importantes en cuanto a beneficios, son: la durabilidad, puesto que el material es muy resistente a la abrasión, altamente resistente a la intemperie, a los rayos UV, por ende tienen una vida útil más larga que la pintura, si bien es cierto, que el material es más caro que la pintura, sale mucho más económico al paso de los años, porque se reducen los costos de mantenimiento. Puesto que la cinta no requiere maquinarias especializada, ni de largos tiempos de secado, la instalación se hace un poco más fácil que los otros métodos, además de eso la aplicación es más precisa y uniforme, sin hablar de la gran variedad de diseños, colores y tamaños que tiene y sin dejar atrás los beneficios más importantes, la seguridad y el impacto ambiental, con respecto a la seguridad, se habla de que la cinta es altamente reflectante, lo que mejora la visibilidad de los actores viales y la superficie texturizada genera la adherencia necesaria para evitar que los vehículos se deslicen. Y por último pero no menos importante, está el bajo impacto ambiental que genera, puesto que no tiene solventes ni productos químicos

daños para la salud y el medio ambiente, además la aplicación no genera residuos ni emisiones contaminantes, por ello es respetuosa con el medio ambiente.

### Figura 14

*Aplicación cinta termo preformada.*



*Nota.* En la figura se puede observar al personal encargado aplicando calor a la cinta termo preformada para un paso peatonal. Elaboración propia.

### Capítulo 3. Análisis Comparativo

Para la comparación de los métodos se observan los aspectos más significativos y de mayor impacto en los parámetros mencionados con anterioridad, a continuación se observa un cuadro resumen para facilitar la comprensión y análisis, posterior al cuadro se describen específicamente los análisis realizados para así poder llegar a las conclusiones.

**Tabla 4**

*Cuadro comparativo de los métodos*

<b>Método</b>	<b>Tiempo de aplicación y secado</b>	<b>Durabilidad</b>	<b>Costo por unidad de medida</b>	<b>Aspectos a tener en cuenta</b>
Spray	Entre 55-70 minutos	Entre 1 y 3 años, dependiendo del espesor que tenga.	\$43.219 / ML	-Más económica. -Mejor acabado.
Llana	Entre 40-55 minutos	Entre 1 y 4 años, dependiendo del espesor que tenga.	\$77.675 / M2	-Más implementada. -Confiable en rendimiento.
Cinta termoplástica Preformada	Entre 20-25 minutos	Puede durar más de 4 años, dependiendo del espesor que tenga.	\$237.816 / M2	-Más duradera. -Amigable con el medio ambiente. -Secado rápido. -Mejor retroreflectividad.

Nota. Los tiempos de durabilidad se dan en condiciones normales, sin tanta varianza, debido a que hay muchos factores los que afectan a la durabilidad de la demarcación, como lo puede ser; la calidad del material, la preparación, la aplicación, la maquinaria y equipos, las condiciones del pavimento, la contaminación del sector, la geometría de la vía, el tránsito promedio diario, entre otros.



Observando todos los archivos visitados en ésta investigación, se pudo analizar qué si bien es cierto, todos los métodos de demarcación cumplen correctamente su objetivo principal, el cual es dar orden y brindar seguridad, pero en ninguno de éstos se tienen la preocupación de los aspectos y daños que se generan en el medio ambiente, pues éste es un punto importante que cuando se da un correcto cumplimiento, brindando algún beneficio y no perjudicándolo, será el mejor y más utilizado método para la demarcación horizontal.

Si se llega a tener muy en cuenta el aspecto ambiental en la demarcación vial, sumado a todos los aspectos positivos y el papel tan importante que la demarcación tiene en la seguridad vial, nos genera un beneficio increíble al cuidado del planeta, pues se daría un aporte al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible. El aporte generado al objetivo #8. “Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos” se observa y está presente en la contratación del personal capacitado para realizar la instalación de la cinta, puesto que como ya mencionó, el personal debe estar en condiciones óptimas de trabajo, para el objetivo #9 “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación” se tienen en cuenta porque la innovación en la mayoría de casos es para avanzar en todos los aspectos, para mejorar lo que actualmente existe, y precisamente es lo que hace la cinta, es un material relativamente nuevo en Colombia.

El siguiente objetivo es el #11 “Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles”, puesto que se ha hablado del objetivo principal de la señalización vial, el cual es brindar seguridad y evitar la siniestralidad vial de los actores viales, también aporta un granito de arena al cumplimiento de dicho objetivo.

Los últimos dos objetivos más que cumpliría son el #12 “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles” y #13 “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio



climático y sus efectos”, los cuales van relacionados, puesto que con el consumo moderado y responsable de recursos se puede aportar al cuidado del medio ambiente, y la cinta permite eso, reducir el consumo y el desperdicio, pues el material es muy duradero, entonces cada ciertos años se utiliza, entonces no hay un uso frecuente de éste.

Dicho lo anterior, se habla que en este momento y a futuro, los objetivos tienen gran relevancia en todo el mundo, importantes para la mitigación del calentamiento global y darle una esperanza de vida mayor al planeta tierra, que en el transcurso de los años se ha “exprimido”, se han agotado demasiado rápido los recursos naturales que nos brinda, la culpa es netamente de los seres humanos.

Lo anteriormente hablado es global, ahora se presenta el análisis referente a la empresa; principalmente lo que ocurría algunas veces en la empresa, es que en ocasiones se consumía más material del que tenían estipulado y calculado, por que la pintura se demoraba más de lo esperado en llegar al secado total, entonces debían aplicarle más catalizador del calculado y recomendado para el secado normal, el tiempo de secado es muy variable cuando se trata de los materiales líquidos, pero con un material sólido, como lo es la cinta termoplástica preformada eso no ocurre, pues al derretir el material, inmediatamente se adhiere y solamente con la temperatura ambiente se empieza a enfriar.

Para agilizar el proceso en las demarcaciones con llana y spray se debe tener personal capacitado para realizar la actividad y para eso se requieren varias personas, puesto que se deben colocar moldes o cinta en el piso para dar forma a la figura que se requiere realizar. En el momento de colocar los moldes o la cinta se deben agachar para acomodarlo correctamente, la persona que pinta también se debe agachar para aplicar la pintura de manera correcta, puesto que no son instrumentos de largo alcance, ésto genera que el personal trabaje en posiciones

incómodas por un tiempo prolongado, a largo plazo se producen daños físicos en los trabajadores, en una labor de éste tipo, están expuestos mayormente a riesgos biomecánicos, ergonómicos y riesgos químicos, puesto a los solventes que la pintura tiene, al inhalar esos aromas tan fuertes el tiempos prolongados se tienen graves condiciones a corto y a largo plazo, en el momento puede presentar dolor de cabeza y mareos, pero a largo plazo puede presentar afecciones pulmonares muy graves. Ésta problemática que se presenta no es buena ni para el empleado, ni para el empleador. Por otro lado se tienen el método de aplicación de la cinta termoplástica preformada, se realiza con antorchas o sopletes especiales, los cuales si son de largo alcance, por el tubo que tiene, para que el trabajador no quede cerca y expuesto a la llama que sale por la boquilla, eso permite que el trabajador esté parado en una posición cómoda, para realizar la aplicación, además de eso, como la cinta no tiene solventes ni metales pesados, no genera aromas fuertes que puedan afectar al trabajador y en el único momento que se deberían agachar es cuando se desea acomodar la cinta preformada en el sitio y con la forma que se desee trabajar, de resto no tendrían que estar agachados en ningún momento.

### **Conclusión y Recomendaciones**

- ❖ Teniendo en cuenta toda la investigación realizada, se puede decir que la cinta termoplástica preformada, para la demarcación horizontal, no está consolidada en Colombia como los otros métodos, puesto que es un material prácticamente nuevo y desconocido, todavía se están encontrando las fallas que tiene y se pueden realizar mejoras en cuanto a rendimientos y capacitaciones de cuadrillas.
- ❖ En una ciudad con tanto tráfico como lo es Bogotá, en las localidades centrales, las cuales son las del objeto de estudio, es complicado y poco recomendable inhabilitar un carril para realizar demarcación con pintura en llana o spray y esperar el secado, en cambio con la demarcación en cinta termoplástica preformada, no se tendrán que esperar tiempos tan tardíos como con lo requieren los otros métodos, puesto que solo se debe esperar a que se enfríe a temperatura ambiente y estará lista para el paso de los vehículos por encima de ella.
- ❖ De acuerdo a todos los estudios y arduos trabajos, que la gente realiza, llegan a la conclusión que los métodos de demarcación horizontal clásicos, como los son la llana y spray, cumplen correctamente su función en el tiempo de vida útil que estos tienen, pero al final recomiendan utilizar métodos de demarcación que tengan más vida útil y no tengan tanto desgaste, porque esto ayudará a preservar la vida de los actores viales.
- ❖ De acuerdo a lo investigado y a las fichas técnicas del material, se puede decir que es amigable con el medio ambiente, puesto que no tiene solventes, plomo, mercurio, ni materiales pesados, dado que la vida útil de la cinta es mayor al de los otros métodos, hace que la cantidad de residuos disminuya y de esta manera se reducen las cargas en los

vertederos. También por sus bajos tiempos de instalación, se reduce la cantidad de recursos necesarios para la implementación.

- ❖ Finalmente, se determinó que el mayor beneficio que tiene la cinta termoplástica preformada para la empresa es; el tiempo de aplicación, dado que la aplicación de la demarcación se realiza en los horarios nocturnos, debido a eso, la temperatura de la noche hace que el enfriamiento de la cinta sea mucho más rápido, y en cuanto más rápido se instale la cinta, se podrá instalar mucho más, generando mayor cantidad de obra ejecutada, entonces la empresa terminará los contratos más rápido de lo que lo haría con los métodos tradicionales, y las garantías son mucho más altas, entonces no incurriría en gastos extras de mantenimiento y demás.
- ❖ La persona o empresa que quiera implementar éste método debe tener en cuenta cada detalle, para posteriormente corregirlo y poder llegar tener la experticia para poder aplicar el material con las condiciones adecuadas, para que su durabilidad sea la correcta.
- ❖ El factor salud de los trabajadores también es muy importante, pues son las personas que hacen posible tener en campo la señalización contemplada en la norma, entonces el cuidado físico del personal se hace posible con una labor cómoda y segura, con herramientas adecuadas y elementos de protección personal.

### Lista Referencia o Bibliografía

- Acuña Molina, F. (2018). Evaluación de los factores clima y tránsito en el desempeño de la demarcación vial horizontal en Costa Rica mediante el parámetro de retrorreflectividad, de <http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/5644/1/42572.pdf>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2022). Documento Manual de Señalización Vial objeto de la fase de socialización participativa\_compressed (1)\_compressed.pdf. [https://ansv.gov.co/sites/default/files/2022-08/Documento%20Manual%20de%20Se%C3%B1alizaci%C3%B3n%20Vial%20objeto%20de%20la%20fase%20de%20socializaci%C3%B3n%20participativa\\_compressed%20%281%29\\_compressed.pdf](https://ansv.gov.co/sites/default/files/2022-08/Documento%20Manual%20de%20Se%C3%B1alizaci%C3%B3n%20Vial%20objeto%20de%20la%20fase%20de%20socializaci%C3%B3n%20participativa_compressed%20%281%29_compressed.pdf)
- Barrantes-Quirós, S. (2018, 13 febrero). DESEMPEÑO Y DURABILIDAD DE LA DEMARCACIÓN VIAL HORIZONTAL EN COSTA RICA. DSpace. Recuperado 3 de octubre de 2022, de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/974>
- Corellano, F. (1993). El color en el lenguaje cartográfico. *Geographicalia*, (30), 309-320. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_geoph/geoph.1993301826](https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.1993301826)
- Corral Narváez, S. S. (2017). Diseño de un plan de salud para los factores de riesgos químicos por exposición a vapores de aerosoles en el área de pintura en Empresas de Servicio Técnico en la ciudad de Guayaquil (Master's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Maestría en Seguridad, Higiene Industrial y Salud Ocupacional.). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/23494>
- De Bogotá, C. D. C. (2010). LEY 336 DE 1996 Ley general de transporte. de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=346#:~:text=ART%C3%8DCULO%20%2D%20Reglamentado%20por%20el,y%20del%20sistema%20de%20transporte.>
- Gamez, M. J. (2022, 24 mayo). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible*. Desarrollo Sostenible. Recuperado 27 de abril de 2023, de

[https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/  
#](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/#)

MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2017, 17 mayo). Manuales de Señalización Vial. MINTRANSPORTE.

<https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/>

Pintutráfico plástico en frío en llana. (s. f.). Pinturas Pintuco.

<https://pintuco.com.co/productos/pintutrafico-plastico-en-frio-en-llana/>

Ramirez, M. Á. M. (2021, 3 junio). Universidad Antonio Nariño: Viabilidad técnica de utilizar la pintura plástica en frío de 2 componentes para señalización horizontal en el departamento de Risaralda. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/3843>

Road Depot. (2016, 2, agosto). *Termoplastico Preformado [Video]*. YouTube.

[https://www.youtube.com/watch?v=NKEmNWpY5OY&ab\\_channel=RoadDepot](https://www.youtube.com/watch?v=NKEmNWpY5OY&ab_channel=RoadDepot)

Ronderos, L. (2021). *Viabilidad técnica de utilizar la Pintura plástica en frío de 2 componentes para señalización horizontal en el departamento de Risaralda* [Una tesis presentada para obtener el título de Ingeniero de Civil]. Universidad Antonio Nariño, sede Pereira.

Terra WS. (s. f.). *Termoplastico Preformado*. Recuperado 28 de abril de 2023, de

<https://www.terra-ws.cl/termoplastico-preformado#:~:text=Preformados%20de%20Termopl%C3%A1stico%2C%20son%20l%C3%A1minas,en%20Asfalto%20c%C3%B3mo%20en%20Hormig%C3%B3n.>

Ticona Estofanero, P. G. (2021). Influencia del tipo de pavimento y pintura de señalización horizontal para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco–Lucre 2021, de Tignor.

S (1999). Traffic Control devices. Institute of Transportation Engineers -

Tignor, S (1999). Traffic Control devices. Washington, D.C.: Institute of Transportation Engineers.

Yefer Asprilla Lara, Fernando García De Quevedo, & Mario Guadalupe González Pérez. (2018).

Señalización y seguridad vial en buses de tránsito rápido: el transmilenio en Bogotá.

Infraestructura Vial, 19(33).

<https://doi-org.bibliodigital.ugc.edu.co/10.15517/iv.v19i33.32919>

### **Anexos**

Los documentos anexos a éste documento fueron suministrados directamente por la empresa, no se permite el uso de estos a personas ajenas al proyecto de grado, debido a derechos de autoría.