

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**UTILIZACIÓN DE PINTURAS FLUORESCENTES ECOAMIGABLES, QUE
BENEFICIEN Y MEJOREN LAS CONDICIONES AMBIENTALES Y DE
TRÁNSITO EN RUTAS PRINCIPALES**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO
DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL**

ESTUDIANTE: JAIRO SALMERÓN ORTIZ

TUTOR: ING. ROGER ARROYO ACOSTA

**SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA
OCTUBRE, 2024**

CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA	I
CÉDULA DE IDENTIDAD	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
SOLICITUD DE DEFENSA	III
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR	V
CERTIFICADO DEL FILÓLOGO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CARTA DE ENTENDIMIENTO	VII
CONTENIDO	VIII
TABLAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
DEDICATORIA	XV
AGRADECIMIENTOS	XVI
EPÍGRAFE	XVII
RESUMEN	XVIII
CAPÍTULO I	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2. OBJETIVOS	26
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	26
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	27
1.3. JUSTIFICACIÓN	27
1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	30
1.5. ANTECEDENTES	30
1.5.1. <i>Antecedentes nacionales</i>	30
1.5.2. <i>Antecedentes internacionales</i>	31
1.6. PROYECCIONES	32
1.7. <i>ALCANCES</i>	33
CAPÍTULO II	35

MARCO TEÓRICO	35
2.1. PINTURA	36
2.1.1. <i>División de las pinturas:</i>	36
2.2. MICROESFERAS DE VIDRIO	37
2.2.1. <i>Fabricación de microesferas de vidrio:</i>	38
2.3.1. <i>Accidente de tránsito</i>	43
2.3.2. <i>Seguridad activa</i>	44
2.3.3. <i>Seguridad pasiva</i>	44
2.3.4. <i>Señal de tránsito</i>	44
2.3.5. <i>Transporte</i>	44
2.3.6. <i>Vehículo</i>	44
2.4. <i>Demarcaciones</i>	45
2.4.1. <i>Función de la demarcación</i>	46
2.4.2. <i>Ubicación de la demarcación</i>	46
2.4.4. <i>Demarcaciones planas</i>	48
2.4.5. <i>Resistencia al deslizamiento</i>	48
2.5. LÍNEAS DE DEMARCACIÓN Y MARCAS VIALES	49
2.5.1. <i>Descripción</i>	49
2.5.2. <i>Materiales</i>	49
2.6. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	53
2.7. FLUORESCENCIA	55
2.8. REFLEXIÓN DE LA LUZ EN CARRETERAS	55
2.8.1. <i>Importancia de la reflexión</i>	56
2.8.1. <i>Importancia de la reflexión</i>	57
2.8.2. <i>Materiales retrorreflectantes</i>	57
2.9. VISIBILIDAD ES SEGURIDAD	59
2.10. MARCAS VIALES	60
2.10.1. <i>Visibilidad diurna</i>	61
2.10.2. <i>Visibilidad nocturna</i>	61
2.11. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (DEMARCACIONES)	62
2.11.1 <i>Clasificación demarcación según su forma</i>	64
2.12.1. <i>Importancia del medio ambiente</i>	66
2.12.2. <i>Transformación del medio ambiente</i>	67
2.12.3. <i>Cuidado del medio ambiente</i>	69
2.13. ECOAMIGABLE	70
2.13.1. <i>Estilo de vida ecoamigable</i>	71
2.13.2. <i>Importancia de ser ecoamigable</i>	72

CAPÍTULO III.....	74
MARCO METODOLÓGICO	74
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	75
3.1.1. <i>Enfoque de la Investigación:</i>	76
3.1.2. <i>Tipo de investigación</i>	76
3.2 <i>Método de la investigación</i>	77
3.2.1. <i>Recopilación de información</i>	77
3.2.2. <i>Instrumentos requeridos para la recolección de datos</i>	77
3.2.2.2. <i>Fuentes secundarias</i>	78
3.4. METODOLOGÍA	80
3.4.1. <i>Selección de muestras y zonas de estudio</i>	80
3.4.2. <i>Pruebas de visibilidad</i>	80
3.4.3. <i>Análisis de seguridad</i>	81
3.4.4. <i>Evaluación del impacto ambiental</i>	81
3.5. POSIBLES RESULTADOS ESPERADOS:	81
3.5.1. <i>Mejoras en la seguridad vial</i>	81
3.5.2. <i>Reducción del impacto ambiental</i>	81
3.6. REFERENCIAS TEÓRICAS Y MARCO CONCEPTUAL	81
3.7. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS	82
CAPÍTULO IV.....	83
ANÁLISIS DE RESULTADOS	83
4.1.1. <i>Presentaciones ofrecidas</i>	85
4.1.2. <i>Marcha</i>	85
4.1.3. <i>Propiedades</i>	86
4.1.4. <i>Mezclado de la pintura</i>	86
4.1.5. <i>Forma de aplicación</i>	87
4.1.6. <i>Espesor</i>	87
4.1.7. <i>Forma de entrega, mezcla y almacenamiento</i>	90
4.1.8. <i>Alto rendimiento y fiabilidad</i>	90
4.1.9. <i>Primera capa del sistema fotoluminiscente</i>	90
4.1.10. <i>Instrucciones para la aplicación</i>	91
4.1.11. <i>Especificaciones técnicas</i>	91
4.1.12. <i>Ventajas</i>	92
4.1.13. <i>Desventaja</i>	93
4.1.14. <i>Implementación</i>	93
4.1.15. <i>Aspecto</i>	93

4.1.16. Forma de entrega, mezcla y conservación	94
4.1.17. Rendimiento de luminancia y brillo posterior	94
4.1.18. Agregar efecto reflectante	94
4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	96
4.2.1. Ficha técnica pintura fluorescente	116
4.3. LOS PIGMENTOS FLUORESCENTES	117
4.3.1. Descripción general	118
4.3.2. Características principales	118
4.3.3. Temperaturas	118
4.3.4. Aplicación	119
4.3.5. Colores disponibles	119
4.3.6. Acondicionamiento	120
4.3.7. Pigmento fluorescente cosmético sin ftalatos	120
4.4. PAÍSES EN DONDE SE ESTÁ IMPLEMENTANDO PINTURAS FOSFORESCENTES	121
4.4.1. Australia	121
4.4.2. Holanda	126
4.5. DEMARCACIÓN FLUORESCENTE EN CARRETERA	128
4.5.1. Características de las líneas fluorescentes en carreteras:	128
4.6. BENEFICIOS DE LA PINTURA FLUORESCENTE	129
4.6.1. Reducción de siniestros viales	129
4.6.2. Mejora en la navegación	129
4.6.3. Seguridad para peatones y ciclistas	130
4.7. APLICACIONES COMUNES	130
4.7.1. Autopistas y carreteras principales	130
4.7.2. Zonas escolares y urbanas	130
4.7.3. Cruces e intersecciones	131
4.8. CONSIDERACIONES PARA SU IMPLEMENTACIÓN	131
4.8.1. Costo	131
4.8.2. Regulación y normativa	131
4.9. LA PINTURA FLUORESCENTE ES LA NUEVA SOLUCIÓN PARA ELEVAR LA SEGURIDAD EN LAS CARRETERAS	131
4.10. PERSPECTIVAS LUMINOSAS PARA LA SEGURIDAD EN CARRETERAS	134
4.11. DESAFÍOS Y SOLUCIONES EN LA IMPLEMENTACIÓN	134
4.12. PINTURA FLUORESCENTE ECOLÓGICA	135
4.13. CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA REFLECTANTE Y SU ÁMBITO DE APLICACIÓN	137
4.13.1. Ámbitos de aplicación	138
4.14. VARIEDADES DE PINTURAS	139
4.15. PINTURA PARA DEMARCACIÓN VIAL ECOLÓGICA	140

4.15.1. Tipo	140
4.15.2. Usos y recomendaciones	140
4.15.3. Presentaciones	140
4.15.4. Ficha técnica	142
4.16. LA PINTURA QUE BRILLA EN LA OSCURIDAD	144
4.16.1. Es efectiva, pero cara	145
4.16.2. Cómo funciona la pintura que brilla en la oscuridad	145
4.17. PINTURAS CONVENCIONALES NACIONALES	147
4.17.1. Muestra #1 de pintura	147
4.17.2. Muestra #2 de pintura	160
4.18. COMPARATIVO DIFERENTES TIPOS DE PINTURAS NACIONALES Y EXTRANJERAS	166
4.19. COMPARATIVO INTERACCIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE Y SU IMPACTO	166
4.20. ENSAYOS DE LABORATORIO	168
4.20.1. Vigas de asfalto	168
4.20.2. Mezcla de pintura	169
4.20.3. Determinación de pigmentos por calcinación	170
4.20.4. Ensayo de punto de no levantamiento	175
4.20.5. Ensayo de retroreflectividad	178
CAPÍTULO V.....	190
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	190
5.1. CONCLUSIONES	191
5.2. RECOMENDACIONES	195
REFERENCIAS	199
APÉNDICES Y ANEXOS	205
APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS	206
ANEXO 1: MACHOTE PARA ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE PIGMENTOS POR CALCINACIÓN	209
ANEXO 2: PROFORMA COMPRA DE PINTURAS	210

TABLAS

FIGURAS



DEDICATORIA

Este Trabajo de Investigación, para optar por el derecho de Graduación, en la Carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil, se lo dedico muy especialmente a Dios todo poderoso, que me ha permitido llegar hasta acá, me ha dado la sabiduría, la inteligencia y en especial, me ha dado salud, para luchar por alcanzar tan anhelado logro personal de vida.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios nuestro señor, por haberme permitido llegar hasta acá en el desarrollo de esta meta, dándome sabiduría, inteligencia y sobre todo salud, que es lo más importante en el cumplimiento de este logro personal.

Gracias Madre, porque logré lo que un día siendo un niño te dije que quería llegar a ser en la vida, te dije que quería ser “Hace Casas”, lo logré Angela Ortiz, gracias por darme la vida, y tu ejemplo de lucha y determinación.

Agradezco a mis profesores, ya que han sido los mentores, en especial al Profesor Ing. Roger Arroyo, por aceptar ser mi Tutor de Tesis, y al Profesor Ing. Claudio Zúñiga, por aceptar ser mi Lector de Tesis.

Estaré siempre agradecido con mi hermana Margine Salmerón y mi cuñado Marvin Quesada, ya que me tendieron su mano de ayuda, me abrieron las puertas de su hogar en el momento que más lo necesite, por sus consejos, y todo el apoyo que me brindaron.

Gracias a ti también mi amor, Karen Leiva, gracias por acompañarme en esos viajes tan cansados, pero que siempre estuviste ahí, a pesar de que te veías cansada, siempre me decías que estabas bien, gracias por tu apoyo incondicional también.

¡¡¡A todos, GRACIAS!!!

EPÍGRAFE

Si lo puedes soñar, lo puedes lograr.

Walt Disney

RESUMEN

La presente tesis aborda la utilización de pinturas fluorescente, como una alternativa innovadora para mejorar la seguridad vial y reducir el impacto ambiental en las rutas principales del país. El estudio analiza la composición de estas pinturas, su capacidad de visibilidad en condiciones adversas y su contribución a la reducción de accidentes de tránsito, especialmente en tramos con poca iluminación o nula iluminación, además de zonas de alta incidencia de neblina.

A través de una investigación experimental y un análisis comparativo con las pinturas convencionales, se demuestra que las pinturas fluorescentes ofrecen una mayor reflectividad y durabilidad, lo que permite reducir la frecuencia de mantenimiento y los costos asociados. Además, al estar formuladas con materiales menos contaminantes en comparación con las pinturas convencionales para demarcación horizontal vial, su aplicación disminuye la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) y la contaminación del suelo y el agua, favoreciendo un desarrollo vial más sostenible.

El estudio también examina las pinturas que se encuentran en el mercado nacional y su comportamiento en comparación con las pinturas fluorescentes que se están utilizando en algunos países, como es el caso de Australia y Holanda, donde las autoridades de tránsito están implementando este tipo de pinturas, identificando una alta aceptación debido a los beneficios en la visibilidad y la seguridad. Se presentan recomendaciones para la regulación de su uso, la realización de pruebas piloto en distintos tipos de carreteras y la necesidad de incentivos gubernamentales para fomentar su adopción en la infraestructura vial del país.

Los resultados de esta investigación destacan la viabilidad técnica, ambiental y económica de las pinturas fluorescentes, aunque lamentablemente no son del todo ecoamigables con el medio ambiente, sin embargo, se resalta que su utilización podría traer más beneficios que complicaciones. Además, si las comparamos con las convencionales, presentan mejores condiciones ecológicas. En suma, este tipo de pinturas constituye una buena iniciativa al proponerse como una solución efectiva para mejorar las condiciones de tránsito en rutas principales y contribuir a la sostenibilidad del sistema vial.

Finalmente, la tesis concluye que el uso de pinturas fluorescentes en la demarcación de rutas principales representa una estrategia efectiva para mejorar la seguridad vial, reducir la huella ambiental del mantenimiento vial y optimizar el uso de recursos en la infraestructura de transporte. Se recomienda la implementación de pruebas piloto en diferentes regiones, el desarrollo de normativas que regulen su uso y la promoción de iniciativas que incentiven su adopción en el marco de un modelo de movilidad sostenible.

CAPÍTULO I.
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Costa Rica, el aumento del tráfico vehicular y la infraestructura vial insuficiente en muchas de sus rutas principales plantean desafíos significativos tanto para la seguridad vial como para la sostenibilidad ambiental.

Las condiciones de visibilidad en la red vial, especialmente durante la noche o en condiciones climáticas adversas, son cruciales para prevenir accidentes y mejorar la circulación.

Sin embargo, la mayoría de las soluciones actuales para mejorar la demarcación vial, que permiten mejorar la visibilidad y seguridad, están basadas en la demarcación horizontal de las vías, mediante el uso de pinturas, ya sean termoplásticas o disueltas en solventes, las cuales utilizan productos tradicionales que producen vapores y sustancias químicas que, en la mayoría de los casos, no son biodegradables y contienen compuestos nocivos para la salud, con el agravante de que generan un alto grado de contaminación al medio ambiente.

En este contexto, la posibilidad de utilización de pinturas fluorescentes ecoamigables podría ser una alternativa eficaz para mejorar las condiciones de visibilidad para los conductores en zonas donde la iluminación artificial es nula o inexistente; además, podría ser una opción de mejora en la fluidez vehicular y, al mismo tiempo, aportar una alternativa ambientalmente sostenible para nuestro país.

Estas pinturas tienen la propiedad de ser visibles en tramos largos de carretera y constituyen una solución práctica en condiciones de baja luminosidad artificial,

mejorando así la visibilidad, aumentando la seguridad vial y, por ende, reduciendo los accidentes provocados por deficientes demarcaciones en la vía. Sin embargo, a pesar de las ventajas que podrían presentar las pinturas fluorescentes ecoamigables, su implementación en las rutas principales de Costa Rica no ha sido ampliamente estudiada ni adoptada.

Existe una falta de evidencia en cuanto al uso de estas pinturas en la infraestructura vial del país, por lo que surge la necesidad de investigar y evaluar cómo estos pigmentos pueden contribuir de manera positiva a la infraestructura vial, mejorando las condiciones de tránsito y favoreciendo la sostenibilidad ambiental.

Este estudio busca abordar esta brecha de conocimiento, investigando la viabilidad, efectividad y beneficios de utilizar pinturas fluorescentes ecoamigables en las principales rutas viales de Costa Rica, con el fin de proponer soluciones que mejoren la seguridad vial y contribuyan a la protección del medio ambiente.

Esta investigación se enfocará en la mejora de las condiciones de visibilidad del tránsito en carretera. Según la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres de Costa Rica, el individuo es primordial ante cualquier otro elemento perteneciente al sistema de tránsito y transporte del país.

Uno de los principales factores que está generando un incremento significativo en las estadísticas de accidentes o incidentes en las carreteras del país es la deficiente o total ausencia de señalización horizontal; además, a esto se suma la poca o nula iluminación existente en las vías, detectada en gran parte durante las horas nocturnas, así como el deterioro de la demarcación vial, la cual requiere de un mantenimiento periódico para

garantizar la seguridad de los conductores. Sin embargo, por diferentes factores, los mantenimientos en cuanto a señalización vial no cumplen con los requerimientos mínimos de operación, ya que transcurren años sin que se realicen las correcciones adecuadas en la pintura, la cual se ve afectada por el paso de los vehículos, las condiciones climáticas y demás factores que intervienen en la superficie de rodamiento.

Según estadísticas del Consejo de Seguridad Vial (COSEVI), la identificación de lugares de concentración de accidentes se realiza solo para las rutas nacionales, ya que únicamente para estas se cuenta con el levantamiento cartográfico nacional (brindado por Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes [MOPT]), y se identifican secciones continuas de tramos de un kilómetro lineal donde hay mayor accidentabilidad en el periodo 2019-2023.

La situación de emergencia que vivió el país alrededor del COVID-19 (Salud, 2021) a partir de marzo de 2020, con las restricciones y medidas sanitarias implementadas por el Ministerio de Salud para evitar la propagación del virus, conllevó a la disminución de la movilidad en periodos y lugares específicos, lo que afectó el indicador de identificación de tramos de alta accidentabilidad. Por ello, en los criterios para su cálculo no se considerarán los años 2020 y 2021 para incluir o descartar un tramo; no obstante, se incluye la frecuencia observada con el fin de evidenciar la realidad nacional durante este periodo.

Es importante aclarar algunos conceptos utilizados:

- Algunos tipos de lesión (herido grave, herido leve e ileso) son una valoración subjetiva realizada por el oficial de tránsito al llegar al sitio, sin criterio médico.

- Las personas fallecidas en sitio son aquellas que mueren en el lugar de los hechos; las que fallecen durante el traslado, así como las que lo hacen en el hospital, se consideran como heridos graves. Este cambio se realiza a partir de los datos del 2020, en acuerdo con la Dirección General de la Policía de Tránsito (DGPT), como parte del proceso de estandarización de conceptos y definiciones. Se debe considerar que, en años anteriores, las personas fallecidas en traslado formaban parte de los fallecidos en sitio.
- Solo se consideran los accidentes de tránsito con “al menos una persona muerta en sitio o herida grave” para la identificación de secciones.

En la señalización horizontal tradicional se utiliza generalmente pintura de tráfico que no ofrece una duración ni aprovechamiento considerable. Por ello, tener una pintura de tráfico luminiscente como alternativa es una gran opción que beneficia tanto a los usuarios como a las entidades encargadas del tránsito y la movilidad en el país.

La pintura de tráfico luminiscente o fluorescente se basa en dos conceptos principales: la fosforescencia, que absorbe energía de la luz ultravioleta y, de inmediato, emite radiación luminosa; y la fluorescencia, que comienza de igual forma absorbiendo la radiación ultravioleta, pero almacena la energía, retardando su posterior emisión, siendo capaz de emitir radiación luminosa poco a poco durante minutos u horas después de haber cesado la fuente de radiación excitadora.

El segundo concepto es el que se adopta para la finalidad de este proyecto, siendo además beneficioso en el ámbito ambiental y económico, ya que permitirá que, en zonas o tramos donde no sea posible la instalación de luminarias para mejorar la

visibilidad en la conducción, sea suficiente con la iluminación de los vehículos para lograr una conducción más segura y relajante durante las horas nocturnas en lugares de poca o nula iluminación artificial. Por esta razón, este proyecto será beneficioso, logrando una disminución de accidentes en puntos críticos, brindando visibilidad en la oscuridad nocturna y actuando como reductor de velocidad.

En los últimos años, las rutas principales de Costa Rica han experimentado un aumento significativo en el volumen de tráfico vehicular, lo que ha generado una serie de desafíos en términos de seguridad vial y sostenibilidad ambiental.

El uso de pinturas tradicionales en señalización vial, generalmente compuestas por productos químicos, ha contribuido a la degradación del medio ambiente y ha incrementado los riesgos para la salud pública. A su vez, la visibilidad de las señales en condiciones nocturnas o de poca luz sigue siendo un problema recurrente, lo que eleva la probabilidad de accidentes y disminuye la eficiencia del tráfico.

En este contexto, la utilización de pinturas fluorescentes ecoamigables, que combinan propiedades de alta visibilidad con materiales sostenibles, se presenta como una alternativa viable para mejorar la seguridad vial y mitigar el impacto ambiental.

Estas pinturas no solo ofrecen una mayor visibilidad en condiciones de poca luz, sino que también están diseñadas para ser menos perjudiciales para el medio ambiente, contribuyendo así al cumplimiento de los objetivos nacionales de sostenibilidad y protección del entorno.

Sin embargo, a pesar de los beneficios potenciales de estas tecnologías, la implementación de pinturas fluorescentes ecoamigables en las principales rutas de Costa Rica aún no ha sido suficientemente investigada ni adoptada de manera amplia. Existen vacíos en la evaluación de su efectividad en términos de durabilidad, costo, desempeño en condiciones climáticas específicas de la región y su capacidad para reducir la huella ecológica del sistema de transporte.

Por lo tanto, se hace necesario un estudio que aborde el potencial de las pinturas fluorescentes ecoamigables como una solución integral para mejorar la seguridad vial y, al mismo tiempo, reducir el impacto ambiental asociados a la señalización vial convencional.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar los beneficios y desafíos de implementar este tipo de pinturas en las rutas principales de Costa Rica, analizando su viabilidad técnica, económica y ambiental.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Averiguar la viabilidad y efectividad de la utilización de pinturas fluorescentes ecoamigables en las principales rutas viales de Costa Rica, con el fin de mejorar las condiciones de visibilidad y seguridad vial, al mismo tiempo que se promueve la sostenibilidad ambiental, mediante el uso de materiales menos contaminantes y más eficientes.

1.2.2. Objetivos específicos

- Investigar las propiedades técnicas de las pinturas fluorescentes ecoamigables, o pinturas para demarcación vial disponibles en el mercado Nacional, así como las pinturas fluorescentes ecoamigables en el mercado Internacional, haciendo un comparativo de sus propiedades técnicas.
- Indagar el impacto ambiental de las pinturas fluorescentes ecoamigables, tomando en cuenta factores como la biodegradabilidad, la reducción de emisiones de compuestos tóxicos y compuestos orgánicos volátiles (COV).
- Realizar pruebas de laboratorio, con el fin de desarrollar una prueba a escala de una pintura reflectiva, utilizando las pinturas que se encuentran en el mercado nacional, y la que comúnmente se utiliza para demarcación vial en el país.
- Elaborar un presupuesto detallado, en donde se compara la utilización de luminarias, pintura fluorescente, y pintura convencional.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La seguridad vial y la protección del medio ambiente son dos de los principales retos que enfrenta Costa Rica en la actualidad. El crecimiento del tráfico vehicular y el incremento de la infraestructura vial han generado preocupaciones acerca de la visibilidad en las rutas principales del país, especialmente durante la noche y en condiciones climáticas adversas. La visibilidad deficiente puede llevar a accidentes de tránsito graves, afectando la seguridad de los conductores, peatones y ciclistas.

Por otro lado, las soluciones actuales para mejorar la señalización vial, como las pinturas tradicionales utilizadas en las rutas, a menudo contienen compuestos químicos nocivos, como solventes orgánicos volátiles y pigmentos tóxicos, que tienen un impacto negativo en el medio ambiente. Estos productos contribuyen a la contaminación del aire, el suelo y las aguas, además de ser poco sostenibles a largo plazo.

En este contexto, el uso de pinturas fluorescentes ecoamigables representa una solución innovadora y sostenible para enfrentar estos problemas. Las pinturas fluorescentes son altamente visibles en condiciones de baja luminosidad, lo que puede mejorar la seguridad vial al facilitar la identificación de señales y marcas en la carretera, incluso en condiciones climáticas desfavorables o durante la noche. Además, las pinturas ecoamigables están formuladas con materiales menos contaminantes y más duraderos, lo que contribuye a reducir la huella ecológica de las infraestructuras viales.

El estudio y la implementación de estas pinturas en las principales rutas viales de Costa Rica no solo podrían mejorar la seguridad vial, reduciendo el número de accidentes y mejorando la fluidez del tránsito, sino también fomentar la sostenibilidad y la protección del medio ambiente, alineándose con los compromisos del país hacia el desarrollo sostenible y la lucha contra el cambio climático.

Además, la transición a materiales más ecoamigables y eficaces en la infraestructura vial puede posicionar a Costa Rica como un referente en innovación ambiental en la región, demostrando el compromiso del país con la adopción de tecnologías limpias y la preservación de sus recursos naturales. Por lo tanto, esta investigación es fundamental para generar conocimiento sobre los beneficios y la viabilidad de las pinturas

fluorescentes ecoamigables, y para proponer soluciones que mejoren las condiciones de tránsito y la sostenibilidad ambiental en las principales rutas de Costa Rica.

Debido al incremento de los índices de accidentalidad que se observa en las carreteras de Costa Rica, se decidió iniciar este proyecto como una alternativa para disminuir la problemática planteada, determinando los puntos más críticos de accidentalidad en el país. Los conductores requieren de señales de alerta que indiquen cuáles lugares son peligrosos y los obliguen a reaccionar de inmediato reduciendo la velocidad en las vías. Por ello, la alternativa que se presenta es realizar un prototipo de pintura para demarcación luminosa que contenga agregados fluorescentes, con la característica de aprovechar la luz solar o artificial para una mejor iluminación nocturna, ya que es durante la noche cuando más accidentes se producen.

Esta pintura se ubicará en los lugares de mayor riesgo para conductores no solo de automóviles y transporte público, sino también de ciclistas, quienes están más expuestos al peligro en las vías. Estos requieren de una visibilidad intensa en las señales de piso para tener tiempo de reaccionar ante cualquier situación y evitar un accidente. El proyecto se logrará determinando, en primer lugar, los agregados necesarios para la elaboración de la pintura con ayuda de pruebas que se desarrollarán previamente; teniendo esto, se deberá verificar la compatibilidad con las superficies a aplicar y el desempeño de la pintura mediante un ensayo de abrasión en pista húmeda, el cual determinará cuánta masa se pierde por la abrasión bajo condiciones de desagüe, así como mediante el ensayo de resistencia al deslizamiento.

El proyecto beneficiará tanto a peatones como a conductores, además de que, al ser una capa muy delgada utilizada solamente en demarcaciones de ciclorutas, andenes, intersecciones y demás señales de corta distancia sobre el pavimento, tendrá un costo bajo y brindará seguridad vial en los tramos donde sea más necesario prevenir el riesgo.

1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Es posible hacer una investigación técnica, que pueda ayudar a dar solución a toda la problemática que existe en cuanto a buena demarcación en las carreteras, y se pueda ofrecer una mejor visibilidad de las demarcaciones en carretera, además de garantizar un equilibrio sostenible con el medio ambiente?

1.5. ANTECEDENTES

1.5.1. Antecedentes nacionales

En Costa Rica no se cuenta con información al respecto; no se ha documentado la experiencia en el campo de la demarcación vial de carreteras. En cuanto a la práctica, se han logrado corroborar tanto aciertos como desaciertos en el uso de diferentes tecnologías de demarcación vial, y su desempeño se ha atribuido a las condiciones climáticas del país, las cuales son muy cambiantes según las zonas en las que se desarrolle el estudio; además, también al tránsito vehicular y al estado de la superficie de rodamiento, dependiendo principalmente de si se trata de una superficie de asfalto o de concreto. Otro aspecto importante es la calidad de los materiales aplicados, lo cual ha sido determinante a considerar; sin embargo, esto sí se ha podido verificar a través de pruebas de laboratorio, en lo que respecta a pinturas de base agua, base solvente y

las microesferas de vidrio. Aún están en proceso de desarrollo los ensayos para materiales o pinturas termoplásticas, las cuales no se han introducido o desarrollado en el país sino hasta hace muy pocos años.

1.5.2. Antecedentes internacionales

Vélez y otros (2010), en la tesis titulada “Valoración de la mezcla óptima de microesferas y pinturas de señalización para garantizar una mejor retroreflectancia en aplicaciones viales de acuerdo a las normas INEN”, fijó como objetivo determinar una relación eficiente entre pintura de demarcación vial y microesferas de vidrio, de modo que contribuya a la seguridad vial, bajando el índice de accidentes por una ineficiencia de las demarcaciones e iluminación en las carreteras. La investigación concluye manifestando que la carga óptima de microesferas a aplicar en la señalización vial, de modo que se garantice una mayor retroreflectancia, es de 1000 g/l a 15 mils de espesor, aunque las normas de los fabricantes de las pinturas de tráfico generalmente recomiendan 700 g/l. Se recomienda que, cuando se aplique pintura sobre concreto, si la superficie está semi húmeda y no se puede pintar, se utilice un solvente y se asperjee sobre el piso, de modo que atrape las moléculas de agua adheridas y se espongan juntas.

Valdez Coello (2015), en la tesis titulada “Análisis de retroreflectividad de las señales verticales y horizontales de un muestreo de la red vial estatal, a cargo de la Dirección Provincial de Los Ríos”, fijó como objetivo realizar un análisis de retroreflectividad de la

red vial estatal que está a cargo de la Dirección Provincial de Los Ríos, usando una muestra representativa y, a su vez, validar el proceso de muestreo sugerido por el MOPT, con el fin de proveer una retroalimentación sobre su eficiencia. La investigación concluye manifestando que la retroreflectividad de las señales horizontales y verticales de la vía cumple con los estándares de calidad.

En la tesis titulada “Estudio de la señalización horizontal del centro histórico de la ciudad de Riobamba mediante ubicación de la señalización en el periodo 2014-2015”, se fijó como objetivo proponer un plan alternativo de recorrido basado en el estudio de señalización horizontal del centro histórico de la ciudad de Riobamba que garantice la movilidad. La investigación concluye manifestando que, al finalizar la presente investigación, se ha determinado la falta de señalización horizontal en 175 intersecciones del área de estudio, de un total de 183 intersecciones, lo que significa que el 95,62 % de estas no están señalizadas en su totalidad ni de la forma adecuada como se establece en la normativa de señalización RTE INEN 004-2-2011. Se recomienda que, para las personas encargadas del uso de la vía pública en el centro histórico, se complemente la señalización básica en las calzadas —como líneas de división de carril, líneas de borde, flechas direccionales, entre otras—, ya que estas permiten a los usuarios circular en un espacio determinado de manera organizada y armónica, respetando el espacio designado para su movilidad (Villa Uvidia, 2015, p. 5).

1.6. PROYECCIONES

- Se buscará analizar las propiedades técnicas de las pinturas fluorescentes ecoamigables disponibles en el mercado, tanto nacional como internacional,

evaluando su durabilidad, resistencia y capacidad de visibilidad en condiciones de baja luminosidad y mal tiempo.

- Se realizará una evaluación sobre el impacto ambiental de las pinturas fluorescentes ecoamigables, considerando factores como la biodegradabilidad, la reducción de emisiones de compuestos tóxicos y la huella ecológica asociada a su producción y aplicación.
- Se harán pruebas de laboratorio, mediante ensayos, como desarrollar a pequeña escala una propuesta de pintura reflectiva, para analizar los resultados de reflexión que se obtengan según los ensayos que se realicen en el laboratorio.
- Se verificará la viabilidad de la implementación de este tipo de pinturas para demarcación vial en el país, para ver si los costos de implementación no resultan tan elevados con respecto a lo que hoy en día se está utilizando para este tipo de proyectos de demarcación horizontal en carreteras.

1.7. ALCANCES

Entre los alcances que se buscarán con este Proyecto de Investigación de Tesis, se mencionan a continuación los siguientes:

- Esta investigación se hará únicamente para el tipo de demarcación y señalización horizontal; en lo que respecta a la señalización vertical, esta no se tomará en cuenta para la investigación respectiva.
- En este proyecto de tesis se realizarán ensayos de laboratorio para analizar las características físicas solo de pinturas con solvente; no se tomarán en cuenta ningún otro tipo de pintura que no sea con solvente. No se les realizarán ensayos

a las pinturas termoplásticas debido a que se necesitan equipos y máquinas con las que no se cuenta en el laboratorio de materiales en donde se realizarán los ensayos.

- En cuanto a las pinturas fluorescentes, la investigación se realizará solo para las carreteras construidas con material asfáltico, es decir, carreteras de pavimento flexible; no se estudiarán las condiciones para pavimento rígido o de concreto.
- Otro de los alcances será que dicha investigación se realizará analizando las características técnicas de las pinturas fluorescentes existentes actualmente en el mercado internacional, en comparación con las características técnicas de las pinturas de demarcación vial existentes en el mercado nacional, para analizar sus similitudes, si es que las tienen.

1.8. LIMITACIONES

La poca información sobre el tema en estudio.

CAPÍTULO II.
MARCO TEÓRICO

2.1. PINTURA

Es un producto constituido por pigmentos y cargas de forma diversa y granulometría fina, que está disperso en la resina o ligante. Además, contiene disolventes y aditivos, y a veces una sustancia plastificante para proporcionar flexibilidad. El disolvente viene a ser la parte relativamente importante en peso y, por lo tanto, es necesario tener en cuenta este porcentaje en las dosificaciones que se apliquen. El producto en su forma de suministro debe permanecer estable durante un tiempo mínimo establecido, manteniendo sus características inalterables de modo que se encuentre listo para su uso. Por otro lado, la viscosidad debe ser la adecuada para su aplicación por los métodos usuales sin necesidad de diluir (Olmos, 1998).

2.1.1. División de las pinturas:

a) Secado físico-químico: Se encuentran las pinturas alquídicas con ligante, que generalmente se modifican con resinas de caucho clorado, cuyo objeto es mejorar propiedades como la termoplasticidad, resistencia a la abrasión y secado. Este tipo de pinturas se seca mediante dos procesos que comienzan simultáneamente en el momento de la aplicación: evaporación del disolvente y polimerización del ligante o secado oxidativo. Si la elección del disolvente no es la adecuada, puede tener graves riesgos de sangrado y fisuración del pavimento cuando este es flexible.

b) Secado físico: Entre ellas se encuentran las pinturas acrílicas. El ligante de estas pinturas se encuentra disuelto en un disolvente de naturaleza orgánica o emulsionado en un medio acuoso y no sufre modificación química durante el proceso. De acuerdo

con esto, existen dos clases: acrílicas base solvente y acrílicas en emulsión (Olmos, 1998).

2.2. MICROESFERAS DE VIDRIO

Las microesferas de vidrio son las que permitirán que una marca se vea de noche o no, gracias al fenómeno de retroreflexión, cuyo fundamento es el siguiente: el rayo incidente de luz proveniente del foco del vehículo penetra en la esfera, la cual se encuentra semisumergida en la pintura. A consecuencia del fenómeno de refracción, este rayo es desviado en el interior de la esfera en mayor o menor grado (lo que depende del índice de refracción del vidrio de esta esfera), alcanzando en su interior un punto tal que, al estar parte de la esfera sumergida, actúa como espejo, con lo cual el rayo incidente vuelve a ser reflejado. El rayo reflejado, al atravesar la superficie de separación esfera-aire, vuelve a sufrir una refracción siguiendo el camino de vuelta casi paralelo al incidente proveniente del foco del vehículo.

Para conseguir este efecto, es necesario que las microesferas sean perfectamente esféricas. Son muchos los factores que influyen en un buen resultado de retrorreflexión de la marca vial, entre los cuales se pueden citar: la naturaleza del vidrio utilizado y su índice de refracción, la forma de las esferas y sus imperfecciones, y la granulometría de las esferas en relación con el espesor de la película de material (Olmos, 1998).

Las microesferas de vidrio son un producto usado en la señalización vial para mejorar la visibilidad en las carreteras cuando las condiciones de luminosidad no son suficientes. Las microesferas actúan como pequeños ojos de gato que reflejan la luz en la dirección de la que proviene, dando mejor visibilidad a la carretera. También tienen una amplia

gama de aplicaciones como medio abrasivo suave; se usan como granalla o arena, y su acción es muy delicada, dejando terminaciones mate en metales.

2.2.1. Fabricación de microesferas de vidrio:

La forma de obtención de estas se realiza a través de un tratamiento de los vidrios a altas temperaturas.

Previamente a ser aplicadas en cualquiera de sus ámbitos, se realiza una mezcla de estas; es decir, se combinan microesferas de diferente tamaño para crear una mezcla ideal, llamada granulometría.

Una vez realizada la mezcla, esta deberá recorrer un circuito de tamices o coladores de diferente tamaño, que retendrán o dejarán pasar el granulado. Este resultado es el que indicará la granulometría final de la microesfera.

2.2.1.1. Microesferas de premezclado.

Se trata de uno de los ingredientes esenciales de las pinturas usadas en la señalización vial. La mezcla de sus microesferas de vidrio suele ser homogénea y su diámetro promedio, alto. Además, su tamiz superior suele superar las 1000 micras. Su mezcla con la pintura es esencial, ya que mejora las cualidades de sus propiedades de retroreflexión.

2.2.1.2. Microesferas de postmezclado.

Usualmente son aplicadas al mismo tiempo que la pintura, mediante pistolas de presión especializadas para ello. Sus granulometrías suelen ser muy variopintas, dependiendo

del tipo de pintura y del tipo de aplicación. Además, durante el proceso de producción, estas pueden ser procesadas mediante tratamientos superficiales con diferentes materiales, de cara a mejorar sus propiedades físicas de conservación, adherencia o flotación (Dyroadmark).

2.2.1.2. Microesferas de postmezclado.

Usualmente son aplicadas al mismo tiempo que la pintura, mediante pistolas de presión especializadas para ello. Sus granulometrías suelen ser muy variopintas dependiendo el tipo de pintura y el tipo de aplicación. Además, durante el proceso de producción, éstas pueden ser procesadas mediante tratamientos superficiales con diferentes materiales de cara a mejorar sus propiedades físicas de conservación, adherencia o flotación (Dyroadmark).



Fig. 1. Microesferas de Vidrio.

Fuente: <https://www.dyroadmark.com/>.

2.3. Seguridad Vial

Se define como la disciplina que estudia y aplica las acciones y mecanismos tendientes a garantizar el buen funcionamiento de la circulación en la vía pública, previniendo los accidentes de tránsito. Es así como el concepto de seguridad vial hace referencia a todos aquellos comportamientos que las personas deben tener en la vía pública, tanto peatones, conductores como pasajeros (Universidad de La Salle, 2015).

Esta debe ser concebida como un sistema social, el cual está compuesto por diferentes actores que interactúan entre sí en ambientes físicos, mediante la utilización de medios de transporte motorizados o no motorizados.

Para que se tenga un sistema social completo y satisfactorio, es necesario que exista una dinámica libre de conflictos y contradicciones, ya que tiene como fin, como está estipulado en el Código de Tránsito, la prevalencia de la vida de las personas y el correcto mantenimiento de la infraestructura (Pico, Pérez y Noreña, 2011). Sin embargo, es necesario que, para lograr la finalidad de la seguridad vial, los ciudadanos aporten de manera adecuada y voluntaria al progreso y desarrollo de las estrategias implementadas tanto en el Código de Tránsito como en las demás normas que rigen la infraestructura vial. La cultura ciudadana es de vital importancia, ya que son los individuos quienes hacen uso permanente de los recursos y servicios que se proponen en la ciudad, siendo así actores directos. También existen los actores indirectos, que son los diseñadores de las políticas y programas en seguridad vial, que actúan como facilitadores del funcionamiento del sistema. Entre estos se encuentran las instituciones públicas y gubernamentales, las Organizaciones no gubernamentales (ONG), los

actores privados y la sociedad civil. Esta última es clave en cuanto a los procesos de veeduría ciudadana y vigilancia de las actuaciones de las personas, y no solo en la acción aislada de lo gubernamental, ante una problemática que requiere de actuaciones y consensos de muchos actores en el escenario de lo público (Pico, Pérez y Noreña, 2011).

En el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020, formulado por la Asamblea General de las Naciones Unidas, se plantea que cada año mueren aproximadamente 1.3 millones de personas a raíz de un accidente de tránsito, es decir, más de 300 fallecimientos al día por esta causa, aunque más de la mitad de los fallecidos no viajaban en automóvil. De 20 a 50 millones de personas sufren traumatismos que generan altos porcentajes de discapacidad en el mundo.

En los países en vías de desarrollo, donde hay menos vehículos matriculados, se presentan paradójicamente más altos porcentajes de defunciones por accidentes de tránsito, con un 90 %. Igualmente, en personas entre los 5 y 44 años, el traumatismo por accidente de tránsito figura entre las tres causas más importantes de muerte. El impacto económico por colisiones de vehículos es del 1 % al 3 % del PNB de estos países.

Se destaca el trabajo de Haddon (1960), quien en la década de los 60 (29, 30) concibió el transporte como un sistema formado por el hombre en interacción con la máquina, en el que concretó tres fases en el proceso del accidente vehicular, del cual se derivó un modelo matricial de nueve celdas que evidencia tres componentes: el humano, el vehicular o equipos y el entorno. Haddon (1960), en su modelo prevencionista, aportó

elementos vitales tanto para la investigación como para la prevención de los accidentes relacionados con el tráfico y la seguridad vial.

El modelo permite comprender el sistema de transporte como un fenómeno dinámico en el que intervienen no solo el comportamiento humano, sino otros componentes como los vehículos y el entorno, los cuales se deben tener en cuenta en la génesis y secuencia de los accidentes viales.

El análisis de los componentes de la matriz de Haddon (1960) es importante cuando se trata de investigar y determinar las causas de un accidente de tránsito y elaborar planes de prevención vial (Pico, Pérez y Noreña, 2011).

Para intervenir en un modelo o solución para la seguridad vial, es importante identificar los causantes que están provocando la falla para definir así una solución completa:

- Antes del accidente: Se encuentran aquellas acciones que se planean para evitar que este se produzca. Son llamadas medidas de prevención de los accidentes.
- Durante el accidente: Contempla los aspectos que deben ser tenidos en cuenta con anterioridad para que, en el caso de producirse el accidente, las consecuencias no sean tan severas. Son las medidas para disminuir los efectos del accidente y, en su conjunto, son las medidas de protección aplicadas a la vía vehículo-persona o a la máquina-trabajador-entorno.
- Después del accidente: Comprende aquellas acciones que se planean para evitar que los efectos del accidente sean mayores y la recuperación sea más

efectiva. Son medidas de asistencia aplicadas a la vía-vehículo-persona o a la máquina-trabajador-entorno (Pico, Pérez y Noreña, 2011).

Elvik (1970) también proyectó un aporte al desarrollo de la teoría en seguridad vial basado en sus investigaciones, exponiendo que se debe estudiar la contribución que diferentes grupos poblacionales usuarios hacen a la magnitud del problema de seguridad vial en casos particulares.

Este investigador afirma que, para establecer la exposición al riesgo de un grupo específico poblacional, es indispensable observar los resultados de las encuestas de consultas y las estadísticas de eventos de tránsito, y que estos resultados deben analizarse a la luz del problema que se piensa resolver.

Con su investigación se demuestra que, según estadísticas, fallecen más personas del sexo masculino que del sexo femenino, y esto es clave en las tasas de mortalidad, ya que los hombres están más expuestos al utilizar medios de transporte particulares en su mayoría.

2.3.1. Accidente de tránsito

Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho (MOPT, 2015).

2.3.2. Seguridad activa

Se refiere al conjunto de mecanismos o dispositivos del vehículo automotor destinados a proporcionar una mayor eficacia en la estabilidad y control del vehículo en marcha para disminuir el riesgo de que se produzca un accidente de tránsito (MOPT, 2015).

2.3.3. Seguridad pasiva

Son los elementos del vehículo automotor que reducen los daños que se pueden producir cuando un accidente de tránsito es inevitable y ayudan a minimizar los posibles daños a los ocupantes del vehículo (MOPT, 2015).

2.3.4. Señal de tránsito

Dispositivo físico o marca especial, preventiva, reglamentaria e informativa, que indica la forma correcta como deben transitar los usuarios de las vías (MOPT, 2015).

2.3.5. Transporte

Es el traslado de personas, animales o cosas de un punto a otro a través de un medio físico (MOPT, 2015).

2.3.6. Vehículo

Todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas, animales o cosas de un punto a otro por vía terrestre pública o privada abierta al público (Universidad de La Salle, 2015).

2.4. Demarcaciones

La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas.

Dado que se ubican en la calzada, las demarcaciones presentan la ventaja, frente a otro tipo de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención del carril en que circula. Sin embargo, también tiene una desventaja significativa: la ausencia de su visibilidad por efectos de clima, polvo, oscuridad en la noche u otros vehículos que circulan en la vía, ya que son percibidas a menor distancia.

Es importante tener en cuenta que, según los parámetros establecidos por el Ministerio de Transporte, la señalización horizontal debe hacerse en pavimentos relativamente indeformables, lisos y compactos; no se puede aplicar en caminos de tierra, recebo o afirmado.

Cuando las líneas de demarcación definitiva con pintura en frío se apliquen sobre concreto asfáltico, estas deben ser pintadas unos 30 días después de construida la carpeta de rodadura.

En todos los casos, antes de dar el servicio, la vía deberá demarcarse temporalmente con las líneas de carril y de borde mediante un pre-punteo o demarcación de mínimo espesor hasta realizar la demarcación definitiva o mediante la instalación de dispositivos que la constituyan.

En ningún caso se dará el servicio de una vía sin la demarcación temporal o definitiva. La demarcación temporal debe ser retroreflectiva. Para la señalización horizontal, se debe cumplir lo establecido en las Normas Técnicas adoptadas por el Ministerio de Transporte.

2.4.1. Función de la demarcación

Las demarcaciones, al igual que las señales verticales, se emplean para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía y la gestión del tránsito. Pueden utilizarse solas o junto a otros medios de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz medio para comunicar instrucciones a los conductores.

2.4.2. Ubicación de la demarcación

La ubicación de la demarcación debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima de circulación que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo que satisfaga uno de los siguientes objetivos:

- a. Indicar el inicio, mantenimiento o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la demarcación debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.
- b. Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

2.4.3. Clasificación de la demarcación: La demarcación se clasifica de diferentes maneras, entre ellas podemos mencionar las siguientes:

2.4.3.1. Según su forma.

a. Líneas longitudinales: Se emplean para delimitar carriles y calzadas, para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o de cambio de carril, zonas con prohibición de estacionar, y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

b. Líneas transversales: Se emplean fundamentalmente en intersecciones para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para demarcar senderos destinados al cruce de peatones o de bicicletas.

c. Demarcaciones para cruces: Se emplean en las intersecciones de vías o cruces que requieren de una señalización vertical y/o semaforización que establezca la prioridad entre ellos. Las señales verticales y/o semáforos, en el caso de vías pavimentadas, deben ser complementadas con demarcaciones que también definan los lugares de cruce.

d. Demarcación de líneas de estacionamiento.

e. Demarcación de parqueos.

f. Símbolos y leyendas: Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario de las vías como para regular la circulación de vehículos y peatones. Se incluyen en este tipo de demarcación las flechas, símbolos, triángulos, "CEDA EL PASO" y leyendas como "PARE" y "DESPACIO", "SOLO BUS", entre otras.

2.4.4. Demarcaciones planas

En cuanto a materiales, existe una amplia gama de materiales que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, cintas preformadas, entre otros. Los anteriores deben tener características como durabilidad y métodos de instalación. Corresponde a las entidades responsables de las vías seleccionar y especificar los que mejor satisfagan sus necesidades.

En esta decisión deben considerarse las características nocivas para la salud de las personas y el medio ambiente que presentan algunos productos, así como el tipo de pavimento y el flujo vehicular, entre otros factores. Los colores que se deben usar son blanco, amarillo, azul o rojo.

2.4.5. Resistencia al deslizamiento

Al igual que la capa de rodadura, la demarcación plana debe presentar una resistencia al deslizamiento suficiente para que los vehículos circulen sobre ella sin riesgo. Esta condición está directamente relacionada con un coeficiente de rozamiento, ya que la resistencia al deslizamiento es producto de ese coeficiente por la fuerza normal que ejerce el vehículo al pasar sobre la demarcación. Por lo anterior, el coeficiente de rozamiento de las demarcaciones planas debe ser siempre:

- Mayor o igual que 0,40 en vías urbanas.
- Igual o mayor que 0,45 en vías rurales.

Ambos coeficientes deben ser medidos con el Péndulo Británico, o su valor equivalente cuando se mida con otro instrumento, teniendo en cuenta la norma ASTM E.303 con ensayos a 0 y 45 grados.

2.5. LÍNEAS DE DEMARCACIÓN Y MARCAS VIALES

2.5.1. Descripción

Esta actividad tiene la función de suministrar, almacenar, transportar y aplicar la pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, la cual está reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento.

2.5.2. Materiales

Se podrán utilizar pinturas de aplicación en frío, resinas termoplásticas, materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío que cumplan los requisitos de la norma NTC 1360.

2.5.2.1. Pintura de aplicación en frío.

Se clasifica en dos grupos: el primero de base de agua y el segundo de base de solventes. El agua utilizada para la disolución de la pintura deberá poseer las condiciones mínimas especificadas por el fabricante; los solventes utilizados en pinturas deberán cumplir con la cantidad máxima indicada en la norma NTC 1102 de benceno, metanol y compuestos organoclorados. Todo envase de pintura deberá estar rotulado según los requerimientos mínimos de la norma NTC 1360.

2.5.2.2. Pintura líquida.

2.5.2.2.1. Características de la pintura líquida.

- a. Color y estabilidad; Blanco o amarillo, que cumplan los requerimientos de color y patrones indicados en la norma NTC 1360.
- b. Composición: Se divide en pigmento, que debe estar entre el 50 % y el 60 % en masa; agentes de unión, entre el 40 % y el 50 %; y el ligante, que es un copolímero acrílico de bajo peso molecular y liberación rápida de solventes.
- c. Tiempo de secado: Al tráfico, treinta minutos sin transferencia de pintura a ninguna de las llantas de un vehículo. Además, no debe presentar “pick up” (transferencia de pintura), lo que se refiere al tiempo menor o igual a quince (15) minutos para capas de 0,38 mm (38 centésimas de milímetro o 15 mils) a una temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $60\% \pm 5\%$. Se considera tiempo de secado sin “pick up” cuando una película de pintura ha llegado a una fase en la que no se adhiere a la cubierta de un neumático que pase sobre ella. El ensayo se realiza de acuerdo con el método de la norma ASTM D 711.
- d. Viscosidad: Deberá estar comprendida entre 70 y 95 unidades Krebs, a una temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- e. Contenido de agua: Para pinturas en base de solventes, diferente al agua, no debe ser mayor al 0,5 % en masa. Para pinturas en disolución, se refiere al contenido de agua.

f. Masa unitaria: A una temperatura de 25 °C, deberá corresponder a la indicada por el fabricante; no podrá variar en más de 0,05 g/ml de la especificada.

g. Propiedades de aplicación: La pintura será formulada y procesada específicamente para ser usada como ligante de microesferas, de tal forma que se produzca el máximo de adhesión, refracción y reflexión. Cualquier acción capilar de la pintura deberá ser lo suficientemente pequeña como para que no produzca el cubrimiento total de las esferas de mayor tamaño. La pintura deberá ser de fácil y uniforme aplicación mediante equipos mecánicos de demarcación y deberá tener excelentes propiedades de cubrimiento.

h. Finura: La pintura debe ser bien mezclada durante el período de manufactura, y los pigmentos que se incorporen serán adecuadamente pulverizados, con una finura de dispersión en unidades Herman de tres (3).

2.5.2.3. Pintura seca.

2.5.2.3.1. Características de la pintura seca.

a. Aspecto: Después de aplicada la pintura sobre una lámina de vidrio y dejándola secar durante 24 horas a 20 °C ± 2 °C y con una humedad relativa de 60 % ± 5 %, tendrá un aspecto uniforme, sin grumos ni desigualdades en el tono del color y con un brillo satinado.

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

c. Flexibilidad: La pintura, aplicada en un espesor de 0,08 mm, no deberá presentar desprendimiento ni agrietamiento al doblar la muestra sobre un eje de 9,5 mm de

diámetro, 24 horas después de aplicada y mantenida en esta posición de manera horizontal a una temperatura de 25 °C y una humedad relativa de 50 %.

d. Adherencia: Al secarse sobre el pavimento de una vía, 48 horas después de aplicada, la pintura deberá formar una capa con fuerte adherencia, sin desprenderse cuando se intente levantarla.

2.5.2.4. Pintura acrílica a base de agua.

Es una pintura de manejo y uso amigable, con alto contenido de sólidos, secado rápido y especialmente formulada para ser aplicada con microesferas de vidrio. Es un producto que no es inflamable, no requiere solventes ni condiciones especiales de almacenamiento, y tiene gran capacidad para retener microesferas. Se aplica a 15 mils de espesor húmedo y estará seca al tacto en 5 minutos o menos.

2.5.2.5. Pintura acrílica a base de agua de alto espesor.

De alta durabilidad y con capacidad de ofrecer mayor espesor y retroreflectividad en las líneas de señalización vial. Esta pintura utiliza emulsiones acrílicas novedosas de tercera generación, diseñadas para aplicarse a un espesor de hasta 30 mils húmedos. Aplicada principalmente en aeropuertos y carreteras de alto tránsito, ninguna pintura logra el rendimiento de este producto, el cual garantiza una señalización del doble de duración comparada con cualquier pintura de tráfico convencional.

2.6. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

a. La superficie a pintar debe estar completamente seca, libre de polvo, grasa y cualquier material que impida la correcta adherencia de la pintura. Se recomienda barrer antes de realizar la aplicación.

b. Todas las superficies de asfalto nuevo deben estar adecuadamente curadas antes de pintar. La mayoría de los asfaltos requieren un mínimo de dos semanas de curado; sin embargo, esto puede variar dependiendo de la mezcla de asfalto agregado. Un asfalto mal mezclado o sin curar apropiadamente presentará fallas, ya que no resistirá los esfuerzos ejercidos por el curado de la película de pintura y, por lo tanto, las áreas pintadas perderán consolidación del asfalto.

c. Las superficies de asfalto fresco tienen una tendencia a “sangrar”. Se recomienda aplicar una primera capa delgada (aproximadamente 5 mils) de pintura, permitir un curado de 1 semana y luego aplicar una capa de pintura normal.

d. Las superficies de concreto nuevo presentan dificultades para la correcta adherencia de la pintura debido a sus compuestos de curado. Muchos de estos componentes pueden tomar entre 8 o 12 semanas para disiparse. Por lo tanto, no se recomienda pintar superficies de concreto menores de 3 meses.

Si la pintura debe aplicarse lo más pronto posible, aplique una pequeña franja de pintura y deje que se cure.

En la composición de las pinturas de tráfico se incluyen las llamadas cargas o materiales, que generalmente son de origen natural y que cumplen con el objetivo de extender el pigmento y contribuir con el efecto de relleno.

Estos minerales pueden ser barritas, caolines, sílice, micas, micas talcos, etc., o materiales de origen sintético como creta, caolines tratados y sulfato de bario precipitado. Estas materias primas, molidas y seleccionadas de acuerdo con su grado de blancura y granulometría, varían su tamaño en función del uso y tienen una influencia decisiva en la consistencia, peso específico, espesor de la película, resistencia a la abrasión y al deslizamiento, etc.

También las pinturas de tráfico pueden contener resinas y plastificantes (si es que los hay), de origen orgánico macromolecular, que cumplen con la función de asegurar la adherencia al sustrato y darle la calidad a la pintura. De la primera dependen muchas propiedades de la pintura (sean resinas alquídicas, acrílicas, fenílicas, vinílicas, epóxicas, caucho colorado, etc.), como el secado, aplicabilidad, adherencia, resistencia al envejecimiento y a la acción de la luz.

De la segunda, ya sea en forma sólida, disuelta o dispersa, mejoran las condiciones de elasticidad de la pintura y la compatibilidad con la resina. Los solventes o disolventes son otro componente de algunas pinturas de tráfico; son sustancias líquidas que proporcionan el estado de fluidez o viscosidad necesario para su aplicación.

Finalmente, están los aditivos, que son sustancias esenciales para el buen comportamiento de la pintura, siendo los principales los secativos, inhibidores de formación de piel, humectantes y dispersantes, coalescentes, espesantes y

antisedimentantes, antiespumantes, fungicidas y bactericidas. Estas características están contempladas por la norma del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, con la actualización de enero de 2013 de la Resolución Directoral No. 851-98-MTC/15.17 del 14 de diciembre de 1998.

2.7. FLUORESCENCIA

La fluorescencia es un fenómeno por el cual algunas sustancias tienen la capacidad de absorber luz a una determinada longitud de onda, generalmente en el rango ultravioleta, y luego emitir luz en una longitud de onda más larga. (...) Este proceso es casi inmediato: la luz es recibida y vuelta a emitir en millonésimas de segundo. Por lo tanto, podemos decir que la fluorescencia dura tanto como el estímulo, ya que cuando éste cesa, también cesa el fenómeno de fluorescencia (González, 2010).

2.8. REFLEXIÓN DE LA LUZ EN CARRETERAS

La reflexión de la luz es muy útil para iluminar el camino para los conductores. La luz se refleja en los objetos y se mueve de un lugar a otro. Esto significa que la luz puede llegar a lugares que de otra forma estarían oscuros. También se utiliza para crear señales de tráfico.



Fig. 2. Reflexión de luz en carretera.

Fuente: <https://www.neurtek.com>

Las señales de tráfico se utilizan para indicar a los conductores dónde deben ir y qué deben hacer. También se utilizan para ayudar a los conductores a ver en la noche. La luz se refleja en los objetos y se mueve de un lugar a otro. Esto significa que la luz puede llegar a lugares que de otra forma estarían oscuros.

2.8.1. Importancia de la reflexión

Las señales de tráfico se utilizan para indicar a los conductores dónde deben ir y qué deben hacer. Además, se emplean para ayudar a los conductores a ver durante la noche. La luz se refleja en los objetos y se desplaza de un lugar a otro, lo que permite que llegue a lugares que, de otra forma, estarían oscuros.

2.8.1. Importancia de la reflexión

La retrorreflexión es la capacidad que tienen algunas superficies, gracias a su estructura, de reflejar la luz de vuelta hacia la fuente, sin que importe el ángulo de incidencia original, como ocurre con las señales de tráfico.

¿Cuáles son las posibles situaciones que se pueden dar al incidir una luz sobre una superficie reflectante?

Un caso de reflexión sería cuando la imagen reflejada por la superficie sea borrosa o difusa. A esta se le denomina reflexión difusa. En otro caso, es posible que la reflexión produzca una imagen completamente nítida, lo que se conoce como reflexión tipo espejo. La situación de reflexión real suele ser una mezcla de ambas, dada la propia textura de la superficie reflectante. Un caso particular de reflexión es la retrorreflexión, en la que la luz se refleja de vuelta hacia la fuente, sin importar el ángulo de incidencia (<https://www.aulacarreteras.com>).

2.8.2. Materiales retrorreflectantes

2.8.2.1. Microprismas: Se puede obtener un retrorreflector colocando tres espejos ordinarios de manera que todos sean perpendiculares entre sí, formando una esquina. La imagen producida es similar a la que genera un espejo, pero invertida. La combinación de las diferentes superficies hace que el haz de luz sea reflejado de vuelta a la fuente, creando así una retrorreflexión.

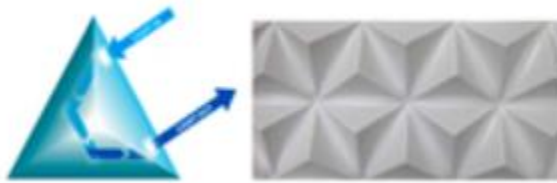


Fig. 3. Microprisma.

Fuente: <https://www.neurtek.com>

2.8.2.2. Microesferas de cristal: En este caso, el retrorreflector está formado por elementos ópticos reflectantes y refractantes dispuestos de tal forma que la superficie focal del elemento refractivo coincida con la superficie reflectora.

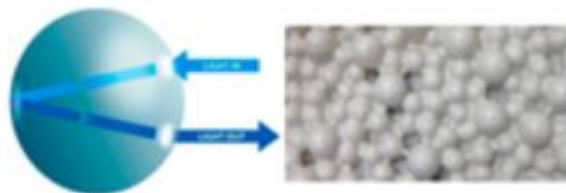


Fig. 4. Microesferas.

Fuente: <https://www.neurtek.com>

Si se aplica una pequeña capa de microesferas o microprismas sobre una superficie, es posible obtener una capacidad limitada de retrorreflexión. En ambos casos, la estructura interna de la superficie refleja la luz que incide sobre ella y la devuelve

directamente hacia la fuente. El campo más importante para el uso de estas condiciones es el de las marcas viales y señales de tráfico (<https://www.neurtek.com>).

2.9. VISIBILIDAD ES SEGURIDAD

Ese es el objetivo de las señales de tráfico, el requisito técnico básico para que la señalización cumpla su función. La visibilidad se puede definir como la capacidad de ver las señales de tráfico a mayor o menor distancia, dependiendo de las condiciones atmosféricas. Además, la calidad de una marca vial puede definirse por el grado de satisfacción que provoca en los conductores.

Organismos internacionales como la American Association of Testing Materials (ASTM) y el European Committee for Standardization (CEN) han definido diversos parámetros relacionados con la visibilidad, los cuales son evaluados cuantitativamente y están basados en la reflectividad o capacidad de los materiales para reflejar la luz de su entorno.

Los parámetros que influyen directamente en la seguridad del usuario son:

1) Visibilidad diurna:

- Color y factor de luminancia
- Relación de contraste

2) Visibilidad nocturna:

Retroreflexión que está regulada según la norma UNE-EN 1435:96

3) Resistencia al deslizamiento:

Valor SRT (de una marca vial): Es la resistencia al deslizamiento que ofrece una superficie vial mojada.



Fig. 5. Espectrofotómetros.

Fuente: <https://www.neurtek.com>

El color de las marcas viales se expresa en términos de las coordenadas de cromaticidad de CIE x e y , medidas en las mismas condiciones que para el factor de luminancia β . Se usan espectrofotómetros portátiles para medir los tres parámetros.

Las coordenadas de cromaticidad a medir con los espectrofotómetros están indicadas en las tablas de color para pavimento blanco y amarillo por la norma estadounidense ASTM (D6628), la norma europea CEN (EN 1436) o las normas nacionales. Algunas normas nacionales también especifican otros colores, como naranja, rojo, verde y azul (<https://www.neurtek.com>).

2.10. MARCAS VIALES

2.10.1. Visibilidad diurna

Para la medida de la reflexión bajo iluminación diurna o alumbrado público, se emplea el coeficiente de luminancia en iluminación difusa. Este coeficiente, utilizado para medir la reflexión, representa el brillo de una marca vial tal como es percibido por los conductores de vehículos motorizados, en las condiciones típicas de iluminación diurna o alumbrado público. Se calcula como el cociente entre la luminancia de una zona de la marca vial en una dirección dada y la iluminancia de esa zona. Este coeficiente se expresa en milicandelas por metro cuadrado y por lux ($\text{mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$) y se obtiene de una zona de la marca vial.



Fig. 6. Visibilidad Diurna.

Fuente: <https://www.neurtek.com>

2.10.2. Visibilidad nocturna

Para la medida de la retrorreflexión bajo la iluminación de los faros de un vehículo, se emplea el coeficiente de luminancia retrorreflejada (RL), que representa el brillo de una marca vial tal como es percibido por los conductores de vehículos motorizados bajo la

luz de sus propios faros. Se calcula como el cociente entre la luminancia (L) de la zona de la marca vial en la dirección de observación y la iluminancia (E) de esa zona, medida perpendicularmente a la dirección de la luz incidente. Este coeficiente se expresa en milicandelas por metro cuadrado y por lux ($\text{mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$). El resultado se obtiene mediante un retrorreflectómetro.



Fig. 7. Visibilidad Nocturna.

Fuente: <https://www.neurtek.com>

2.11. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (DEMARCACIONES)

Es un dispositivo físico o marca, con carácter reglamentario, que previene situaciones en las vías o da información sobre puntos esenciales, indicando el comportamiento que deben seguir los conductores en las carreteras colombianas (MOPT, 2020). La señalización horizontal o demarcaciones contiene diferentes símbolos para su aplicación, como líneas, flechas y letras, que se aplican sobre las calzadas y en otros

lugares de la estructura vial o contiguos a ellas, con el fin de regular, advertir e informar a los usuarios y facilitar la regulación del tránsito (MOPT, 2020).

Sin embargo, es importante tener en cuenta como factor de riesgo natural que situaciones climáticas adversas, contaminación y la oscuridad inherente de la noche pueden dificultar el reconocimiento de otros vehículos, personas y objetos en las vías, lo que puede causar siniestros. Por lo tanto, es importante utilizar pinturas especiales que sean duraderas, consistentes y, lo más importante, retrorreflectivas, como las pinturas en frío. En algunos casos, estas son el único o el medio más eficaz para comunicar instrucciones a los usuarios de las vías.

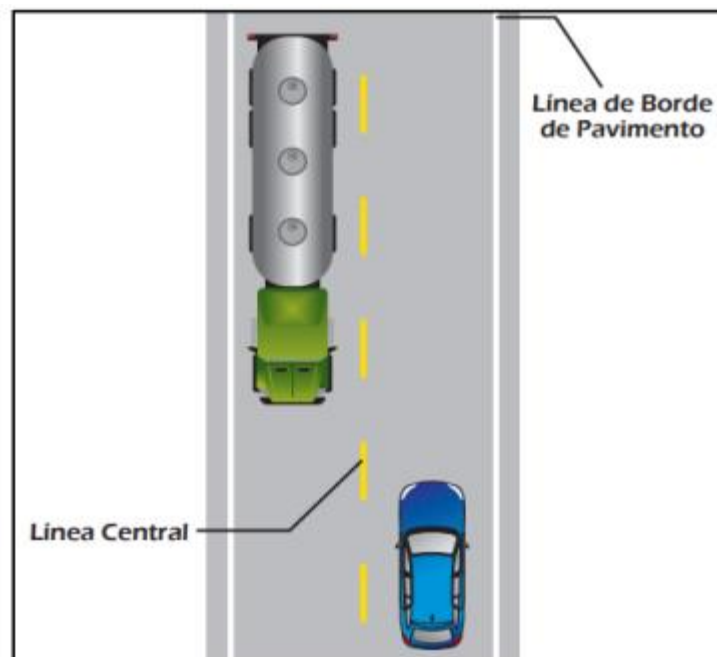


Fig. 8. Líneas longitudinales.

Fuente: (MOPT, 2020).

De acuerdo con su ubicación, debe garantizar al usuario que viaja a una velocidad máxima permitida ver y comprender los mensajes de estas señales con suficiente

anticipación, lo que le permitirá reaccionar y determinar cuál es la maniobra apropiada. Las señales situadas en un lugar específico de la vía indican el inicio o el fin de una restricción; en otros casos, advierten sobre acciones o maniobras que los conductores deben realizar mientras se trasladan por la vía (MOPT, 2020).

2.11.1 Clasificación demarcación según su forma

De acuerdo con su forma y uso, las demarcaciones se clasifican según lo presentado en la figura 9.

Clasificación demarcación según su forma	Tipo demarcación	Descripción
	1.) Líneas longitudinales	Delimitan los carriles y calzadas, e indican zonas con y sin prohibición de adelantar o de cambio de carril, zonas con prohibición de estacionar, y delimitan carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
	2.) Líneas transversales	Su uso es aplicado en las intersecciones e indica el lugar en que los vehículos deben detenerse y demarca senderos destinados al cruce de peatones o de bicicletas.
	3.) Demarcaciones para cruces	Su uso es aplicado en las en las intersecciones de vías o cruces que requieren de una señalización vertical y/o semaforización estableciendo prioridad entre ellos.
	4.) Demarcación de líneas de estacionamiento	Utilizadas en estacionamientos.
	5.) Demarcación de parqueaderos	Utilizadas en los parqueaderos.
	6.) Símbolos y leyendas	Sirven como guías que advierten a los usuarios de las vías y además regulan la circulación de vehículos y peatones.
	7.) Otras demarcaciones	No contenida en el manual de señalización vial.

Fig. 9. Clasificación Demarcación según su forma.

Fuente: (MOPT, 2020)

2.12. Medio ambiente

El medio ambiente es el espacio en el que se desarrolla la vida de los organismos y que permite su interacción. Está conformado por seres vivos (factores bióticos), por

elementos sin vida (factores abióticos) y por elementos artificiales creados por el ser humano (<https://concepto.de/medio-ambiente>).

Cuando se habla de factores bióticos, se hace referencia a todos los seres vivos que habitan en un ambiente (como las bacterias microscópicas, los hongos, la flora, la fauna y los seres humanos) y las interacciones entre ellos. Por su parte, los factores abióticos son aquellos que carecen de vida, pero que determinan el espacio físico del ambiente (como el aire, el suelo y el agua), y resultan esenciales para la subsistencia de los organismos vivos.

Entre los elementos artificiales se incluyen todos aquellos creados por el ser humano, como la urbanización, la cultura y las tradiciones. La suma de estos valores naturales, culturales y sociales, en un momento histórico y en un lugar determinado, constituye el medio ambiente.

- El medio ambiente debe ser cuidado y protegido para el desarrollo de las especies actuales y futuras. Es estudiado por la ecología, que es la rama de la biología que estudia los seres vivos y su interacción con el medio.
- Los diferentes ecosistemas están formados por el conjunto de especies en un área determinada y sus interacciones entre ellas y con su ambiente. Las especies que forman parte de un ecosistema dependen unas de otras. Así, las relaciones que se establecen entre ellas y su medio permiten el flujo de la energía y la materia dentro del ecosistema.
- La forestación es una pieza clave en el equilibrio del medio ambiente, ya que los árboles cumplen funciones vitales para la mayoría de la fauna y los seres

humanos (por ejemplo, son los principales productores de oxígeno en los ecosistemas terrestres).

- Los recursos naturales forman parte del medio ambiente: son todos los elementos materiales o energéticos que existen de forma natural (es decir, que están disponibles sin la intervención del hombre) y que son utilizados por el ser humano para cubrir sus necesidades básicas y para su desarrollo económico y social.
- El medio ambiente natural está formado por todos los seres vivos, tanto vegetales como animales, y los factores abióticos (organismos sin vida, como el agua, el aire, los suelos y las rocas), que son fundamentales para la vida de los organismos vivos.
- En los ambientes intervenidos por el ser humano se incluyen, además, aspectos sociales, económicos y políticos.

2.12.1. Importancia del medio ambiente

Todos los organismos obtienen del medio ambiente los elementos que necesitan para vivir: desde el aire y el agua hasta el refugio y el alimento que les permite crecer, desarrollarse y obtener energía. Mantener el equilibrio del medio ambiente es fundamental para preservar la vida en la Tierra tal como la conocemos.

Además, los seres humanos utilizan una gran cantidad de recursos naturales del medio ambiente para cubrir sus necesidades, como vestimenta, alimento y objetos de uso cotidiano, entre otros. Por eso, el ser humano debe conocer y cuidar sus interacciones

con el medio ambiente para gestionar de manera sostenible los recursos naturales que permiten su crecimiento económico y desarrollo.

La fauna y la flora son de vital importancia para el medio ambiente, ya que poseen una interdependencia que posibilita el equilibrio de las especies y el desarrollo de la biodiversidad.

La supervivencia del hombre depende en gran medida de las interacciones y el uso consciente de la flora, la fauna y los recursos naturales, así como del desarrollo de las relaciones sociales, políticas y económicas que forman parte de su medio.

Cuando el ser humano cuida los factores abióticos (por ejemplo, los ríos de una región) y los factores bióticos (como los árboles de un bosque), mantiene y preserva el futuro de su especie, el futuro del resto de los organismos y el de las generaciones futuras.

2.12.2. Transformación del medio ambiente

A lo largo de los años, las especies de plantas y animales han ido evolucionando y adaptándose a los diferentes ecosistemas. La adquisición de características que les otorgaron tolerancia para resistir en un determinado medio ha hecho que algunas especies hayan perdurado a lo largo del tiempo, mientras que otras, que no han podido adaptarse, se hayan extinguido.

Muchas de las transformaciones en el medio ambiente se dan de manera natural y no dependen del ser humano. Por ejemplo, los cambios en el ecosistema que pueden generar la erupción de un volcán o una inundación.

Sin embargo, la mayoría de los cambios en el medio ambiente se dan por la acción del hombre. El ser humano es el organismo vivo que más interviene en el medio: no solo crea el medio ambiente artificial, sino que explora, modifica y utiliza los recursos del medio ambiente natural para su supervivencia y bienestar.

Aunque algunas de las transformaciones introducidas por el hombre no tienen impactos negativos significativos en el ambiente natural, muchas otras traen consigo daños irreversibles producto de la contaminación y la destrucción del medio.

El ser humano ha modificado el medio ambiente natural mediante la urbanización, el uso desmedido de recursos naturales y la industrialización.

La contaminación ambiental se define como la presencia de agentes químicos, físicos o biológicos en el ambiente que pueden tener efectos nocivos sobre la seguridad y salud de los seres vivos. A medida que la población comenzó a crecer y aumentar su tecnología, el impacto del ser humano sobre el medio ambiente natural comenzó a ser mayor y más nocivo.

La contaminación comenzó a agravarse exponencialmente en la segunda mitad del siglo XVIII, a partir de la Revolución Industrial, debido a la explotación de recursos minerales y fósiles. De esta manera, el equilibrio del sistema ambiental se perdió y, para muchos seres vivos, resultó incluso imposible adaptarse a estos grandes cambios.

La contaminación del medio ambiente producida por el ser humano puede tener diversos orígenes y afectar diferentes elementos y organismos del medio natural.

2.12.3. Cuidado del medio ambiente

Para evitar la destrucción del medio ambiente, la supervivencia de los seres vivos y el desarrollo humano es necesario tomar las precauciones y acciones adecuadas. En primer lugar, se debe hacer un buen uso de los recursos naturales, no utilizarlos de manera indiscriminada, y poner atención en cuestiones como el cambio climático y la protección de la biodiversidad.

Para llevar adelante esta tarea de protección medioambiental, es importante que todos los actores de la sociedad tomen conciencia y se involucren. Es necesario exigir a los Estados y gobernantes que promuevan el cuidado del medio ambiente y controlen el accionar de las industrias, empresas y de la comunidad científica.

También, desde los hogares, cada individuo puede tomar medidas frente al consumo y la producción, y cambiar hábitos y rutinas hacia otros más sustentables, tales como:

- Utilizar de manera consciente el agua.
- No arrojar residuos a la vía pública.
- Reducir el uso de envoltorios plásticos.
- Utilizar una bolsa de tela para las compras y así desalentar el uso de bolsas plásticas en los comercios.
- Mantener los espacios verdes urbanos en condiciones.
- Utilizar el transporte público o la bicicleta en lugar de automóviles o buses.
- Informarse sobre empresas que busquen reducir el impacto ambiental en la producción de sus bienes y servicios, y consumirlos.

- Utilizar la energía de manera consciente: apagar las luces, evitar mantener aparatos enchufados cuando no se están utilizando.
- Separar los residuos domésticos.
- Reutilizar los envases plásticos y de vidrio.
- Fomentar estas acciones entre amigos y familiares.

2.13. ECOAMIGABLE

El término “ecoamigable” es ampliamente utilizado para referirse a la actitud respetuosa hacia el medio ambiente. Se aplica tanto a individuos como a productos e implica un cambio significativo en los hábitos para reducir los impactos negativos en la naturaleza. Ser ecoamigable implica llevar a cabo acciones como consumir de manera responsable productos y energía, reciclar de forma eficiente, promover la movilidad activa, implementar el compost en el hogar, ahorrar agua y optar por la moda sostenible.

“Ecoamigable” es un término comúnmente utilizado que surge de la combinación de las palabras “ecológico” y “amigable”, y se refiere a la actitud de ser respetuoso con el medio ambiente. Ser ecoamigable aplica tanto a personas como a productos y servicios, representando un estilo de vida más sostenible que busca modificar nuestros hábitos de consumo para minimizar los impactos negativos en el entorno.

Es importante tener en cuenta que expresiones como “ecoamigable” a menudo carecen de una clasificación formal respaldada por criterios objetivos y auditorías. Este vacío resalta la importancia de evitar el “greenwashing” o “lavado verde”, donde las afirmaciones sobre sostenibilidad podrían carecer de una base sólida. Para garantizar la autenticidad detrás de las etiquetas “ecoamigable”, es esencial que las empresas

respalden estas afirmaciones con acciones concretas y certificaciones verificables. Este respaldo no solo refleja un compromiso genuino con la conservación del medio ambiente, sino que también asegura la transparencia en las prácticas sostenibles.

2.13.1. Estilo de vida ecoamigable

Existen varios factores que hacen que se viva bajo un estilo ecoamigable con el ambiente, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Consumir de manera responsable: Antes de adquirir productos, es importante considerar que estos han pasado por diversas etapas (extracción, fabricación, transporte, etc.). Por lo tanto, se debe ser consciente al momento de comprar. Es recomendable evitar productos con alto contenido de plástico, principalmente los de un solo uso. Prefiere productos locales para apoyar a los productores de la región y reducir el gasto energético del transporte.
- Promover la movilidad activa y el uso del transporte público: Desplazarse caminando o en bicicleta no solo beneficia la salud individual, sino que también reduce la emisión de gases de efecto invernadero. Asimismo, optar por el transporte público en lugar del automóvil particular es una alternativa favorable para el medio ambiente.
- Reciclar de forma eficiente: Cartones, papeles y otros materiales limpios y secos pueden ser reintroducidos al mercado gracias al trabajo de recuperadores y cooperativas, evitando así su disposición final en vertederos.

- Implementar compost en casa: Generar compost en el hogar ayuda a reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos, a la vez que proporciona un abono nutritivo para las plantas.
- Uso responsable de energía: Apagar luces y dispositivos cuando no se utilicen, emplear bombillas LED y considerar la instalación de fuentes de energía renovable en casa permitirá un mayor ahorro de energía. Además, al adquirir dispositivos eléctricos es preferible elegir aquellos con mayor eficiencia energética.
- Ahorro de agua: Reducir el consumo de agua al cepillarse los dientes, ducharse, lavar la ropa y el automóvil también implica un menor gasto energético.
- Moda sustentable: Reflexiona sobre el tipo de vestimenta que compras y usas. La moda sustentable surge como respuesta a la preocupación de ciertas empresas en la industria textil. Algunas compañías de moda reconocen la urgencia de adoptar nuevos procesos de fabricación que reduzcan el impacto ambiental y promuevan la equidad social. Asimismo, aquellas personas que poseen ropa en buen estado y ya no la usan pueden donarla o venderla para que otros puedan darle una segunda vida.

2.13.2. Importancia de ser ecoamigable

- Conservación del medio ambiente: Adoptar hábitos ecoamigables contribuye a la conservación de la biodiversidad, la protección de ecosistemas y los recursos naturales.

- Mitigación del cambio climático: Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y optar por fuentes de energía renovable ayuda a combatir el cambio climático, mitigando sus impactos negativos.
- Reducción de residuos: La producción de una menor cantidad de residuos y la promoción del reciclaje disminuyen la contaminación y alivian la presión sobre los vertederos.
- Apoyo a la economía local: Elegir productos locales impulsa la economía de la comunidad y reduce la huella de carbono asociada al transporte.
- Sostenibilidad a largo plazo: Adoptar prácticas ecoamigables contribuye a la sostenibilidad a largo plazo, garantizando que las futuras generaciones puedan disfrutar también de un planeta saludable.

CAPÍTULO III.
MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

En el caso particular de este trabajo de investigación, se indica que esta investigación es de carácter mixto, descriptiva y aplicada. Este enfoque se presentará debido a todas las características que se implementarán en el desarrollo de este proyecto de tesis, en el cual, primeramente, se realizará toda la investigación cualitativa e investigativa sobre el tema, buscando toda la información respectiva al tema en estudio, tanto a nivel internacional como nacional, de ser posible, y luego cuantitativa, ya que se buscará desarrollar un prototipo de pintura reflectiva, intentando hacerlo lo más parecido posible a la pintura fluorescente, analizando mediante ensayos de laboratorio las características específicas de cada marca de pintura para demarcación utilizada en Costa Rica, además de analizar si poseen características ecoamigables con el medio ambiente. Todo esto se hará en base a los ensayos de laboratorio, así como al análisis de los resultados obtenidos.

Para desarrollar esta tesis de grado sobre el uso de pinturas fluorescentes ecoamigables que mejoren las condiciones de visibilidad del tránsito en condiciones de poca o nula visibilidad en las rutas principales de Costa Rica, se adopta un enfoque de investigación aplicada, orientado a la solución de problemas prácticos mediante la innovación tecnológica y la sostenibilidad con el medio ambiente. El tipo de investigación será, como se mencionó anteriormente, de carácter cuantitativo, verificando los costos necesarios para implementar este tipo de pintura para la demarcación de las vías, con un componente exploratorio y experimental. A continuación, se describen algunos puntos clave para guiar este proceso:

3.1.1. Enfoque de la Investigación:

3.1.1.1. Investigación aplicada: El objetivo principal será explorar cómo las pinturas fluorescentes ecoamigables pueden influir directamente en la seguridad vial, la visibilidad de las señales de tránsito y la reducción de la contaminación. Además, se investigará cómo estas pinturas pueden tener un impacto positivo en la conservación del medio ambiente.

La investigación buscará desarrollar una solución concreta y eficiente que pueda ser implementada en las rutas principales de Costa Rica, contribuyendo tanto a la seguridad vial como al cumplimiento de las normativas ambientales.

3.1.2. Tipo de investigación

3.1.2.1. Cuantitativa: La investigación se enfocará en la medición y análisis de los costos, verificando si implementar este tipo de pinturas es rentable y en qué cantidad aumentan estos costos en comparación con los costos actuales, con las pinturas convencionales y la iluminación artificial, que puede implicar la instalación de luminarias en la vía.

Se tomará como referencia un tramo de un kilómetro de carretera, considerando ese kilómetro con pintura convencional y con iluminación artificial, tanto con luminarias convencionales como con luminarias del tipo LED. En estos dos casos, se tomará que el tramo de carretera está demarcado con pintura de demarcación vial convencional.

3.1.2.2. Exploratoria: Se explorarán alternativas a las pinturas convencionales, evaluando materiales ecoamigables, como pinturas a base de productos naturales, que puedan ofrecer características fluorescentes sin comprometer el medio ambiente.

3.1.2.3. Experimental: Se realizarán pruebas de laboratorio para analizar las características físicas de las pinturas convencionales que se utilizan actualmente en el mercado nacional, con el fin de comparar el rendimiento de las pinturas para demarcación vial reflectivas convencionales con las pinturas fluorescentes que se están utilizando en otros países. Los resultados de esta comparación serán clave para determinar la viabilidad de estas nuevas pinturas.

3.2 Método de la investigación

Se realizará una investigación sobre las pinturas fluorescentes ecoamigables mediante lo siguiente:

3.2.1. Recopilación de información

En lo que respecta a la recopilación de información sobre el comportamiento de las pinturas fluorescentes, esta se hará mediante tesis anteriores sustentadas por ensayos, así como, de ser posible, entrevistas a expertos sobre el tema.

3.2.2. Instrumentos requeridos para la recolección de datos

Entre los instrumentos que se van a requerir para la recopilación de datos se encuentran los siguientes:

3.2.2.1. Fuentes primarias.

- Entrevistas
- Análisis bibliográfico
- Registros fotográficos
- Pruebas de laboratorio

3.2.2.2. Fuentes secundarias.

- Libros
- Revistas científicas
- Tesis de grado
- Manuales, leyes, decretos y normas

3.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Entre los objetivos específicos de dicha investigación se encuentran los siguientes:

Investigar las propiedades técnicas de las pinturas fluorescentes ecoamigables disponibles en el mercado, tanto nacional como internacional, evaluando su durabilidad, resistencia y capacidad de visibilidad en condiciones de baja luminosidad y mal tiempo.

Actividades a realizar: Hacer una investigación sobre las características de las pinturas fluorescentes para demarcación vial que se encuentran en el mercado internacional, así como los países en donde ya se está aplicando este tipo de pinturas para la demarcación vial. Verificar las propiedades que ofrecen en cuanto a durabilidad, resistencia y capacidad refractiva, además de todo lo relacionado con su interacción con el ecosistema.

Investigar el impacto ambiental, si es que lo hay, de las pinturas fluorescentes ecoamigables, considerando factores como la biodegradabilidad, la reducción de emisiones de compuestos tóxicos y la huella ecológica asociada a su producción y aplicación.

Actividades a realizar: Investigar el impacto ambiental que este tipo de pinturas podría ocasionar al ecosistema y al medio ambiente. Estudiar el grado de biodegradación que ofrecen, si producen emisión de compuestos tóxicos y su huella ecológica, tanto en su producción como en su aplicación.

Realizar pruebas de laboratorio, mediante ensayos, para desarrollar a pequeña escala una propuesta de pintura reflectiva, utilizando como base las pinturas para demarcación vial que existen en el mercado nacional, para analizar los resultados de reflexión obtenidos según los ensayos realizados en el laboratorio.

Actividades a realizar: Realizar ensayos de laboratorio para ver el comportamiento de tres diferentes pinturas utilizadas en el país para demarcación vial. Todo se hará a pequeña escala para analizar los resultados obtenidos de estas tres diferentes marcas de pinturas que se ofrecen en el país y determinar si es posible lograr una propuesta que beneficie la utilización de la demarcación vial en el país.

Analizar, mediante un análisis de costos, la viabilidad de la implementación de este tipo de pinturas para demarcación vial en el país, para determinar si los costos de implementar este tipo de pinturas no resultan demasiado elevados en comparación con lo que se utiliza actualmente para este tipo de proyectos de demarcación horizontal en carreteras.

Actividades a realizar: Realizar un análisis de costos para verificar la viabilidad y rentabilidad de la implementación de estas nuevas tecnologías de pinturas para demarcación vial horizontal, las pinturas fluorescentes. Hacer una comparativa con respecto a lo que se implementa actualmente en el país y lo que ofrece el mercado nacional, considerando además condiciones de iluminación artificial poco o nula, así como con iluminación artificial con luminarias convencionales, luminarias tipo LED, y con pintura de demarcación vial horizontal convencional.

3.4. METODOLOGÍA

3.4.1. Selección de muestras y zonas de estudio

Simular en el laboratorio una de las rutas principales de Costa Rica, como sería el caso de la ruta 32, en donde se presenten las condiciones necesarias para aplicar este tipo de propuesta de pintura fluorescente ecoamigable, y donde la carretera se preste para promover dicha propuesta. Esta simulación se realizará con la intención de que reúna características como nula o poca iluminación, condiciones climáticas y densidad de tráfico.

3.4.2. Pruebas de visibilidad

Utilizar herramientas y equipos para estudios en el laboratorio, con el fin de medir la visibilidad de las señales de tránsito y el pavimento pintado bajo diferentes condiciones (noche, lluvia, cambios climáticos).

3.4.3. Análisis de seguridad

Recopilar datos sobre accidentes viales antes y después de la implementación de las pinturas fluorescentes. Analizar si podría existir una correlación entre la reducción de accidentes y la aplicación de pinturas fluorescentes ecoamigables.

3.4.4. Evaluación del impacto ambiental

Analizar la huella de carbono y otros impactos ambientales de las pinturas convencionales frente a las ecoamigables, considerando aspectos como los materiales utilizados y la descomposición de las pinturas con el tiempo.

3.5. POSIBLES RESULTADOS ESPERADOS:

3.5.1. Mejoras en la seguridad vial

Se espera que las pinturas fluorescentes ecoamigables aumenten la visibilidad de las señales de tránsito y las marcas viales, lo que podría reducir los accidentes, especialmente durante la noche o en condiciones de baja visibilidad.

3.5.2. Reducción del impacto ambiental

Las pinturas ecoamigables contribuirán a la disminución de la contaminación, ya que utilizarán materiales menos tóxicos y más sostenibles.

3.6. REFERENCIAS TEÓRICAS Y MARCO CONCEPTUAL

Se puede basar la investigación en teorías de sostenibilidad y seguridad vial, consultando estudios previos sobre la efectividad de pinturas fluorescentes y su impacto en la seguridad en carreteras, tanto a nivel local como internacional. También es

importante investigar las normativas y regulaciones de tráfico en Costa Rica, así como estudios previos sobre la aplicación de materiales ecológicos en infraestructura vial.

3.7. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS

- Instrumentos de medición de visibilidad: como medidores de luminancia para analizar la reflectividad y visibilidad de las pinturas.

Esta propuesta tiene un enfoque multidisciplinario, combinando conocimientos de ingeniería civil, sostenibilidad ambiental y seguridad vial, con el objetivo de ofrecer una solución innovadora y ecoamigable para mejorar las condiciones de tránsito en Costa Rica.

CAPÍTULO IV.
ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Pintura fotoluminiscente para exteriores

Especialmente desarrollada para la señalización en carreteras y carriles para bicicletas.

Sistema fotoluminiscente vial de dos pasos. Aplicación sobre su fondo blanco PH104.



Fig. 10. Pintura fotoluminiscente.

Fuente: <https://www.pinturafosforescente.es>

Para mejorar la visibilidad en exteriores por la noche, especialmente cuando se apaga el alumbrado público durante la segunda mitad de la noche, la pintura fosforescente para calzada ofrece una solución ecológica, económica, eficiente y de fácil implementación.

La pintura fosforescente es capaz de emitir luz visible en un nivel de oscuridad suficiente durante toda la noche. No requiere otras fuentes de energía (excitación) que la luz del día.

La pintura fosforescente vial es una fórmula monocomponente a base de disolventes. Proporciona un alto nivel de resistencia y flexibilidad. Además, es antideslizante.

4.1.1. Presentaciones ofrecidas

- Juego de 1,33 kg
- Juego de 6,65 kg
- Kit de 26,6 kg (base y pigmento)

4.1.2. Marcha

La fosforescencia (también llamada fotoluminiscencia) es un fenómeno luminoso producido por la reacción molecular de los pigmentos. Este fenómeno es extremadamente duradero y puede durar muchas décadas sin que se disminuya su rendimiento.

En cuanto a su mantenimiento, esta pintura solo requiere ser desempolvada y lavada para permitir que la luz entre y salga.

Su uso es perfectamente adecuado para la señalización de peatones, conductores y ciclistas en zonas con poca luz. Permite también una mejor visibilidad de rutas y caminos, y se puede usar para marcar obstáculos.

4.1.3. Propiedades

La fosforescencia puede durar toda la noche, incluso después de un día nublado.

Fórmula de aplicación de una sola capa.

Secado muy rápido en ambiente.

Antideslizante.

Aspecto verdoso, incoloro durante el día / verde fluorescente luminoso durante la noche.

Nota importante: No se muestra fosforescencia en la zona con alumbrado público. La luminancia creada por la pintura (microcandelas) no puede ser igual o mayor que la luminancia de las farolas (lux).

La fosforescencia es estable y va disminuyendo ligeramente con el paso de las horas.

4.1.4. Mezclado de la pintura

La pintura viene con el pigmento por separado. La mezcla es sencilla, se realiza por peso con 1000 g de base y 330 g de pigmento. No hay límite de tiempo para la mezcla, que se puede almacenar.

Durante la aplicación, es muy importante mantener la mezcla en agitación para evitar la sedimentación del pigmento fotoluminiscente.

4.1.5. Forma de aplicación

Pulverización con pistola, con máquina automática o con brocha. La aplicación de pintura vial fosforescente requiere un fondo blanco.

Este fondo blanco se ofrece en forma de pintura vial (PH1041) del mismo tipo. Esta pintura está especialmente indicada para el agarre de materiales de carretera y tiene una excelente resistencia gracias a su alto contenido en materia seca.

Para favorecer la adherencia entre la capa blanca y la capa fosforescente, y considerando el rápido secado de estas fórmulas, se debe cubrir directamente la capa blanca con la capa fosforescente, sin exceder un tiempo de 10 minutos.

Por lo tanto, se aplican los dos productos uno tras otro. Se recomienda la aplicación entre 15 y 25 grados Celsius.

4.1.6. Espesor

La intensidad y eficacia de la pintura vial fosforescente depende de su espesor.

Cuanto más espesa se aplique la capa, mayor será la eficacia de la pintura.

Se recomienda un consumo de 500 g por metro cuadrado.

La capa fosforescente debe medir entre 100 y 150 micras para asegurar la luminancia según ISO 17398, clase C o clase D.

4.1.6.1. Norma ISO 17398.

La norma ISO 17398, desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO), especifica los requisitos para un sistema de clasificación relacionado con el rendimiento de las señales de seguridad, de acuerdo con el entorno de servicio esperado, los materiales base, las propiedades fotométricas, los medios de iluminación, los métodos de fijación y la superficie.

Los criterios de rendimiento y los métodos de prueba se establecen en esta Norma Internacional para que las propiedades relacionadas con la durabilidad y la vida útil esperada puedan caracterizarse y especificarse en el momento de la entrega del producto al comprador.

Esta norma internacional no cubre las fuentes de alimentación eléctrica, sus componentes o elementos accionados eléctricamente. Tampoco cubre las propiedades de los componentes iluminantes, pero sí se incluyen propiedades fotométricas para ciertos tipos de señales de seguridad.

Esta norma internacional ha sido preparada para proporcionar a los fabricantes/proveedores y compradores las herramientas para acordar y establecer parámetros de rendimiento para las señales de seguridad.

Esta Norma Internacional requiere que los fabricantes/proveedores clasifiquen los productos y proporcionen definiciones completas de los mismos. Tanto el fabricante/proveedor como el comprador tienen la capacidad de determinar los

requisitos del producto en términos de niveles de rendimiento y, cuando corresponda, el entorno de servicio esperado.

El uso consistente de esta Norma Internacional ayudará a mejorar el conocimiento de los requisitos establecidos y a una mejor comprensión del desempeño de varios tipos de señales de seguridad en el uso diario.

Para las señales de seguridad destinadas a ser iluminadas internamente, la descripción del producto debe incluir las condiciones específicas de servicio de temperatura a las que puede estar sujeta la señal de seguridad como resultado de las fuentes de luz y cualquier requisito especial de la fuente de iluminación que pueda afectar las propiedades colorimétricas y fotométricas.

Para las señales de seguridad fosforescentes, los fabricantes/proveedores deben proporcionar una descripción del rendimiento de reducción de brillo. La información mínima proporcionada serán los diferentes niveles de iluminación identificados y las características de degradación de la luminancia fotópica de las fuentes de luz.

Cuando sea requerido por acuerdo entre el fabricante/proveedor y el comprador, o para requisitos de definición de desempeño opcionales o para caracterizar señales de seguridad y componentes de guías de seguridad vial para uso como se describe en ISO 16069, la descripción del producto deberá indicar que la luminancia es de 3 mcd/m² cuando se ensaya en condiciones de excitación, respectivamente, incluye el tiempo que tardó en disminuir a 2 mcd/m².

4.1.7. Forma de entrega, mezcla y almacenamiento

El producto es bicomponente y se entrega en forma de resina acompañada de un polvo. La mezcla se realiza por peso en el momento de su uso, con 3 partes de resina por una parte de polvo. La mezcla permanece perfectamente utilizable durante 1 año. Esta pintura de fondo blanco es un revestimiento especialmente diseñado para carreteras y carriles para bicicletas. Esta pintura blanca acrílica a base de disolvente también es apta para carreteras pintadas.

La pintura para carreteras ST 1041 está especialmente diseñada y probada para marcar carriles de bicicletas y carreteras. También proporciona un excelente agarre en suelos de hormigón.

4.1.8. Alto rendimiento y fiabilidad

Esta pintura, que se ha utilizado durante unos veinte años, tiene muchas cualidades. En envases grandes, su precio es especialmente económico. Es excepcionalmente fuerte y duradera. Ofrece una ventaja importante: su secado ultrarrápido, lo que permite la puesta en marcha en una hora.

4.1.9. Primera capa del sistema fotoluminiscente

Todos los productos fosforescentes requieren un fondo blanco puro para reflejar la luz y brillar en la oscuridad de manera efectiva. La pintura de fondo blanco para carretera ST 1041 permite crear con precisión el fondo blanco necesario. El agarre entre los dos pasos es posible cuando ambos productos no se aplican uno encima del otro con un intervalo de tiempo reducido, es decir, menos de 15 minutos.

4.1.10. Instrucciones para la aplicación

Asegurar una perfecta homogenización antes de su uso; se debe mover la pintura con un agitador.

Aplicación en carreteras limpias, libres de polvo y secas, entre 5 y 40 °C.

Aplicación recomendada entre 15 y 25 °C.

Aerosol, brocha, rodillo.

Aplicación en una o más manos.

4.1.11. Especificaciones técnicas

Regla 8.2.-1.C Marcas viales y PG-3 Sección 700 con durabilidad P4 o superior.

Cumple con los requisitos y especificaciones establecidos en PG-3 (Especificación Técnica General para Obras de Carreteras y Puentes) y está libre de plomo y metales pesados.

- Product density UNE 48098: $1,65 \text{ g/cm}^3 \pm 0,010$
- Colour UNE 48103 8-118: Blanco
- Non-volatile UNE EN 12802: $75 \% \pm 5$
- KREBS-STORMER consistency UNE 48076: $88 \pm 10 \text{ KU}$
- Drying at 20 °C UNE 135202: 10 minutos
- Resistance to bleeding UNE EN 1871: $B < 0,05$
- Luminance factor UNE 48073-2: $B = 0,95 \pm 0,05$

- Covering power UNE 135213: 98 % ± 2 %
- Stability Full container UNE 48083: Variación ≤ 5 KU (no presenta costras ni sedimentos).
- Accelerated artificial aging A In 1871 (168 h): Sin alteraciones.
- Resistance to alkalis UNE EN 1871: Adecuada, sin defectos.
- Quality certificate ISO 9001: Aprobado.
- Slip resistance UNE EN 12633:2003: Clase 3, aditivos en productos con microperlas antideslizantes.
- Antibacterial ISO 22196: Apto.

La pintura que brilla en la oscuridad para carreteras y carriles para bicicletas al aire libre es una fórmula acrílica a base de disolvente. Su función principal es producir fosforescencia, lo que permite una mejor visibilidad de las marcas viales en la oscuridad. Esta fórmula ofrece un alto espesor de capa, un excelente nivel de resistencia y un tiempo de secado muy rápido.

4.1.12. Ventajas

- Visibilidad en total oscuridad durante un intervalo de tiempo de 6-8 horas.
- Solución ecológica para señalar caminos durante el periodo en que se apagan las luces públicas en la segunda parte de la noche.
- Vida útil de la fotoluminiscencia ilimitada y sin pérdida de rendimiento a lo largo de los años.
- Fácil aplicación.
- Sin mantenimiento ni fuente de alimentación.

4.1.13. Desventaja

- No es eficaz en un ambiente luminoso (presencia de farolas o alumbrado público).

4.1.14. Implementación

Aplicación manual o automática con pistola o brocha.

La pintura fosforescente para carreteras PH1041 debe aplicarse sobre fondo blanco. Se recomienda utilizar pintura de carretera blanca ST1041 como capa base.

Las dos capas del sistema fotoluminiscente para carretera y ciclovía deben aplicarse una encima de la otra, con un intervalo de tiempo que no debe exceder los 20 a 30 minutos, con el fin de asegurar una perfecta cohesión entre las dos capas.

Aplicación en una o más capas para obtener un espesor de 150 μm en seco (unos 250 μm en húmedo).

Durante la aplicación, es importante mantener la mezcla dispersa gracias a un sistema de agitación automático.

4.1.15. Aspecto

Pintura de carretera blanca verdosa que brilla en la oscuridad; en un ambiente de completa oscuridad, la apariencia es de un color verde luminoso.

4.1.16. Forma de entrega, mezcla y conservación

El producto es bicomponente, se entrega en forma de resina acompañada de un polvo. La mezcla se realiza por peso en el momento de su uso, con 3 partes de resina por una parte de polvo.

La mezcla permanece perfectamente utilizable durante 1 año.

4.1.17. Rendimiento de luminancia y brillo posterior

La luminancia y el nivel o intensidad de la fosforescencia, que se expresa en microcandelas/m², el resplandor residual y la duración del fenómeno fosforescente, se miden a los 10 y 60 minutos.

El estándar ISO 17398 indica ciertos niveles de fosforescencia y clasificación.

Para obtener clase C: aplicar 100 µm en seco; para obtener clase D: aplicar 150 µm en seco.

En la práctica, la fosforescencia es estable y disminuye ligeramente durante la noche.

Con un grosor importante, el nivel de fosforescencia es suficiente para ser visible hasta el amanecer en zonas donde hay ausencia de alumbrado público o contaminación lumínica.

4.1.18. Agregar efecto reflectante

Es posible aplicar microesferas retrorreflectantes y transparentes sobre la capa fosforescente 2 para combinar efectos fotoluminiscentes y reflectantes. Sin embargo, es

importante tener en cuenta que el efecto reflectante requiere un fondo blanco para devolver la luz. Por lo tanto, es preferible yuxtaponer una banda blanca reflectante con una banda fosforescente.

4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



Safety data sheet
This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation

PHOSPHORESCENT ROAD PAINT PHROAD



Printing: 27/10/2022 Date of compilation: 10/02/2016 Revised: 04/07/2022 Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 1: IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/MIXTURE AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING

1.1 Product identifier: PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
Reference: PHROAD

Other means of identification:

UFI: USKF-F17Q-Y00N-JFEA

1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against:

Relevant uses: Industrial paint. For industrial user only.

Uses advised against: All uses not specified in this section or in section 7.3

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet:

STARDUSTCOLORS SAS
ZA de TESAN, PLAN SUD
30126 St-Laurent-Des-Arbres ; France
Phone: +33 (4) 66 50 61 66
info@stardustcolors.com
<https://www.stardustcolors.co.uk>

1.4 Emergency telephone number: +33 (1) 45 42 59 59

SECTION 2: HAZARDS IDENTIFICATION

2.1 Classification of the substance or mixture:

CLP Regulation (EC) No 1272/2008:

Classification of this product has been carried out in accordance with CLP Regulation (EC) No 1272/2008.

Asp. Tox. 1: Aspiration hazard, Category 1, H304

Flam. Liq. 2: Flammable liquids, Category 2, H225

Repr. 2: Reproductive toxicity, Category 2, H361d

Skin Irrit. 2: Skin irritation, Category 2, H315

STOT RE 2: Specific target organ toxicity — Repeated exposure, Hazard Category 2, H373

STOT SE 2: Specific target organ toxicity — single exposure, Hazard Category 2, H371

2.2 Label elements:

CLP Regulation (EC) No 1272/2008:

Danger



Hazard statements:

Asp. Tox. 1: H304 - May be fatal if swallowed and enters airways.

Flam. Liq. 2: H225 - Highly flammable liquid and vapour.

Repr. 2: H361d - Suspected of damaging the unborn child.

Skin Irrit. 2: H315 - Causes skin irritation.

STOT RE 2: H373 - May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure.

STOT SE 2: H371 - May cause damage to organs.

Precautionary statements:

P210: Keep away from heat, hot surfaces, sparks, open flames and other ignition sources. No smoking.

P280: Wear protective gloves/face protection/protective clothing/respiratory protection/protective footwear.

P302+P352: IF ON SKIN: Wash with plenty of water.

P308+P313: IF exposed or concerned: Get medical advice/attention.

P370+P378: In case of fire: Use ABC powder extinguisher to extinguish.

P501: Dispose of the contents/containers in accordance with the current legislation on waste treatment

Substances that contribute to the classification

Toluene; Toluene; methanol

UFI: USKF-F17Q-Y00N-JFEA



Safety data sheet
This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation

PHOSPHORESCENT ROAD PAINT PHROAD



Printing: 27/10/2022 Date of compilation: 10/02/2016 Revised: 04/07/2022 Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 2: HAZARDS IDENTIFICATION (continued)

2.3 Other hazards:

Product fails to meet PBT/vPvB criteria
Endocrine-disrupting properties: The product fails to meet the criteria.

SECTION 3: COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS **

3.1 Substance:

Non-applicable

3.2 Mixture:

Chemical description: Mixture composed of additives, aggregates, pigments and resins in solvents

Components:

In accordance with Annex II of Regulation (EC) No 1907/2006 (point 3), the product contains:

Identification	Chemical name/Classification	Concentration
CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9 Index: 601-021-00-3 REACH: 01-2119471310-51-XXXX	Toluene⁽¹⁾ Regulation 1272/2008 Aquatic Chronic 3: H412; Asp. Tox. 1: H304; Flam. Liq. 2: H225; Repr. 2: H361d; Skin Irrit. 2: H315; STOT RE 2: H373; STOT SE 3: H336 - Danger	Self-classified 10 - <25 %
CAS: 7727-43-7 EC: 231-784-4 Index: Non-applicable REACH: 01-2119491274-35-XXXX	Barium Sulfate⁽²⁾ Regulation 1272/2008	Not classified 10 - <25 %
CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9 Index: 601-021-00-3 REACH: 01-2119471310-51-XXXX	Toluene⁽¹⁾ Regulation 1272/2008 Asp. Tox. 1: H304; Flam. Liq. 2: H225; Repr. 2: H361d; Skin Irrit. 2: H315; STOT RE 2: H373; STOT SE 3: H336 - Danger	ATP CLP00 2,5 - <10 %
CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6 Index: 603-001-00-X REACH: 01-2119433307-44-XXXX	methanol⁽¹⁾ Regulation 1272/2008 Acute Tox. 3: H301+H311+H331; Flam. Liq. 2: H225; STOT SE 1: H370 - Danger	ATP CLP00 2,5 - <10 %
CAS: Non-applicable EC: 905-562-9 Index: Non-applicable REACH: 01-2119555267-33-XXXX	Reaction mass of ethylbenzene and m-xylene and p-xylene⁽¹⁾ Regulation 1272/2008 Acute Tox. 4: H312+H332; Aquatic Chronic 3: H412; Asp. Tox. 1: H304; Eye Irrit. 2: H319; Flam. Liq. 3: H226; Skin Irrit. 2: H315; STOT RE 2: H373; STOT SE 3: H335 - Danger	Self-classified 1 - <2,5 %
CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7 Index: 601-022-00-9 REACH: 01-2119488216-32-XXXX	Xylene⁽²⁾ Regulation 1272/2008 Acute Tox. 4: H312+H332; Aquatic Chronic 3: H412; Asp. Tox. 1: H304; Eye Irrit. 2: H319; Flam. Liq. 3: H226; Skin Irrit. 2: H315; STOT RE 2: H373; STOT SE 3: H335 - Danger	Self-classified <1 %
CAS: 108-65-6 EC: 203-603-9 Index: 607-195-00-7 REACH: 01-2119475791-29-XXXX	2-methoxy-1-methylethyl acetate⁽²⁾ Regulation 1272/2008 Flam. Liq. 3: H226 - Warning	ATP ATP01 <1 %
CAS: 123-86-4 EC: 204-658-1 Index: 607-025-00-1 REACH: 01-2119485493-29-XXXX	N-butyl acetate⁽²⁾ Regulation 1272/2008 Flam. Liq. 3: H226; STOT SE 3: H336; EUH066 - Warning	ATP CLP00 <1 %
CAS: 100-41-4 EC: 202-849-4 Index: 601-023-00-4 REACH: 01-2119489370-35-XXXX	Ethylbenzene⁽²⁾ Regulation 1272/2008 Acute Tox. 4: H332; Asp. Tox. 1: H304; Flam. Liq. 2: H225; STOT RE 2: H373 - Danger	ATP ATP06 <1 %

⁽¹⁾ Substances presenting a health or environmental hazard which meet criteria laid down in Regulation (EU) No. 2020/878
⁽²⁾ Substance with a Union workplace exposure limit

To obtain more information on the hazards of the substances consult sections 11, 12 and 16.

Other information:



Safety data sheet
This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation

PHOSPHORESCENT ROAD PAINT PHROAD



Printing: 27/10/2022 Date of compilation: 10/02/2016 Revised: 04/07/2022 Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 3: COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS ** (continued)

Identification	Specific concentration limit
methanol CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	% (w/w) >=10: STOT SE 1 - H370 3<= % (w/w) <10: STOT SE 2 - H371

** Changes with regards to the previous version

SECTION 4: FIRST AID MEASURES

4.1 Description of first aid measures:

The symptoms resulting from intoxication can appear after exposure, therefore, in case of doubt, seek medical attention for direct exposure to the chemical product or persistent discomfort, showing the SDS of this product.

By inhalation:

Remove the person affected from the area of exposure, provide with fresh air and keep at rest. In serious cases such as cardiorespiratory failure, artificial resuscitation techniques will be necessary (mouth to mouth resuscitation, cardiac massage, oxygen supply, etc.) requiring immediate medical assistance.

By skin contact:

Remove contaminated clothing and footwear, rinse skin or shower the person affected if appropriate with plenty of cold water and neutral soap. In serious cases see a doctor. If the product causes burns or freezing, clothing should not be removed as this could worsen the injury caused if it is stuck to the skin. If blisters form on the skin, these should never be burst as this will increase the risk of infection.

By eye contact:

Rinse eyes thoroughly with water for at least 15 minutes. If the injured person uses contact lenses, these should be removed unless they are stuck to the eyes, in which case removal could cause further damage. In all cases, after cleaning, a doctor should be consulted as quickly as possible with the SDS for the product.

By ingestion/aspiration:

Request medical assistance immediately, showing the SDS of this product. Do not induce vomiting, but if it does happen keep the head down to avoid aspiration. In the case of loss of consciousness do not administer anything orally unless supervised by a doctor. Rinse out the mouth and throat, as they may have been affected during ingestion. Keep the person affected at rest.

4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed:

Acute and delayed effects are indicated in sections 2 and 11.

4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed:

Non-applicable

SECTION 5: FIREFIGHTING MEASURES

5.1 Extinguishing media:

Suitable extinguishing media:

If possible use polyvalent powder fire extinguishers (ABC powder), alternatively use foam or carbon dioxide extinguishers (CO₂).

Unsuitable extinguishing media:

IT IS RECOMMENDED NOT to use full jet water as an extinguishing agent.

5.2 Special hazards arising from the substance or mixture:

As a result of combustion or thermal decomposition reactive sub-products are created that can become highly toxic and, consequently, can present a serious health risk.

5.3 Advice for firefighters:

Depending on the magnitude of the fire it may be necessary to use full protective clothing and self-contained breathing apparatus (SCBA). Minimum emergency facilities and equipment should be available (fire blankets, portable first aid kit,...) in accordance with Directive 89/654/EC.

Additional provisions:



Safety data sheet
This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation

PHOSPHORESCENT ROAD PAINT PHROAD



Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 5: FIREFIGHTING MEASURES (continued)

Act in accordance with the Internal Emergency Plan and the Information Sheets on actions to take after an accident or other emergencies. Eliminate all sources of ignition. In case of fire, cool the storage containers and tanks for products susceptible to combustion, explosion or BLEVE as a result of high temperatures. Avoid spillage of the products used to extinguish the fire into an aqueous medium.

SECTION 6: ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures:

For non-emergency personnel:

Isolate leaks provided that there is no additional risk for the people performing this task. Evacuate the area and keep out those without protection. Personal protection equipment must be used against potential contact with the spilt product (See section 8). Above all prevent the formation of any vapour-air flammable mixtures, through either ventilation or the use of an inert medium. Remove any source of ignition. Eliminate electrostatic charges by interconnecting all the conductive surfaces on which static electricity could form, and also ensuring that all surfaces are connected to the ground.

For emergency responders:

Wear protective equipment. Keep unprotected persons away. See section 8.

6.2 Environmental precautions:

This product is not classified as hazardous to the environment. Keep product away from drains, surface and underground water.

6.3 Methods and material for containment and cleaning up:

It is recommended:

Absorb the spillage using sand or inert absorbent and move it to a safe place. Do not absorb in sawdust or other combustible absorbents. For any concern related to disposal consult section 13.

6.4 Reference to other sections:

See sections 8 and 13.

SECTION 7: HANDLING AND STORAGE

7.1 Precautions for safe handling:

A.- General precautions for safe use

Comply with the current legislation concerning the prevention of industrial risks. Keep containers hermetically sealed. Control spills and residues, destroying them with safe methods (section 6). Avoid leakages from the container. Maintain order and cleanliness where dangerous products are used.

B.- Technical recommendations for the prevention of fires and explosions

Transfer in well ventilated areas, preferably through localized extraction. Fully control sources of ignition (mobile phones, sparks,...) and ventilate during cleaning operations. Avoid the existence of dangerous atmospheres inside containers, applying inertization systems where possible. Transfer at a slow speed to avoid the creation of electrostatic charges. Against the possibility of electrostatic charges: ensure a perfect equipotential connection, always use groundings, do not wear work clothes made of acrylic fibres, preferably wearing cotton clothing and conductive footwear. Comply with the essential security requirements for equipment and systems defined in Directive 2014/34/EC (ATEX 100) and with the minimum requirements for protecting the security and health of workers under the selection criteria of Directive 1999/92/EC (ATEX 137). Consult section 10 for conditions and materials that should be avoided.

C.- Technical recommendations on general occupational hygiene

PREGNANT WOMEN SHOULD NOT BE EXPOSED TO THIS PRODUCT. Transfer in designated areas that comply with the necessary safety conditions (emergency showers and eyewash stations in close proximity), using personal protection equipment, especially on the hands and face (See section 8). Limit manual transfers to small amounts only. Do not eat or drink during the process, washing hands afterwards with suitable cleaning products.

D.- Technical recommendations to prevent environmental risks

It is recommended to have absorbent material available at close proximity to the product (See subsection 6.3)

7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities:

A.- Technical measures for storage

Minimum Temp.: 5 °C



**PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
PHROAD**



Printing: 27/10/2022 Date of compilation: 10/02/2016 Revised: 04/07/2022 Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 7: HANDLING AND STORAGE (continued)

Maximum Temp.: 40 °C
B.- General conditions for storage
Avoid sources of heat, radiation, static electricity and contact with food. For additional information see subsection 10.5

7.3 Specific end use(s):

Except for the instructions already specified it is not necessary to provide any special recommendation regarding the uses of this product.

SECTION 8: EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

8.1 Control parameters:

Substances whose occupational exposure limits have to be monitored in the workplace (European OEL, not country-specific legislation):
Directive (EU) 2000/39, Directive 2004/37/EC, Directive (EU) 2006/15, Directive (EU) 2009/161, Directive (EU) 2017/164, Directive (EU) 2019/1831:

Identification	Occupational exposure limits		
	IOELV (8h)	IOELV (STEL)	IOELV (8h)
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	50 ppm	192 mg/m ³	384 mg/m ³
Barium Sulfate CAS: 7727-43-7 EC: 231-784-4			0,5 mg/m ³
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	50 ppm	192 mg/m ³	384 mg/m ³
methanol CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	200 ppm	260 mg/m ³	
Xylene CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7	50 ppm	221 mg/m ³	442 mg/m ³
2-methoxy-1-methylethyl acetate CAS: 108-65-6 EC: 203-603-9	50 ppm	275 mg/m ³	550 mg/m ³
N-butyl acetate CAS: 123-86-4 EC: 204-658-1	50 ppm	241 mg/m ³	723 mg/m ³
Ethylbenzene CAS: 100-41-4 EC: 202-849-4	100 ppm	442 mg/m ³	884 mg/m ³

DNEL (Workers):

Identification		Short exposure		Long exposure	
		Systemic	Local	Systemic	Local
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	Oral	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	384 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	384 mg/m ³	384 mg/m ³	192 mg/m ³	192 mg/m ³
Barium Sulfate CAS: 7727-43-7 EC: 231-784-4	Oral	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Inhalation	Non-applicable	Non-applicable	10 mg/m ³	10 mg/m ³
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	Oral	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	384 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	384 mg/m ³	384 mg/m ³	192 mg/m ³	192 mg/m ³
methanol CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	Oral	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Dermal	20 mg/kg	Non-applicable	20 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	130 mg/m ³	130 mg/m ³	130 mg/m ³	130 mg/m ³
Reaction mass of ethylbenzene and m-xylene and p-xylene CAS: Non-applicable EC: 905-562-9	Oral	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	212 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	442 mg/m ³	442 mg/m ³	221 mg/m ³	221 mg/m ³
Xylene CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7	Oral	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	212 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	442 mg/m ³	442 mg/m ³	221 mg/m ³	221 mg/m ³



Safety data sheet

This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation



**PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
PHROAD**

Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 8: EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION (continued)

Identification		Short exposure		Long exposure	
		Systemic	Local	Systemic	Local
2-methoxy-1-methylethyl acetate CAS: 108-65-6 EC: 203-603-9	Oral	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	796 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	Non-applicable	550 mg/m ³	275 mg/m ³	Non-applicable
N-butyl acetate CAS: 123-86-4 EC: 204-658-1	Oral	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Dermal	11 mg/kg	Non-applicable	11 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	600 mg/m ³	600 mg/m ³	300 mg/m ³	300 mg/m ³
Ethylbenzene CAS: 100-41-4 EC: 202-849-4	Oral	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	180 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	Non-applicable	293 mg/m ³	77 mg/m ³	Non-applicable

DNEL (General population):

Identification		Short exposure		Long exposure	
		Systemic	Local	Systemic	Local
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	Oral	Non-applicable	Non-applicable	8,13 mg/kg	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	226 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	226 mg/m ³	226 mg/m ³	56,5 mg/m ³	56,5 mg/m ³
Barium Sulfate CAS: 7727-43-7 EC: 231-784-4	Oral	Non-applicable	Non-applicable	13000 mg/kg	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Inhalation	Non-applicable	Non-applicable	10 mg/m ³	Non-applicable
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	Oral	Non-applicable	Non-applicable	8,13 mg/kg	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	226 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	226 mg/m ³	226 mg/m ³	56,5 mg/m ³	56,5 mg/m ³
methanol CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	Oral	4 mg/kg	Non-applicable	4 mg/kg	Non-applicable
	Dermal	4 mg/kg	Non-applicable	4 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	26 mg/m ³	26 mg/m ³	26 mg/m ³	26 mg/m ³
Reaction mass of ethylbenzene and m-xylene and p-xylene CAS: Non-applicable EC: 905-562-9	Oral	Non-applicable	Non-applicable	12,5 mg/kg	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	125 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	260 mg/m ³	260 mg/m ³	65,3 mg/m ³	65,3 mg/m ³
Xylene CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7	Oral	Non-applicable	Non-applicable	12,5 mg/kg	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	125 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	260 mg/m ³	260 mg/m ³	65,3 mg/m ³	65,3 mg/m ³
2-methoxy-1-methylethyl acetate CAS: 108-65-6 EC: 203-603-9	Oral	Non-applicable	Non-applicable	36 mg/kg	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	320 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	Non-applicable	Non-applicable	33 mg/m ³	33 mg/m ³
N-butyl acetate CAS: 123-86-4 EC: 204-658-1	Oral	2 mg/kg	Non-applicable	2 mg/kg	Non-applicable
	Dermal	6 mg/kg	Non-applicable	6 mg/kg	Non-applicable
	Inhalation	300 mg/m ³	300 mg/m ³	35,7 mg/m ³	35,7 mg/m ³
Ethylbenzene CAS: 100-41-4 EC: 202-849-4	Oral	Non-applicable	Non-applicable	1,6 mg/kg	Non-applicable
	Dermal	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable	Non-applicable
	Inhalation	Non-applicable	Non-applicable	15 mg/m ³	Non-applicable

PNEC:

Identification				
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	STP	13,61 mg/L	Fresh water	0,68 mg/L
	Soil	2,89 mg/kg	Marine water	0,68 mg/L
	Intermittent	0,68 mg/L	Sediment (Fresh water)	16,39 mg/kg
	Oral	Non-applicable	Sediment (Marine water)	16,39 mg/kg



Safety data sheet

This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation



**PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
PHROAD**

Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 8: EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION (continued)

Identification				
Barium Sulfate CAS: 7727-43-7 EC: 231-784-4	STP	62,2 mg/L	Fresh water	0,115 mg/L
	Soil	207,7 mg/kg	Marine water	Non-applicable
	Intermittent	Non-applicable	Sediment (Fresh water)	600,4 mg/kg
	Oral	Non-applicable	Sediment (Marine water)	Non-applicable
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	STP	13,61 mg/L	Fresh water	0,68 mg/L
	Soil	2,89 mg/kg	Marine water	0,68 mg/L
	Intermittent	0,68 mg/L	Sediment (Fresh water)	16,39 mg/kg
	Oral	Non-applicable	Sediment (Marine water)	16,39 mg/kg
methanol CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	STP	100 mg/L	Fresh water	20,8 mg/L
	Soil	100 mg/kg	Marine water	2,08 mg/L
	Intermittent	1540 mg/L	Sediment (Fresh water)	77 mg/kg
	Oral	Non-applicable	Sediment (Marine water)	7,7 mg/kg
Reaction mass of ethylbenzene and m-xylene and p-xylene CAS: Non-applicable EC: 905-562-9	STP	6,58 mg/L	Fresh water	0,327 mg/L
	Soil	2,31 mg/kg	Marine water	0,327 mg/L
	Intermittent	0,327 mg/L	Sediment (Fresh water)	12,46 mg/kg
	Oral	Non-applicable	Sediment (Marine water)	12,46 mg/kg
Xylene CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7	STP	6,58 mg/L	Fresh water	0,327 mg/L
	Soil	2,31 mg/kg	Marine water	0,327 mg/L
	Intermittent	0,327 mg/L	Sediment (Fresh water)	12,46 mg/kg
	Oral	Non-applicable	Sediment (Marine water)	12,46 mg/kg
2-methoxy-1-methylethyl acetate CAS: 108-65-6 EC: 203-603-9	STP	100 mg/L	Fresh water	0,635 mg/L
	Soil	0,29 mg/kg	Marine water	0,064 mg/L
	Intermittent	6,35 mg/L	Sediment (Fresh water)	3,29 mg/kg
	Oral	Non-applicable	Sediment (Marine water)	0,329 mg/kg
N-butyl acetate CAS: 123-86-4 EC: 204-658-1	STP	35,6 mg/L	Fresh water	0,18 mg/L
	Soil	0,09 mg/kg	Marine water	0,018 mg/L
	Intermittent	0,36 mg/L	Sediment (Fresh water)	0,981 mg/kg
	Oral	Non-applicable	Sediment (Marine water)	0,098 mg/kg
Ethylbenzene CAS: 100-41-4 EC: 202-849-4	STP	9,6 mg/L	Fresh water	0,1 mg/L
	Soil	2,68 mg/kg	Marine water	0,01 mg/L
	Intermittent	0,1 mg/L	Sediment (Fresh water)	13,7 mg/kg
	Oral	0,02 g/kg	Sediment (Marine water)	1,37 mg/kg

8.2 Exposure controls:

A.- Individual protection measures, such as personal protective equipment

In accordance with the order of importance to control professional exposure (Directive 98/24/EC) it is recommended to use localized extraction in the work area as a collective protection measure to avoid exceeding the occupational exposure limits. In case of using personal protective equipment it should have CE marking in accordance with Directive 2016/425/EC. For more information on Personal Protective Equipment (storage, use, cleaning, maintenance, class of protection,...) consult the information leaflet provided by the manufacturer. For additional information see subsection 7.1.

All information contained herein is a recommendation which needs some specification from the labour risk prevention services as it is not known whether the company has additional measures at its disposal.

B.- Respiratory protection

Pictogram	PPE	Labelling	CEN Standard	Remarks
	Filter mask for gases and vapours		EN 405:2002+A1:2010	Replace when there is a taste or smell of the contaminant inside the face mask. If the contaminant comes with warnings it is recommended to use isolation equipment.

C.- Specific protection for the hands



Safety data sheet
This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation



**PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
PHROAD**

Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 8: EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION (continued)

Pictogram	PPE	Labelling	CEN Standard	Remarks
 Mandatory hand protection	NON-disposable chemical protective gloves	 CAT III	EN ISO 374-1:2016+A1:2018 EN 16523-1:2015+A1:2018 EN ISO 21420:2020	The Breakthrough Time indicated by the manufacturer must exceed the period during which the product is being used. Do not use protective creams after the product has come into contact with skin.

As the product is a mixture of several substances, the resistance of the glove material can not be calculated in advance with total reliability and has therefore to be checked prior to the application.

D.- Eye and face protection

Pictogram	PPE	Labelling	CEN Standard	Remarks
 Mandatory face protection	Face shield	 CAT II	EN 166:2002 EN 167:2002 EN 168:2002 EN ISO 4007:2018	Clean daily and disinfect periodically according to the manufacturer's instructions. Use if there is a risk of splashing.

E.- Body protection

Pictogram	PPE	Labelling	CEN Standard	Remarks
 Mandatory complete body protection	Disposable clothing for protection against chemical risks, with antistatic and fireproof properties	 CAT III	EN 1149-1,2,3 EN 13034:2005+A1:2009 EN ISO 13982-1:2004/A1:2010 EN ISO 6529:2013 EN ISO 6530:2005 EN ISO 13688:2013 EN 464:1994	For professional use only. Clean periodically according to the manufacturer's instructions.
 Mandatory foot protection	Safety footwear for protection against chemical risk, with antistatic and heat resistant properties	 CAT III	EN ISO 13287:2020 EN ISO 20345:2011 EN 13832-1:2019	Replace boots at any sign of deterioration.

F.- Additional emergency measures

Emergency measure	Standards	Emergency measure	Standards
 Emergency shower	ANSI Z358-1 ISO 3864-1:2011, ISO 3864-4:2011	 Eyewash stations	DIN 12 899 ISO 3864-1:2011, ISO 3864-4:2011

Environmental exposure controls:

In accordance with the community legislation for the protection of the environment it is recommended to avoid environmental spillage of both the product and its container. For additional information see subsection 7.1.D

Volatile organic compounds:

With regard to Directive 2010/75/EU, this product has the following characteristics:

V.O.C. (Supply):	24,11 % weight
V.O.C. density at 20 °C:	400,91 kg/m ³ (400,91 g/L)
Average carbon number:	6,34
Average molecular weight:	85,91 g/mol

With regard to Directive 2004/42/EC, this product which is ready to use has the following characteristics:

V.O.C. density at 20 °C:	400,91 kg/m ³ (400,91 g/L)
EU limit for the product (Cat. A.F):	700 g/L (2010)
Components:	Non-applicable



**PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
PHROAD**



Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 9: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

9.1 Information on basic physical and chemical properties:

For complete information see the product datasheet.

Appearance:

Physical state at 20 °C:	Liquid
Appearance:	Not available
Colour:	Characteristic
Odour:	Not available
Odour threshold:	Non-applicable *

Volatility:

Boiling point at atmospheric pressure:	103 °C
Vapour pressure at 20 °C:	5717 Pa
Vapour pressure at 50 °C:	24334,18 Pa (24,33 kPa)
Evaporation rate at 20 °C:	Non-applicable *

Product description:

Density at 20 °C:	1662,8 kg/m ³
Relative density at 20 °C:	1,663
Dynamic viscosity at 20 °C:	Non-applicable *
Kinematic viscosity at 20 °C:	Non-applicable *
Kinematic viscosity at 40 °C:	<20,5 mm ² /s
Concentration:	Non-applicable *
pH:	Non-applicable *
Vapour density at 20 °C:	Non-applicable *
Partition coefficient n-octanol/water 20 °C:	Non-applicable *
Solubility in water at 20 °C:	Non-applicable *
Solubility properties:	Non-applicable *
Decomposition temperature:	Non-applicable *
Melting point/freezing point:	Non-applicable *

Flammability:

Flash Point:	8 °C
Flammability (solid, gas):	Non-applicable *
Autoignition temperature:	315 °C
Lower flammability limit:	Not available
Upper flammability limit:	Not available

Particle characteristics:

Median equivalent diameter:	Non-applicable
-----------------------------	----------------

9.2 Other information:

Information with regard to physical hazard classes:

Explosive properties:	Non-applicable *
Oxidising properties:	Non-applicable *
Corrosive to metals:	Non-applicable *
Heat of combustion:	Non-applicable *
Aerosols-total percentage (by mass) of flammable components:	Non-applicable *

*Not relevant due to the nature of the product, not providing information property of its hazards.



Safety data sheet
This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation

PHOSPHORESCENT ROAD PAINT PHROAD



Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 9: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES (continued)

Other safety characteristics:

Surface tension at 20 °C: Non-applicable *

Refraction index: Non-applicable *

*Not relevant due to the nature of the product, not providing information property of its hazards.

SECTION 10: STABILITY AND REACTIVITY

10.1 Reactivity:

No hazardous reactions are expected because the product is stable under recommended storage conditions. See section 7.

10.2 Chemical stability:

Chemically stable under the indicated conditions of storage, handling and use.

10.3 Possibility of hazardous reactions:

Under the specified conditions, hazardous reactions that lead to excessive temperatures or pressure are not expected.

10.4 Conditions to avoid:

Applicable for handling and storage at room temperature:

Shock and friction	Contact with air	Increase in temperature	Sunlight	Humidity
Not applicable	Not applicable	Risk of combustion	Avoid direct impact	Not applicable

10.5 Incompatible materials:

Acids	Water	Oxidising materials	Combustible materials	Others
Avoid strong acids	Not applicable	Avoid direct impact	Not applicable	Avoid alkalis or strong bases

10.6 Hazardous decomposition products:

See subsection 10.3, 10.4 and 10.5 to find out the specific decomposition products. Depending on the decomposition conditions, complex mixtures of chemical substances can be released: carbon dioxide (CO₂), carbon monoxide and other organic compounds.

SECTION 11: TOXICOLOGICAL INFORMATION **

11.1 Information on hazard classes as defined in Regulation (EC) No 1272/2008:

The experimental information related to the toxicological properties of the product itself is not available

Dangerous health implications:

In case of exposure that is repetitive, prolonged or at concentrations higher than the recommended occupational exposure limits, adverse effects on health may result, depending on the means of exposure:

A- Ingestion (acute effect):

- Acute toxicity : Based on available data, the classification criteria are not met, however, it contains substances classified as dangerous for consumption. For more information see section 3.
- Corrosivity/Irritability: The consumption of a considerable dose can cause irritation in the throat, abdominal pain, nausea and vomiting.

B- Inhalation (acute effect):

- Acute toxicity : Based on available data, the classification criteria are not met. However, it contains substances classified as hazardous for inhalation. For more information see section 3.
- Corrosivity/Irritability: Based on available data, the classification criteria are not met. However, it contains substances classified as hazardous for inhalation. For more information see section 3.

C- Contact with the skin and the eyes (acute effect):

- Contact with the skin: Produces skin inflammation.
- Contact with the eyes: Based on available data, the classification criteria are not met. However, it does contain substances classified as hazardous for this effect. For more information see section 3.

D- CMR effects (carcinogenicity, mutagenicity and toxicity to reproduction):



**PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
PHROAD**

Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 11: TOXICOLOGICAL INFORMATION ** (continued)

- Carcinogenicity: Based on available data, the classification criteria are not met, as it does not contain substances classified as hazardous for the effects mentioned. For more information see section 3.
- Mutagenicity: Based on available data, the classification criteria are not met, as it does not contain substances classified as hazardous for this effect. For more information see section 3.
- Reproductive toxicity: Suspected of damaging the unborn child.

E- Sensitizing effects:

- Respiratory: Based on available data, the classification criteria are not met, as it does not contain substances classified as hazardous with sensitising effects. For more information see section 3.
- Skin: Based on available data, the classification criteria are not met, as it does not contain substances classified as hazardous for this effect. For more information see section 3.

F- Specific target organ toxicity (STOT) - single exposure:

Harmful effects for health in the case of ingestion, contact with the skin or inhalation after a single exposure, resulting in depression of the central nervous system causing headache, dizziness, vertigo, nausea, vomiting, confusion and, in serious cases, loss of consciousness.

G- Specific target organ toxicity (STOT)-repeated exposure:

- Specific target organ toxicity (STOT)-repeated exposure: Exposure in high concentration can interfere with the central nervous system causing headache, dizziness, vertigo, nausea, vomiting, confusion, and in serious cases, loss of consciousness.
- Skin: Based on available data, the classification criteria are not met. However, it does contain substances which are classified as dangerous due to repetitive exposure. For more information see section 3.

H- Aspiration hazard:

The consumption of a considerable dose can cause pulmonary damage.

Other information:

Non-applicable

Specific toxicology information on the substances:

Identification	Acute toxicity		Genus
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	LD50 oral	5580 mg/kg	Rat
	LD50 dermal	12124 mg/kg	Rat
	LC50 inhalation	28,1 mg/L (4 h)	Rat
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	LD50 oral	5580 mg/kg	Rat
	LD50 dermal	12124 mg/kg	Rat
	LC50 inhalation	28,1 mg/L (4 h)	Rat
Barium Sulfate CAS: 7727-43-7 EC: 231-784-4	LD50 oral	>5000 mg/kg	Rat
	LD50 dermal	>2000 mg/kg	
	LC50 inhalation	>5 mg/L	
methanol CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	LD50 oral	>5000 mg/kg	Rat
	LD50 dermal	300 mg/kg	Rabbit
	LC50 inhalation	3 mg/L (4 h)	Rat
Reaction mass of ethylbenzene and m-xylene and p-xylene CAS: Non-applicable EC: 905-562-9	LD50 oral	2100 mg/kg	Rat
	LD50 dermal	1100 mg/kg	Rat
	LC50 inhalation	11 mg/L (ATEI)	
Xylene CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7	LD50 oral	2100 mg/kg	Rat
	LD50 dermal	1100 mg/kg	Rat
	LC50 inhalation	>20 mg/L	
2-methoxy-1-methylethyl acetate CAS: 108-65-6 EC: 203-603-9	LD50 oral	8532 mg/kg	Rat
	LD50 dermal	5100 mg/kg	Rat
	LC50 inhalation	30 mg/L (4 h)	Rat



Safety data sheet

This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation



**PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
PHROAD**

Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 11: TOXICOLOGICAL INFORMATION ** (continued)

Identification	Acute toxicity		Genus
	LD50 oral	LD50 dermal	
N-butyl acetate CAS: 123-86-4 EC: 204-658-1	12789 mg/kg	14112 mg/kg	Rat
Ethylbenzene CAS: 100-41-4 EC: 202-849-4	3500 mg/kg	15354 mg/kg	Rat
	LC50 inhalation	23,4 mg/L (4 h)	Rat
	LC50 inhalation	17,2 mg/L (4 h)	Rat

Acute Toxicity Estimate (ATE mix):

ATE mix		Ingredient(s) of unknown toxicity
Oral	>2000 mg/kg (Calculation method)	Non-applicable
Dermal	8461,54 mg/kg (Calculation method)	0 %
Inhalation	84,62 mg/L (4 h) (Calculation method)	0 %

11.2 Information on other hazards:

Endocrine disrupting properties

Endocrine-disrupting properties: The product fails to meet the criteria.

Other information

Non-applicable

** Changes with regards to the previous version

SECTION 12: ECOLOGICAL INFORMATION **

The experimental information related to the eco-toxicological properties of the product itself is not available

12.1 Toxicity:

Acute toxicity:

Identification	Concentration		Species	Genus
	LC50	EC50		
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	13 mg/L (96 h)	11,5 mg/L (48 h)	Carassius auratus	Fish
Barium Sulfate CAS: 7727-43-7 EC: 231-784-4	76000 mg/L (96 h)	Non-applicable	Salmo gairdneri	Fish
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	5,5 mg/L (96 h)	3,78 mg/L (48 h)	Oncorhynchus kisutch	Fish
methanol CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	15400 mg/L (96 h)	12000 mg/L (96 h)	Lepomis macrochirus	Fish
Reaction mass of ethylbenzene and m-xylene and p-xylene CAS: Non-applicable EC: 905-562-9	>10 - 100 mg/L (96 h)	>10 - 100 mg/L (48 h)	Ceriodaphnia dubia	Crustacean
Xylene CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7	>10 - 100 mg/L (96 h)	>10 - 100 mg/L (48 h)	Microcystis aeruginosa	Algae
2-methoxy-1-methylethyl acetate CAS: 108-65-6 EC: 203-603-9	161 mg/L (96 h)	481 mg/L (48 h)	Pimephales promelas	Fish
	Non-applicable	Non-applicable	Daphnia sp.	Crustacean



Safety data sheet

This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation



**PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
PHROAD**

Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 12: ECOLOGICAL INFORMATION ** (continued)

Identification	Concentration	Species	Genus
N-butyl acetate	LCS0 Non-applicable		
CAS: 123-86-4	EC50 Non-applicable		
EC: 204-658-1	EC50 675 mg/L (72 h)	Scenedesmus subspicatus	Algae
Ethylbenzene	LCS0 42,3 mg/L (96 h)	Pimephales promelas	Fish
CAS: 100-41-4	EC50 75 mg/L (48 h)	Daphnia magna	Crustacean
EC: 202-849-4	EC50 63 mg/L (3 h)	Chlorella vulgaris	Algae

Chronic toxicity:

Identification	Concentration	Species	Genus
Barium Sulfate	NOEC 100 mg/L	Danio rerio	Fish
CAS: 7727-43-7 EC: 231-784-4	NOEC Non-applicable		
methanol	NOEC 15800 mg/L	Oryzias latipes	Fish
CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	NOEC 122 mg/L	Daphnia magna	Crustacean
Reaction mass of ethylbenzene and m-xylene and p-xylene	NOEC 1,3 mg/L	Oncorhynchus mykiss	Fish
CAS: Non-applicable EC: 905-562-9	NOEC 1,17 mg/L	Ceriodaphnia dubia	Crustacean
Xylene	NOEC 1,3 mg/L	Oncorhynchus mykiss	Fish
CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7	NOEC 1,17 mg/L	Ceriodaphnia dubia	Crustacean
2-methoxy-1-methylethyl acetate	NOEC 47,5 mg/L	Oryzias latipes	Fish
CAS: 108-65-6 EC: 203-603-9	NOEC 100 mg/L	Daphnia magna	Crustacean
N-butyl acetate	NOEC Non-applicable		
CAS: 123-86-4 EC: 204-658-1	NOEC 23,2 mg/L	Daphnia magna	Crustacean
Ethylbenzene	NOEC Non-applicable		
CAS: 100-41-4 EC: 202-849-4	NOEC 0,96 mg/L	Ceriodaphnia dubia	Crustacean

12.2 Persistence and degradability:

Substance-specific information:

Identification	Degradability	Biodegradability	
		Concentration	Period
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	BOD5	2,5 g O2/g	100 mg/L
	COD	Non-applicable	14 days
	BOD5/COD	Non-applicable	% Biodegradable 100 %
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	BOD5	2,5 g O2/g	100 mg/L
	COD	Non-applicable	14 days
	BOD5/COD	Non-applicable	% Biodegradable 100 %
methanol CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	BOD5	Non-applicable	100 mg/L
	COD	1,42 g O2/g	14 days
	BOD5/COD	Non-applicable	% Biodegradable 92 %
Reaction mass of ethylbenzene and m-xylene and p-xylene CAS: Non-applicable EC: 905-562-9	BOD5	Non-applicable	Non-applicable
	COD	Non-applicable	28 days
	BOD5/COD	Non-applicable	% Biodegradable 88 %
Xylene CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7	BOD5	Non-applicable	Non-applicable
	COD	Non-applicable	28 days
	BOD5/COD	Non-applicable	% Biodegradable 88 %
2-methoxy-1-methylethyl acetate CAS: 108-65-6 EC: 203-603-9	BOD5	Non-applicable	785 mg/L
	COD	Non-applicable	8 days
	BOD5/COD	Non-applicable	% Biodegradable 100 %
N-butyl acetate CAS: 123-86-4 EC: 204-658-1	BOD5	Non-applicable	Non-applicable
	COD	Non-applicable	5 days
	BOD5/COD	Non-applicable	% Biodegradable 84 %



Safety data sheet
This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation

**PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
PHROAD**



Printing: 27/10/2022 Date of compilation: 10/02/2016 Revised: 04/07/2022 Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 12: ECOLOGICAL INFORMATION ** (continued)

Identification	Degradability		Biodegradability	
	Ethylbenzene CAS: 100-41-4 EC: 202-849-4	BOD5	Non-applicable	Concentration
	COD	Non-applicable	Period	14 days
	BOD5/COD	Non-applicable	% Biodegradable	90 %

12.3 Bioaccumulative potential:

Substance-specific information:

Identification	Bioaccumulation potential	
	Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	BCF
	Pow Log	2.73
	Potential	Moderate
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	BCF	90
	Pow Log	2.73
	Potential	Moderate
methanol CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	BCF	3
	Pow Log	-0.77
	Potential	Low
Reaction mass of ethylbenzene and m-xylene and p-xylene CAS: Non-applicable EC: 905-562-9	BCF	9
	Pow Log	2.77
	Potential	Low
Xylene CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7	BCF	9
	Pow Log	2.77
	Potential	Low
2-methoxy-1-methylethyl acetate CAS: 108-65-6 EC: 203-603-9	BCF	1
	Pow Log	0.43
	Potential	Low
N-butyl acetate CAS: 123-86-4 EC: 204-658-1	BCF	4
	Pow Log	1.78
	Potential	Low
Ethylbenzene CAS: 100-41-4 EC: 202-849-4	BCF	1
	Pow Log	3.15
	Potential	Low

12.4 Mobility in soil:

Identification	Absorption/desorption		Volatility	
	Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	Koc	178	Henry
	Conclusion	Moderate	Dry soil	Yes
	Surface tension	2,793E-2 N/m (25 °C)	Moist soil	Yes
Toluene CAS: 108-88-3 EC: 203-625-9	Koc	178	Henry	672,8 Pa·m ³ /mol
	Conclusion	Moderate	Dry soil	Yes
	Surface tension	2,793E-2 N/m (25 °C)	Moist soil	Yes
methanol CAS: 67-56-1 EC: 200-659-6	Koc	Non-applicable	Henry	Non-applicable
	Conclusion	Non-applicable	Dry soil	Non-applicable
	Surface tension	2,355E-2 N/m (25 °C)	Moist soil	Non-applicable
Reaction mass of ethylbenzene and m-xylene and p-xylene CAS: Non-applicable EC: 905-562-9	Koc	202	Henry	524,86 Pa·m ³ /mol
	Conclusion	Moderate	Dry soil	Yes
	Surface tension	Non-applicable	Moist soil	Yes
Xylene CAS: 1330-20-7 EC: 215-535-7	Koc	202	Henry	524,86 Pa·m ³ /mol
	Conclusion	Moderate	Dry soil	Yes
	Surface tension	Non-applicable	Moist soil	Yes



Safety data sheet

This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation



PHOSPHORESCENT ROAD PAINT
PHROAD

Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 12: ECOLOGICAL INFORMATION ** (continued)

Identification	Absorption/desorption		Volatility	
	Koc	Non-applicable	Henry	Non-applicable
N-butyl acetate	Conclusion	Non-applicable	Dry soil	Non-applicable
CAS: 123-86-4	Surface tension	2,478E-2 N/m (25 °C)	Moist soil	Non-applicable
EC: 204-658-1	Koc	520	Henry	798,44 Pa·m ³ /mol
Ethylbenzene	Conclusion	Moderate	Dry soil	Yes
CAS: 100-41-4	Surface tension	2,859E-2 N/m (25 °C)	Moist soil	Yes
EC: 202-849-4				

12.5 Results of PBT and vPvB assessment:

Product fails to meet PBT/vPvB criteria

12.6 Endocrine disrupting properties:

Endocrine-disrupting properties: The product fails to meet the criteria.

12.7 Other adverse effects:

Not described

** Changes with regards to the previous version

SECTION 13: DISPOSAL CONSIDERATIONS

13.1 Waste treatment methods:

Code	Description	Waste class (Regulation (EU) No 1357/2014)
08 01 11*	waste paint and varnish containing organic solvents or other hazardous substances	Dangerous

Type of waste (Regulation (EU) No 1357/2014):

HP5 Specific Target Organ Toxicity (STOT)/Aspiration Toxicity, HP3 Flammable, HP6 Acute Toxicity, HP10 Toxic for reproduction, HP4 Irritant — skin irritation and eye damage

Waste management (disposal and evaluation):

Consult the authorized waste service manager on the assessment and disposal operations in accordance with Annex 1 and Annex 2 (Directive 2008/98/EC). As under 15 01 (2014/955/EC) of the code and in case the container has been in direct contact with the product, it will be processed the same way as the actual product. Otherwise, it will be processed as non-dangerous residue. Waste should not be disposed of to drains. See paragraph 6.2.

Regulations related to waste management:

In accordance with Annex II of Regulation (EC) No 1907/2006 (REACH) the community or state provisions related to waste management are stated

Community legislation: Directive 2008/98/EC, 2014/955/EU, Regulation (EU) No 1357/2014

SECTION 14: TRANSPORT INFORMATION

Transport of dangerous goods by land:

With regard to ADR 2021 and RID 2021:



Safety data sheet
This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation

PHOSPHORESCENT ROAD PAINT PHROAD



Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 14: TRANSPORT INFORMATION (continued)



- 14.1 UN number or ID number:** UN1263
14.2 UN proper shipping name: PAINT
14.3 Transport hazard class(es): 3
Labels: 3
14.4 Packing group: II
14.5 Environmental hazards: No
14.6 Special precautions for user
Special regulations: 163, 367, 640D, 650
Tunnel restriction code: D/E
Physico-Chemical properties: see section 9
Limited quantities: 5 L
14.7 Maritime transport in bulk according to IMO instruments: Non-applicable

Transport of dangerous goods by sea:

With regard to IMDG 40-20:



- 14.1 UN number or ID number:** UN1263
14.2 UN proper shipping name: PAINT
14.3 Transport hazard class(es): 3
Labels: 3
14.4 Packing group: II
14.5 Marine pollutant: No
14.6 Special precautions for user
Special regulations: 367, 163
EmS Codes: F-E, S-E
Physico-Chemical properties: see section 9
Limited quantities: 5 L
Segregation group: Non-applicable
14.7 Maritime transport in bulk according to IMO instruments: Non-applicable

Transport of dangerous goods by air:

With regard to IATA/ICAO 2022:



- 14.1 UN number or ID number:** UN1263
14.2 UN proper shipping name: PAINT
14.3 Transport hazard class(es): 3
Labels: 3
14.4 Packing group: II
14.5 Environmental hazards: No
14.6 Special precautions for user
Physico-Chemical properties: see section 9
14.7 Maritime transport in bulk according to IMO instruments: Non-applicable

SECTION 15: REGULATORY INFORMATION

15.1 Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture:

Candidate substances for authorisation under the Regulation (EC) No 1907/2006 (REACH): Non-applicable
Substances included in Annex XIV of REACH ("Authorisation List") and sunset date: Non-applicable



Safety data sheet
This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation

PHOSPHORESCENT ROAD PAINT PHROAD



Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 15: REGULATORY INFORMATION (continued)

Regulation (EC) No 1005/2009, about substances that deplete the ozone layer: Non-applicable

Article 95, REGULATION (EU) No 528/2012: Non-applicable

REGULATION (EU) No 649/2012, in relation to the import and export of hazardous chemical products: Non-applicable

Seveso III:

Section	Description	Lower-tier requirements	Upper-tier requirements
P5c	FLAMMABLE LIQUIDS	5000	50000

Limitations to commercialisation and the use of certain dangerous substances and mixtures (Annex XVII REACH, etc):

Contains more than 0.1 % of Toluene, Toluene by weight. Shall not be placed on the market, or used, as a substance or in mixtures in a concentration equal to or greater than 0,1 % by weight where the substance or mixture is used in adhesives or spray paints intended for supply to the general public.

Shall not be used in:

—ornamental articles intended to produce light or colour effects by means of different phases, for example in ornamental lamps and ashtrays,

—tricks and jokes,

—games for one or more participants, or any article intended to be used as such, even with ornamental aspects.

Occupational exposure to respirable crystalline silica must be controlled pursuant to Directive (EU) 2019/130.

Specific provisions in terms of protecting people or the environment:

It is recommended to use the information included in this safety data sheet as a basis for conducting workplace-specific risk assessments in order to establish the necessary risk prevention measures for the handling, use, storage and disposal of this product.

Other legislation:

The product could be affected by sectorial legislation

15.2 Chemical safety assessment:

The supplier has not carried out evaluation of chemical safety.

SECTION 16: OTHER INFORMATION

Legislation related to safety data sheets:

The SDS shall be supplied in an official language of the country where the product is placed on the market. This safety data sheet has been designed in accordance with ANNEX II-Guide to the compilation of safety data sheets of Regulation (EC) No 1907/2006 (COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878).

Modifications related to the previous Safety Data Sheet which concerns the ways of managing risks.:

COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS (SECTION 3, SECTION 11, SECTION 12):

· New declared substances

Barium Sulfate (7727-43-7)

Texts of the legislative phrases mentioned in section 2:

H315: Causes skin irritation.

H373: May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure.

H361d: Suspected of damaging the unborn child.

H371: May cause damage to organs.

H304: May be fatal if swallowed and enters airways.

H225: Highly flammable liquid and vapour.

Texts of the legislative phrases mentioned in section 3:

The phrases indicated do not refer to the product itself; they are present merely for informative purposes and refer to the individual components which appear in section 3

CLP Regulation (EC) No 1272/2008:



Safety data sheet

This SDS is an English translation of COMMISSION REGULATION (EU) 2020/878, without any country-specific legislation



PHOSPHORESCENT ROAD PAINT PHROAD

Printing: 27/10/2022

Date of compilation: 10/02/2016

Revised: 04/07/2022

Version: 10 (Replaced 9)

SECTION 16: OTHER INFORMATION (continued)

Acute Tox. 3: H301+H311+H331 - Toxic if swallowed, in contact with skin or if inhaled.
Acute Tox. 4: H312+H332 - Harmful in contact with skin or if inhaled.
Acute Tox. 4: H332 - Harmful if inhaled.
Aquatic Chronic 3: H412 - Harmful to aquatic life with long lasting effects.
Asp. Tox. 1: H304 - May be fatal if swallowed and enters airways.
Eye Irrit. 2: H319 - Causes serious eye irritation.
Flam. Liq. 2: H225 - Highly flammable liquid and vapour.
Flam. Liq. 3: H226 - Flammable liquid and vapour.
Repr. 2: H361d - Suspected of damaging the unborn child.
Skin Irrit. 2: H315 - Causes skin irritation.
STOT RE 2: H373 - May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure (Oral).
STOT RE 2: H373 - May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure.
STOT SE 1: H370 - Causes damage to organs.
STOT SE 3: H335 - May cause respiratory irritation.
STOT SE 3: H336 - May cause drowsiness or dizziness.

Classification procedure:

Skin Irrit. 2: Calculation method
STOT RE 2: Calculation method
Repr. 2: Calculation method
STOT SE 2: Calculation method
Asp. Tox. 1: Calculation method
Flam. Liq. 2: Calculation method (2.6.4.3)

Advice related to training:

Training is recommended in order to prevent industrial risks for staff using this product and to facilitate their comprehension and interpretation of this safety data sheet, as well as the label on the product.

Principal bibliographical sources:

<http://echa.europa.eu>
<http://eur-lex.europa.eu>

Abbreviations and acronyms:

ADR: European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road
IMDG: International maritime dangerous goods code
IATA: International Air Transport Association
ICAO: International Civil Aviation Organisation
COD: Chemical Oxygen Demand
BOD5: 5day biochemical oxygen demand
BCF: Bioconcentration factor
LD50: Lethal Dose 50
LC50: Lethal Concentration 50
EC50: Effective concentration 50
LogPOW: Octanolwater partition coefficient
Koc: Partition coefficient of organic carbon
UFI: unique formula identifier
IARC: International Agency for Research on Cancer

STARDUSTCOLORS SAS
 ZA de TESAN PLAN SUD
 189, rue Jean Tirole
 30126 ST LAURENT DES ARBRES
 France
 Email : info@stardustcolors.com



PHOTOLUMINESCENT ROAD MARKING PAINT SYSTEM

1 - WHITE BASECOAT - ST1041

2 - PHOTOLUMINESCENT COAT – PH101

1 - WHITE BASECOAT ST1041			
DENSITY : 1,65 kg / L COVERAGE 1 kg = 2-3m ² (± 20%)		Available packagings : <ul style="list-style-type: none"> • 1 kg tin • 25 kg tin (8 € / kg) • 200 kg (8 x 25kg tin) (6,5 € / kg) • 750 kg (pallet 30 x 25kg tin) (5,8 € / kg) • tank on pallet 1000kg (5,5 € / kg) 	
Packaging (kg)	25	200	750
Price (€)	200	1300	4350
Price per Kg	8	6,5	5,8
Rendement m ² (± 20%)	75	500	2500
Cost per m ² (€)	2.67	2,6	1,74
Linear yield (m) width 15cm (± 20%)	375	2500	12500
Cost per meter	0,53	0,52	0,35
Linear yield (m) width 30cm (± 20%)	187,5	1250	6250
Cost per meter	1,07	1,04	0,7

* Linear yield: includes an over-consumption of 15% compared to the yield in m²

** The width is 15cm on ordinary roads and 30cm on highways.

STARDUSTCOLORS SAS

ZA de TESAN PLAN SUD
 189, rue Jean Tirole
 30126 ST LAURENT DES ARBRES
 France
 Email : info@stardustcolors.com



PHOTOLUMINESCENT ROAD MARKING PAINT SYSTEM

1 - WHITE BASECOAT - ST1041

2 - PHOTOLUMINESCENT COAT – PH101

PHOTOLUMINESCENT COAT PH1041			
DENSITY : 1,30 kg / L		Available packagings :	
COVERAGE 1 kg = 2,75 sqm ² (Class C)		• 1,33 kg kit (100 € / kit)	
COVERAGE 1 kg = 2 sqm ² (Class D)		• 6,65 kg kit (450 € / kit)	
		• 26,6 kg kit (1500 € / kit)	
		• 266 kg kit (12000 € / kit)	
		• 532 kg kit (pallet) (20000 € / kit)	
Packaging (kg)	26,6	266	532
Price (€)	1500	12000	20000
Price per Kg	56,39	45,11	37,59
Rendement m ² (± 20%) Class (2,75m ² /kg)	73,15	731,5	1463
Cost per m ² (€)	20,51	16,4	13,67
Linear yield (m) width 15cm (± 20%) Class C	365,75	3657,5	7315
Cost per meter	4,1	3,28	2,73
Linear yield (m) width 30cm (± 20%)	182,88	1828,75	3657,5
Cost per meter (€)	6,84	5,47	4,56

* Linear yield: includes an over-consumption of 15% compared to the yield in m²

** The width is 15cm on ordinary roads and 30cm on highways

4.2.1. Ficha técnica pintura fluorescente



LA CARRETERA FOTOLUMINISCENTE



PINTURA ACRÍLICA

Pintura acrílica fotoluminiscente para señalización de carreteras, bicicletas, peatones, aparcamientos y almacenes. Curado rápido, resistencia a la intemperie y excelente durabilidad gracias al

alto porcentaje de resina acrílica en la formulación. Producto entregado en 2 componentes (base y pigmento). Segunda capa del sistema fotoluminiscente vial. Para aplicar sobre pintura blanca carretera ST1041.



REFERENCIAS
FOTOLUMINISCENTE : PH1041
CAPA INTERNA BLANCA : ST1041

RENDIR
EN M² : 1 LITRO = 1,75 M² - 2,5 M²*
LINEAL (ANCHO 10CM) :
1 LITRO = 17,5 M - 25 M

SOLICITUD :
RODILLO, PISTOLA ROCIADORA,
MÁQUINA DE PINTURA EN TIRAS



CARACTERÍSTICAS	
Densidad del producto mixto listo para usar	UNE 48098 1,30 g/cm ³ ± 0,010
Color :	incoloro - verdoso
No volátil :	UNE EN 12802 70% ± 5
Consistencia KREBS-STORMER :	UNE 48076 88 ± 10 KU
Secado a 20°C :	UNE 135202 10 minutos
Resistencia al sangrado :	UNE EN 1871 B< 0,05
Cobertura :	Semitransparente
Envejecimiento artificial acelerado :	UNE En 1871 (168 H.) Sin modificaciones
Resistencia alcalina	UNE EN 1871 Apropiado, sin defectos
FOTOLUMINISCENCIA	Clases de luminancia según ISO 17398
norma DIN 67510	
100µm seg	CLASE C (10 min : 140* / 60 min : 20*)
150µm seg	CLASE D (10 min : 260* / 60 min : 35*)

*Luminosidad en mcd/m²





Para más información, visita nuestra página web: www.norle-anrl-flakee.com



4.3. LOS PIGMENTOS FLUORESCENTES

Estos están disponibles en unos doce colores, envasados en bolsas de 1 kg a 25 kg. Son polvos de colores muy concentrados, sin peligro y bastante fáciles de incorporar en plásticos, pinturas u otros productos. Estos pigmentos son totalmente compatibles en fase acuosa o disuelta. No es necesario triturarlos; preferentemente, se mezclan por agitación en cualquier base transparente. Los pigmentos, a diferencia de los colorantes, son partículas muy finas (menos de 15 μm) e insolubles.

Los colorantes son productos más específicos, los cuales tienen la particularidad de disolverse instantáneamente y totalmente en ciertos solventes únicamente. Dejan así aparecer un color perfectamente translúcido de gran pureza.



9FG - Jaune Fluo Trans.

Fig. 11. Pigmentos Fluorescentes.

Fuente: <https://www.pinturafosforescente.es>

Los pigmentos fluorescentes son polvos colorantes fáciles de utilizar con múltiples aplicaciones industriales, cuya incorporación se hace en un 3 % a 8 % en peso.

4.3.1. Descripción general

El grado DT ofrece colores intensos y brillantes, con un excelente poder de dispersión. Los colores no contienen formaldehído, ni metales pesados, ni otras sustancias peligrosas. Los pigmentos de grado DT soportan hasta 280°C (algunos colores hasta 300°C).

4.3.2. Características principales

Varían según los grados

4.3.3. Temperaturas

Temperatura de utilización, máx.: 190–280°C

Temperatura de descomposición: 300°C

Masa volúmica: 1,20 g/cm³

Punto de ablandamiento: 130°C

Granulometría media: 30 µm máx.

Poder de absorción de los aceites: 56 g/100 g

La temperatura máxima es indicativa; no es necesario mantenerla durante mucho tiempo.

4.3.4. Aplicación

Impresión en papeles, telas, grabado tipo A, pinturas, serigrafía, seda, PVC, organosoles, plastisoles, termoformado e inyección plástica.

4.3.5. Colores disponibles

FDR19 BLANCO

FDR27 ROSA

FDR24 ROJO

FDR23 NARANJA

FDR18 AMARILLO-NARANJA

FDR20 AMARILLO

FDR21 VERDE

FDR39 AZUL

FDR40 PÚRPURA

FDR28 MAGENTA

FDR25 ROJO ESCARLATA

9FG TRANSPARENTE AMARILLO FLUO (Este es el utilizado para demarcación vial).

4.3.6. Acondicionamiento

Sacos de 100 g, 1 kg o botes de 10 kg.

Ollas de 10 kg disponibles bajo petición por correo electrónico.

Atención, dosificación especial para el Pigmento 9FG: 0,5 % a 1 % en peso.

4.3.7. Pigmento fluorescente cosmético sin ftalatos

Ofrecemos alrededor de diez colores de pigmentos fluorescentes para la industria cosmética.

Cada color puede aprobarse previa solicitud.

Los pigmentos fluorescentes cosméticos se pueden entregar en bolsas de 1 kg o 20 kg.

Estos pigmentos se pueden utilizar para todas las preparaciones en contacto con las uñas o la piel.

Los pigmentos de grado cosmético se controlan por su contenido de metales pesados y ftalatos, entre otros.

Prueba de laboratorio SGS - para nuestros pigmentos fluorescentes (ROSE KT-FDR27)

RN23-07460.001 del 18/07/2023 - Cosméticos y productos de cuidado personal.

Conclusión del informe de prueba:

- No se detectaron ftalatos más allá de los límites de cuantificación.
- El bario y el cromo se cuantificaron más allá de los límites de cuantificación.

Marco legislativo y normativa europea:

Los dos estándares en los que se basan las pruebas de nuestros pigmentos fluorescentes son:

→ FD ISO/TR 17276 (julio de 2014) Cosméticos – Enfoque analítico de métodos para la detección y cuantificación de metales pesados en cosméticos

→ NF EN 16521 (julio de 2014) Cosméticos – Métodos analíticos – Método GC-MS para la identificación y análisis de 12 ftalatos en muestras de productos cosméticos listos para ser inyectados en un sistema analítico.

Estas normas indicadas anteriormente no establecen valores umbral; son normas que indican métodos analíticos para el análisis de metales pesados y ftalatos.

No hay criterios/valores umbral.

4.4. PAÍSES EN DONDE SE ESTÁ IMPLEMENTANDO PINTURAS FOSFORESCENTES

4.4.1. Australia

Uno de los países que se está preocupando y ocupando por reducir los accidentes de tráfico es Australia. En este país, existe un objetivo común que es responsabilidad de toda la sociedad, desde los conductores hasta las autoridades. Las pruebas de

seguridad en los automóviles son cada vez más estrictas, y los fabricantes mejoran constantemente las dotaciones de seguridad activa y pasiva de sus nuevos modelos.

Con el objetivo de elevar la seguridad vial de las calles y carreteras, el gobierno del Estado de Victoria en Australia lanzó un programa para empezar a utilizar pintura fluorescente en sus carreteras, concretamente en las líneas o carreteras de asfalto.



Fig. 12. Marcas viales fluorescentes que se prueban en Australia.

Fuente: <https://www.lavanguardia.com>

La pintura utilizada en las carreteras de todo el mundo tiene alta visibilidad y microesferas de vidrio retroreflectoras que permiten distinguir los límites de la calzada. Sin embargo, en muchas ocasiones, este efecto se pierde en condiciones de baja luz. No solo se necesita una buena iluminación en los costados de la carretera, sino también accesorios reflectivos.

Con esta nueva pintura, al tener un brillo originado por la fluorescencia (fenómeno mediante el cual algunos productos o sustancias emiten energía en forma de luz una vez se les irradia con luz ultravioleta), las rayas del asfalto permitirán que los conductores vean mejor el camino y, al mismo tiempo, mejorará significativamente su tiempo de reacción.



Fig. 13. Marcas viales fluorescentes.

Fuente: <https://news.motoreto.com>

La reflectividad de esta pintura se consigue agregando perlas de vidrio más gruesas y termoplástico a la pintura de señalización vial convencional. Esto le confiere a la señal un brillo que parte de la fluorescencia.

Además del uso vial, la empresa que desarrolla esta pintura fotoluminiscente y termoplástica afirma que también es un excelente producto para aceras, ciclovías, rampas y muchas otras aplicaciones.

¿Cómo se logra que las marcas viales tengan reflectividad? La empresa desarrolladora de la pintura explica que solo es necesario agregar perlas de vidrio más gruesas y termoplástico a la pintura de señalización vial convencional.

Este no será el único cambio que se realice. Se está empezando a introducir iluminación LED en las aceras cerca de las intersecciones, mientras se sustituyen las señales por un nuevo tipo de señales reflectantes.

Otro elemento será la pavimentación táctil LED, que cambiará de verde a rojo con los semáforos para mejorar la visibilidad de los peatones. Además, se incluirán señales de alta reflectividad, que permitirán que las marcas sean más definidas y más fáciles de seguir por los automovilistas.

Cada vez más países se están uniendo a esta iniciativa. Por ejemplo, el gobierno australiano ha destinado 4 millones de dólares para la puesta en marcha de este proyecto, con el objetivo de alcanzar cero víctimas mortales en accidentes de tráfico.

Estas marcas viales fluorescentes son a base de pinturas fluorescentes, las líneas que brillan en la oscuridad para salvar vidas. Se está evaluando el funcionamiento de esta interesante medida que mejora la visibilidad del trazado durante la noche.

Sin embargo, las carreteras no evolucionan al mismo ritmo, y las mejoras significativas en los últimos años son escasas. En España, los datos son especialmente preocupantes en las carreteras convencionales, aquellas con doble sentido de circulación y sin separación física. Estas son las más peligrosas, ya que en ellas se registran la mayoría de los siniestros mortales: 7 de cada 10 fallecidos según los datos del pasado verano.

La mala visibilidad es uno de los factores que incide en muchos de estos incidentes. Según la Dirección General de Tráfico, aunque se registran más accidentes durante el día, por la noche aumenta la tasa de mortalidad. Según las cifras proporcionadas por Tráfico, el 30 % de los accidentes con víctimas en 2019 se produjeron durante la noche, al amanecer o al atardecer, aunque representaron casi el 40 % de los fallecidos.

Uno de los peligros habituales es la escasa (o nula) iluminación de las vías, así como el desgaste de las marcas viales en el asfalto, lo que impide anticiparse al recorrido de la carretera. No obstante, podría haber una solución para este problema: utilizar pintura fotoluminiscente para que las líneas sean más visibles. Algo que ya se ha probado en el pasado, tanto en vías como en coches.

Por el momento, este recurso no se está utilizando en España, pero sí en Australia. Allí, el gobierno del estado de Victoria invirtió 4 millones de dólares en el desarrollo de proyectos para potenciar ideas innovadoras que mejoren la delimitación de las zonas de uso de la vía para conductores y peatones. De entre todas las propuestas implementadas en 70 zonas distintas de la región, una se ha hecho viral en las redes sociales.

Se trata de la propuesta de la empresa Tarmac Linemarking, que ha sido elaborada junto a la compañía OmniGrip. Consiste en la aplicación de un tratamiento especial a las marcas viales para que sean más visibles durante la noche. Esto resulta especialmente útil en zonas con curvas pronunciadas o intersecciones, sobre todo para aquellos conductores que circulan por tramos desconocidos y con poca visibilidad.

La prueba se realizó en una sección de apenas un kilómetro en una zona rural, pero permite evaluar sus consecuencias en situaciones de tráfico real. El revestimiento adherido a las líneas absorbe y almacena la luz durante el día, y cuando llega la noche, emite esa luz verde fluorescente tan llamativa. Esto se explica por la fotoluminiscencia, una propiedad de algunos materiales, como esta pintura, que se utiliza en muchos objetos, como en juguetes o en las agujas de algunos relojes.

El éxito de la propuesta está siendo indiscutible. John Emamuelli, responsable de la compañía que impulsa esta iniciativa, declaró recientemente al digital New.com.au que desde que se publicaron las fotos no han dejado de recibir solicitudes de entidades y ayuntamientos interesados en iluminar sus carreteras con este producto.

4.4.2. Holanda

Gracias a una pintura luminiscente especial para marcas viales, se podrá ahorrar en energía eléctrica, se mejorará la iluminación vial y, por tanto, se reducirá el riesgo de accidente. La carretera holandesa N329 es la primera en recibir las nuevas marcas viales pintadas con pintura luminiscente; a esta le seguirán muchas otras.

Una carretera con señalización vial que brilla en la oscuridad; se trata de la primera carretera inteligente y sostenible que se ha inaugurado en Holanda, proyecto que se ha llevado a cabo por la firma de diseño Studio Roosegaarde y la constructora especializada en infraestructuras Heijmans.

Esta carretera inteligente está pintada con una pintura luminiscente que aprovecha la luz solar y es capaz de retener la energía solar para proporcionar iluminación durante toda la noche (se calcula unas ocho horas). Las nuevas marcas viales se han colocado en la carretera N329, situada en la localidad holandesa de Oss, pero este es solo un primer paso: se planea lanzar la pintura inteligente a nivel nacional e internacional. La idea es sustituir gradualmente las marcas viales pintadas con pintura convencional por el nuevo tipo de pintura.

Se persigue que las carreteras aporten un valor añadido, que sean más sostenibles e interactivas, donde la energía lumínica se adapte automáticamente a la situación medioambiental y al tráfico. El proyecto, llevado a cabo conjuntamente por las dos empresas mencionadas, tiene como objetivo común la innovación, y gracias a esta pintura inteligente han logrado ser galardonadas con el premio de diseño holandés Accenture Innovation Award; también han conseguido alzarse con el INDEX Award 2013.

Con la nueva pintura se logrará mejorar la seguridad, ya que se aumenta la visibilidad en las carreteras de forma significativa. En el vídeo podéis ver que la iluminación se aprecia a gran distancia; no se puede comparar con la pintura convencional actual, que, dependiendo de su degradación, en algunas zonas es difícil de apreciar. Con este tipo

de carreteras se va a obtener un ahorro energético considerable, ya que no será necesario utilizar alumbrado eléctrico para iluminar las carreteras.

Ambas empresas anuncian, además, el lanzamiento de nuevos tipos de pintura que reaccionan ante las condiciones climatológicas: Dynamic Paint, Interactive Light, Induction Priority Lane y Road Printer. Estas variedades ofrecen diferentes tipos de iluminación según las condiciones de tráfico, temperatura, lluvia, etc. Sin duda, es un gran avance; ya veremos cuánto tarda esta pintura en llegar a nuestro país. Podéis conocer más detalles de la noticia a través de este artículo publicado por la empresa Studio Roosegaarde.

4.5. DEMARCACIÓN FLUORESCENTE EN CARRETERA

Las líneas fluorescentes en carreteras son una tecnología relativamente nueva que se utiliza para mejorar la visibilidad y la seguridad vial. Estas líneas se pintan utilizando materiales que contienen pigmentos fluorescentes, los cuales tienen la capacidad de emitir luz visible cuando son expuestos a la luz ultravioleta. Aquí se deja un resumen de sus principales características y beneficios:

4.5.1. Características de las líneas fluorescentes en carreteras:

4.5.1.1. Visibilidad mejorada.

Las líneas fluorescentes son mucho más visibles en condiciones de poca luz, como durante la noche o en días nublados. También son más fáciles de ver en condiciones meteorológicas adversas, como la lluvia o la niebla.

4.5.1.2. Seguridad vial.

Al ser más visibles, estas líneas ayudan a los conductores a mantener su pista de circulación y a detectar mejor las señales de tránsito y los límites de la vía, lo que reduce el riesgo de siniestros viales.

4.5.1.3. Durabilidad.

Los materiales utilizados en las líneas fluorescentes suelen ser más duraderos que los de las pinturas convencionales, resistiendo mejor el desgaste causado por el tránsito y las condiciones climáticas.

4.5.1.4. Mantenimiento.

Aunque el costo inicial de aplicación puede ser mayor, la durabilidad y la menor necesidad de mantenimiento pueden hacer que estas líneas sean más económicas a largo plazo.

4.6. BENEFICIOS DE LA PINTURA FLUORESCENTE

4.6.1. Reducción de siniestros viales

Al mejorar la visibilidad de las señales de tránsito y los límites de la carretera, se reduce la probabilidad de siniestros viales, especialmente en condiciones de baja visibilidad.

4.6.2. Mejora en la navegación

Los conductores pueden seguir las rutas más fácilmente y con mayor confianza, lo que facilita la navegación en carreteras desconocidas o en condiciones adversas.

4.6.3. Seguridad para peatones y ciclistas

Las líneas fluorescentes no solo benefician a los conductores, sino también a los peatones y ciclistas, al hacer las rutas más visibles y seguras para todos los usuarios de la carretera.



Fig. 14. Líneas fluorescentes.

Fuente: <https://www.transitovial.cl>

4.7. APLICACIONES COMUNES

4.7.1. Autopistas y carreteras principales

Se utilizan comúnmente en autopistas y carreteras con alto tráfico para mejorar la seguridad y la visibilidad.

4.7.2. Zonas escolares y urbanas

En áreas donde la seguridad de los peatones es importante, como zonas escolares y urbanas, las líneas fluorescentes ayudan a mejorar la seguridad vial.

4.7.3. Cruces e intersecciones

En cruces e intersecciones, donde el riesgo de accidentes es mayor, las líneas fluorescentes pueden ayudar a guiar a los conductores y reducir la probabilidad de colisiones.

4.8. CONSIDERACIONES PARA SU IMPLEMENTACIÓN

4.8.1. Costo

La implementación de líneas fluorescentes puede ser más costosa que la de líneas de pintura convencional, por lo que es importante considerar el presupuesto y los beneficios a largo plazo.

4.8.2. Regulación y normativa

Es necesario asegurarse de que el uso de líneas fluorescentes cumpla con las regulaciones y normativas locales de tráfico y seguridad vial.

Las líneas fluorescentes en carreteras son una herramienta eficaz para mejorar la seguridad y la visibilidad en la vía pública, con beneficios tanto para conductores como para peatones y ciclistas.

4.9. LA PINTURA FLUORESCENTE ES LA NUEVA SOLUCIÓN PARA ELEVAR LA SEGURIDAD EN LAS CARRETERAS

Esta pintura permite una mayor visibilidad del camino en la noche. Con el objetivo de elevar la seguridad vial de las calles y carreteras, el gobierno del Estado de Victoria, en

Australia, ha lanzado un programa para pintar las líneas del asfalto en color fluorescente.

Al tener un brillo originado por la fluorescencia, fenómeno en el cual ciertas sustancias tienen la propiedad de absorber energía y almacenarla para emitirla posteriormente en forma de radiación, las rayas del asfalto harán que los conductores vean mejor el camino y, al mismo tiempo, mejorará significativamente su tiempo de reacción.

Además del uso vial, la empresa desarrolladora de esta pintura fotoluminiscente termoplástica afirma que la tecnología es un excelente producto para aceras, ciclovías, rampas y muchas otras aplicaciones.

Para lograr que las marcas viales tengan reflectividad, la empresa desarrolladora de esta pintura se dio a la tarea de agregar perlas de vidrio más gruesas y termoplástico a la pintura de señalización vial.

Las carreteras podrían volverse más seguras durante la noche gracias a una innovación australiana: las líneas fluorescentes. Este sistema utiliza pintura luminiscente para marcar el pavimento, facilitando la visibilidad en condiciones de poca luz.

La clave está en la luz solar. Durante el día, la pintura absorbe energía solar y, al caer la noche, emite un brillo que puede durar hasta diez horas. Esta tecnología ha comenzado a implementarse en varios países. Malasia es uno de los últimos en unirse a esta tendencia, con un tramo piloto de tres kilómetros de longitud. Aunque es corto, se espera que su éxito impulse su adopción en más regiones.

Otros países como Australia y Holanda también han apostado por esta solución. A diferencia de otros métodos de iluminación, las líneas fluorescentes funcionan independientemente del clima, lo que las hace útiles en situaciones de lluvia o niebla.

Sin embargo, la pintura fluorescente tiene un alto costo. Mientras que un kilo de pintura blanca para carretera cuesta alrededor de 30 euros, el precio de la pintura fluorescente asciende a 120 euros. Este costo elevado ha limitado su adopción en muchos lugares, a pesar de sus beneficios.

La empresa australiana Tarmac Linemarking, creadora de esta pintura, asegura que las líneas mantienen su brillo durante la mayor parte de la noche, aunque su intensidad puede variar. No obstante, la tecnología ofrece una prometedora solución para reducir accidentes nocturnos, especialmente en tramos de carretera con poca o ninguna iluminación.

La oscuridad ya no es una amenaza inminente en nuestras rutas gracias a un avance notable en la seguridad vial: las marcaciones fluorescentes. Este concepto, lejos de ser una simple tendencia, se ha convertido en una solución práctica y efectiva para prevenir incidentes de tránsito durante la noche, salvando innumerables vidas. Pero ¿qué hace a estas marcaciones tan distintivas y eficaces para combatir los peligros nocturnos?

Visualicemos un trayecto nocturno transformado por una senda resplandeciente que se extiende frente a nosotros, marcando el camino con una claridad excepcional. Este escenario, más propio de narrativas futuristas, es una realidad en crecimiento gracias a una propuesta de seguridad vial originaria de Australia, que está ganando terreno a nivel global.

El secreto detrás de este sistema radica en una pintura termoplástica fluorescente, diseñada para absorber luz ultravioleta durante el día y liberarla en forma de luminiscencia durante la noche, a través de un proceso conocido como fotoluminiscencia. Esta innovación ofrece una mejora significativa en la visibilidad para conductores, siendo de especial beneficio para quienes viajan en moto, otorgándoles una mayor seguridad al transitar por vías poco iluminadas.

4.10. PERSPECTIVAS LUMINOSAS PARA LA SEGURIDAD EN CARRETERAS

Las marcaciones fluorescentes no solo se proponen como una herramienta para iluminar nuestras vías, sino como un cambio paradigmático en la búsqueda de soluciones innovadoras que mejoren la seguridad vial y enriquezcan la experiencia de conducir de noche. Aunque existen obstáculos, especialmente de índole financiera, el potencial de esta tecnología para prevenir accidentes y salvar vidas es incuestionable.

La compañía australiana Tarmac Linemarking, pionera en este tipo de pintura, afirma que sus marcaciones pueden mantenerse luminosas durante “la mayor parte de la noche”, aunque la intensidad varíe. Esto resulta de gran utilidad para los conductores nocturnos, brindándoles un aliado valioso en sus desplazamientos por rutas oscuras y peligrosas.

4.11. DESAFÍOS Y SOLUCIONES EN LA IMPLEMENTACIÓN

El principal escollo para la adopción masiva de esta tecnología es su costo. Comparativamente, un litro de pintura vial convencional puede costar alrededor de 30 euros, mientras que su homólogo fluorescente asciende a 120 euros. Este factor económico representa un desafío notable para su implementación a gran escala.

A pesar de ello, naciones como Malasia, Australia y Holanda han dado pasos significativos al incorporar secciones de prueba en sus redes viales, demostrando que el valor agregado en seguridad podría justificar el desembolso inicial. Por ejemplo, en Malasia se ha desarrollado un proyecto piloto que abarca tres kilómetros, sentando las bases para una posible expansión futura de esta tecnología.

4.12. PINTURA FLUORESCENTE ECOLÓGICA

Entre las pinturas fluorescentes podemos mencionar la siguiente:

Glowing Lines: iluminación más ecológica para carreteras. Glowing Lines utiliza una pintura fotoluminiscente para marcar las orillas del camino y es el primero de cinco conceptos realizados por el diseñador alemán Daan Roosegaarde.

El proyecto de una carretera inteligente está pensado para hacer más seguros los caminos mientras se ahorra dinero y energía.

Desarrollada con infraestructura de la firma Heijmans, la pintura absorbe la energía solar durante el día y después brilla durante la noche. «Aquí el paisaje se vuelve una experiencia de luz e información», dice el estudio Roosegaarde en un comunicado. «Como resultado, esto incrementa la visibilidad y la seguridad».

Las líneas se instalaron recientemente en la carretera N329 en Oss, bajo la iniciativa «Caminos del futuro». Tres líneas verdes brillantes corren a lo largo de cada lado de la autopista y se iluminan en las horas nocturnas. Roosegaarde describió la conducción a lo largo del tramo de carretera en la noche como «ir a través de un cuento de hadas».

El proyecto fue anunciado por primera vez en la Dutch Design Week 2012 y ha sufrido una serie de pruebas para medir la durabilidad y la experiencia del usuario. También fue presentado por Roosegaarde en la conferencia de Diseño Indaba en Ciudad del Cabo en 2013 y ese mismo año recibió el premio INDEX.

En los próximos meses, el diseñador tiene como objetivo poner en marcha la siguiente etapa del proyecto: una ruta de bicicleta de emisión de luz diseñada como una interpretación contemporánea de la pintura del artista holandés Vincent van Gogh, Noche estrellada.

Otras propuestas de Carretera Inteligente de Roosegaarde incluyen pinturas de temperatura reactiva que indican a los conductores cuando las carreteras están heladas y lámparas interactivas que se encienden cuando los vehículos pasan cerca.

Glowing Lines puede brillar durante ocho horas durante la noche. Así, el paisaje se convierte en una experiencia natural y poética. Los nuevos diseños que se incluirán en las Carreteras Inteligentes son Dynamic Paint, Interactive Light, Induction Priority Lane y Road Printer. La meta es hacer caminos que sean más sustentables e interactivos con el uso de la luz, la energía y las señales viales que automáticamente se adaptan a la situación del tránsito.

La colaboración entre Roosegaarde y Heijmans es un ejemplo de innovación. El diseño interactivo de Roosegaarde y la artesanía de Heijmans se funden en un objetivo común: la innovación dentro del paisaje holandés.

4.13. CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA REFLECTANTE Y SU ÁMBITO DE APLICACIÓN

Un tipo especial de revestimiento que tiene usos tanto prácticos como decorativos es la pintura reflectante. Contiene pigmentos únicos que reflejan la luz, aumentando la visibilidad de la superficie, especialmente en zonas poco iluminadas. Como puede mejorar la visibilidad y la seguridad, esta pintura se utiliza habitualmente y es un componente esencial en muchas industrias.

La composición de la pintura reflectante es una de sus principales características. Se suelen utilizar perlas de vidrio y otros materiales reflectantes para reflejar la luz hacia la fuente. Por ello, es muy eficaz en carreteras, señales y automóviles. También ayuda a prevenir accidentes al aumentar la visibilidad de peatones y conductores.

La pintura reflectante se utiliza con fines artísticos y decorativos, además de los relacionados con la seguridad. Los diseñadores y artistas la utilizan para producir efectos visuales llamativos que cambian con la luz, dando más movimiento a sus creaciones. Su capacidad para aplicarse en diversas superficies, como hormigón, metal y madera, la convierte en una opción adaptable a una amplia gama de proyectos.

En el sector industrial, la pintura reflectante es esencial para señalar equipos y zonas peligrosas. Se utiliza en fábricas y almacenes para llamar la atención sobre escalones, bordes y obstáculos, de modo que los trabajadores puedan desplazarse con seguridad incluso con poca luz. Esto mejora la eficacia operativa general, además de reducir los accidentes laborales.

En el deporte y el ocio también se utiliza mucho la pintura reflectante. Se emplea frecuentemente en campos de atletismo, pistas de atletismo y carriles bici para crear líneas de delimitación claras y fáciles de ver en condiciones meteorológicas adversas o de noche. Los participantes pueden realizar actividades más seguras y placenteras gracias a ella.

En general, la pintura reflectante es una herramienta muy útil en muchos campos diferentes debido a su adaptabilidad y sus ventajas de seguridad. Las cualidades especiales y la variedad de usos de la pintura reflectante siguen demostrando su valor, ya sea para mejorar la seguridad del tráfico, producir obras de arte llamativas o garantizar la seguridad en el lugar de trabajo.

4.13.1. Ámbitos de aplicación

El tipo de pintura más común es la reflectante en aerosol. Cualquier superficie puede pintarse con una composición de este tipo. Este tipo de aplicación puede abordarse con rapidez y no requiere ninguna habilidad especial. Otra ventaja es que la pintura en aerosol puede utilizarse inmediatamente después de adquirirla.

Los compuestos luminosos se utilizan para resolver una amplia gama de necesidades:

- Aplicación de la marca en el coche.
- Pintura de cascos para ciclistas y motoristas.
- Creación de marcas en empresas.
- Decoración de fachadas.
- Señalización en carreteras y superficies viales.

La popularidad de las pinturas de este grupo aumenta con el incremento del número de coches en circulación. Todos los usuarios de las carreteras pueden sentirse seguros al circular por ellas a cualquier hora del día gracias a su composición reflectante.



Fig. 15. Líneas fluorescentes Reflectantes.

Fuente: <https://design-estet.com>

4.14. VARIEDADES DE PINTURAS

Actualmente existen muchas variedades de colores con reflejo de luz, y cada producto manufacturado tiene unas circunstancias de funcionamiento únicas:

Pintura luminiscente. Cuando está oscuro, dichos compuestos empiezan a reflejar una luz suave. Al mismo tiempo, no es necesaria una exposición adicional a la radiación ultravioleta. El fósforo, como parte de tales colores, permite ahorrar energía a lo largo del día, que luego emite en forma de un agradable resplandor. Esto significa que el revestimiento reflectante funciona de modo autónomo.

Pintura fluorescente. Este tipo de pintura funciona de forma diferente: el revestimiento solo da brillo cuando inciden sobre él los rayos del sol o la luz artificial. Este efecto puede observarse en la carretera en la oscuridad, donde, al incidir los faros, las señales de tráfico y los carteles empiezan a brillar. Además, se pueden utilizar tintes fluorescentes para la ropa; por ejemplo, se pinta la ropa de trabajo de los trabajadores de diferentes ámbitos.

4.15. PINTURA PARA DEMARCACIÓN VIAL ECOLÓGICA

Producto elaborado a base de emulsión acrílica modificada, amigable con el medio ambiente por su bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles (V.O.C.) y por no usar pigmentos a base de plomo ni cromatos resistentes a la luz e intemperie.

4.15.1. Tipo

Emulsión acrílica modificada.

4.15.2. Usos y recomendaciones

Se emplea para la demarcación y señalización de carreteras, autopistas, pistas de aeropuertos, calles, parqueos, pisos de fábricas, almacenes y bodegas.

4.15.3. Presentaciones


Envase de plástico de 1 gl (3,785 l).



Fig. 16. Líneas fluorescentes Reflectantes.

Fuente: <https://www.anypsa.com>

4.15.4. Ficha técnica

	Ver.07	HOJA TÉCNICA	Código: F-39 Fecha: 02/01/2023
---	--------	---------------------	---

TRÁFICO ECOLÓGICO

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

PRODUCTO

Producto elaborado a base de emulsión acrílica modificada, amigable con el medio ambiente por su bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles (V.O.C) y por no usar pigmentos a base de plomo ni cromatos resistentes a la luz e intemperie.

TIPO

Emulsión acrílica modificada.

USOS Y RECOMENDACIONES

Se emplea para la demarcación y señalización de carreteras, autopistas, pistas de aeropuertos, calles, parques, pisos de fábricas, almacenes y bodegas.

COLORES

Blanco, amarillo, verde tenis, negro.

ACABADOS

Mate.

2. PARÁMETROS DE MEDICIÓN

SÓLIDOS POR PESO %

74 - 81

DENSIDAD (Kg/Gl)

6.90 - 7.20

VISCOSIDAD

77 - 90 KU a 25 °C, al momento de envasado.

V.O.C

40 g/L máximo.

3. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

GENERAL

Tiene excelente resistencia a la intemperie y a la abrasión producida por el tráfico vehicular y peatonal, buena retención de brillo de micro esferas retro reflectivas.

4. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

La superficie por pintar debe estar seca, libre de polvo, grasa, óxido, pintura mal adherida y todo tipo de contaminantes.

INDICACIONES SOBRE EL MEZCLADO

Previa a la aplicación homogenizar la mezcla.

DILUCIÓN

Para aplicación con:

Brocha, rodillo: Un máximo 6 % de agua potable.

Soplete: Un máximo de 10 % de agua potable.

Máquina pinta - rayas: Se aplica sin diluir.

Nota: Homogenizar completamente la mezcla del producto antes de aplicar.

5. DATOS DE APLICACIÓN

PRECAUCIONES AL APLICAR

No aplique en condiciones de alta humedad o de lluvia inminente en exteriores. No mezcle este producto con pinturas de otro tipo o marca.

MÉTODO DE APLICACIÓN

Máquina pinta - rayas: Se deberá aplicar procurando dejar el espesor seco recomendado.

Cuando se requiere dar un acabado reflectivo espolvorear sobre la película húmeda microesferas de vidrio en proporción de 3 Kg/Gl en carreteras y 4.500 Kg/Gl en aeropistas.

TIEMPO DE SECADO

Secado tacto (minutos)	: 5 -10
Secado duro (horas)	: 2 -3
No Pick up time a 7 mils (minutos)	: 10
Repintado (horas)	: 3

Espesor recomendado de película húmeda por capa

Máquina pinta - rayas : 9 - 13 mils

Espesor recomendado de película seca por capa

Máquina pinta - rayas : 7 - 10 mils

RENDIMIENTO TEÓRICO

118 - 123 metros lineales en franja de 10 cm.

Los cálculos de rendimiento no incluyen pérdidas por variación del espesor, mezclados inadecuados, aplicación inadecuada, irregularidades de la superficie o porosidad.

LIMPIEZA DEL EQUIPO

Utilice agua potable.

6. MANEJO DEL PRODUCTO

INFLAMABILIDAD

Material no inflamable.

	Ver.07	HOJA TÉCNICA	Código: F-39 Fecha: 02/01/2023
---	--------	--------------	-----------------------------------

ALMACENAMIENTO

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento por 12 meses, si se almacenan bajo techo en lugares frescos y secos, después de su uso manténgase bien cerrado y fuera del alcance de los niños.

7. PRESENTACIÓN DEL ENVASE

Envase de plástico de 1 Gl. (3,785 L.)



4.16. LA PINTURA QUE BRILLA EN LA OSCURIDAD

Esta pintura funciona acumulando la luz del sol durante el día y liberándola durante la noche.

La señalización vial, de cualquier tipo, va evolucionando a medida que se detectan nuevos retos para mantener la seguridad vial. No obstante, no solo estas nuevas necesidades son un problema para la eficacia de las señales y las marcas de las carreteras.

Las condiciones de conducción también afectan a cómo los conductores perciben las señales. Si bien las marcas pintadas en las carreteras cuentan con tratamientos reflectantes para mejorar su visión nocturna, su eficacia no siempre es la deseable.

La empresa australiana Tarmac Linemarking ha desarrollado una nueva técnica para que las líneas de la carretera sean siempre altamente visibles. Esta idea sería una solución perfecta para la falta de visibilidad en ciertas carreteras, como las zonas rurales de España. Se trata de una pintura que brilla en la oscuridad, permitiendo que los conductores vean a la perfección las marcas viales.

A la hora de implementar este sistema en las carreteras y favorecer su aplicación, Tarmac comercializa grandes rollos de este material termoplástico que emulan a los de cinta aislante. Así, solamente hay que pegarlo encima de la línea que se quiera, en vez de repintar todas las líneas viales.

4.16.1. Es efectiva, pero cara

El estado de Victoria (Australia) fue el primero en trabajar en el desarrollo de esta pintura revolucionaria. Y es que en este país hay largos tramos de carretera sin buena iluminación. La aplicación de estas nuevas líneas es muy útil en Australia, donde es habitual que haya largos tramos de carretera sin buena iluminación.

Las mejoras en materia de seguridad vial de esta pintura son claras y, de hecho, desde que se presentó hace más de dos años, no solo se ha probado en Australia. Malasia ha utilizado esta pintura reflectante en 245 metros de carretera en el distrito de Hulu Langat. En Holanda también han probado este material en sus calzadas.

Pese a la buena acogida y eficacia del proyecto en Malasia, el coste de esta pintura retroiluminada es 20 veces más elevado que el de la pintura normal, por lo que las autoridades ya han confirmado que no implementarán este novedoso sistema en el resto de su red viaria.

De hecho, en Australia, el plan de desarrollo de esta tecnología contó con una inversión gubernamental de 245 millones de dólares australianos (163 millones de euros), destinados a un programa de seguridad vial centrado en soluciones innovadoras.

4.16.2. Cómo funciona la pintura que brilla en la oscuridad

El funcionamiento de estas marcas es muy sencillo. Las líneas autoluminiscentes están revestidas del mismo material que siempre se ha usado, por ejemplo, en las decoraciones que pueden pegarse en techos y ventanas y que brillan en la oscuridad.

Este material acumula durante el día la luz del sol y, por la noche, la libera. Así, parece que las líneas se iluminan sin necesidad de luces externas.



Fig. 17. Pintura que brilla en la oscuridad.

Fuente: <https://motor.elpais.com>

La empresa fabricante las califica como “un producto excepcional para peatones y carriles de bicicleta, caminos, intersecciones y otras aplicaciones más”. Una polivalencia que destaca entre las cualidades de la invención, ya que incrementa de forma significativa la seguridad no solo para los automovilistas, sino también para el resto de los ocupantes de la vía.

4.17. PINTURAS CONVENCIONALES NACIONALES

Entre las pinturas para demarcación vial horizontal convencional que existen en el mercado nacional —y que, además, fueron utilizadas para realizar distintas pruebas de laboratorio—, para este análisis se utilizaron dos tipos: una que requiere de disolvente para su aplicación y otra que no necesita disolvente para ser aplicada. Los colores utilizados fueron el amarillo y el blanco, con el fin de poder realizar una comparativa entre ambas.

4.17.1. Muestra #1 de pintura

4.17.1.1. Pintura base de aceite amarilla.



Fig. 18. Muestra #1 Pintura.

Fuente: Propia

4.17.1.2. Pintura base de aceite (ficha técnica).



DATA TÉCNICA DE PRODUCTO

Marking Coat Oil™ VA-1392

Pintura Alquídica para Demarcación de Tráfico

Descripción:

Marking Coat Oil™ es una pintura alquídica a base de aceite para demarcación vial, e identificar líneas y señales de tránsito. Lista para usar, de secado regular y alta visibilidad para pisos.

Cumple con los Requisitos:

MPI:	#32
Green Performance 1:	N/A
Green Performance 2:	N/A
Cumplimiento COV (<150 g/L):	No
SCAQMD:	N/A
AIM & OTC:	N/A

Ventajas del Producto:

Usos:

Marking Coat Oil™ es ideal para utilizarse en superficies nuevas o existentes de concreto, asfalto, ladrillo y otras superficies pavimentadas. De conformidad a los colores especificados por el Negociado de Carreteras Públicas de los Estados Unidos. Puede ser utilizada en superficies asfálticas como canchas de tenis, rampas y estacionamientos.

Data Técnica:

Tipo de Producto:	Resina Alquídica
Acabado:	Mate (1° - 3°) *Geometría 60°
Sólidos (%):	56 ± 2% por peso 34 ± 2% por volumen
Peso/Galón:	10.2 ± 0.05 lbs. (4.8 ± 0.02 kg.)
Colors:	Blanco, Amarillo y Azul
Tiempo de Secado:	

Preparación de Superficies:

Toda la superficie debe estar seca, limpia, sana y libre de contaminantes tales como sucio, grasa, tiza, moho, aceite, óxido, agentes de curado de hormigón, eflorescencia y pintura suelta o agrietada. No es necesario utilizar bases. Elimine contaminantes lavando la superficie con un limpiador adecuado, lijando, raspando y/o utilizando una máquina de lavado a presión. No aplique en superficies húmedas o cuando la humedad sea menor a 85% o la temperatura esté por debajo de los 50 °F (10 °C). Cuando aplique sobre compuestos derivados asfálticos, la superficie debe estar curada por siete días antes de aplicar.

Método de Aplicación:

Aplique el producto generosamente con brocha, rolo o pistola. Evite pasar el rolo o brocha excesivamente o dispersar demasiado.

estén por debajo de 50 °F (10 °C). No exponga a temperaturas de congelación cuando almacene. Aplique generosamente sin sobre esparcir. Pare de pintar al menos dos horas antes de que se forme rocío o que las temperaturas descendan por debajo de 50 °F (10 °C).

Información Adicional:

Limpieza: Inmediatamente después de usar, limpie las brochas, rolos o la pistola de pintura con agua tibia y jabón.

Garantía limitada: La garantía de este producto será la reposición del importe del mismo, si este no cumpliera con nuestras especificaciones de calidad.

Precaución: Dañino si se ingiere. Contiene resinas acrílicas. En caso de contacto con los ojos enjuáguese con bastante agua y no se restriegue los ojos. En caso de contacto con la piel enjuáguese inmediatamente con agua. De ingerirse, no inducir vómito. Acudir a un médico inmediatamente. Use únicamente con ventilación adecuada. Si va a lijar o a raspar la pintura hágalo con ventilación adecuada y siempre use protección respiratoria (NIOSH/MSHA TC21C o equivalente). Se recomienda el uso de gafas de seguridad mientras esté utilizando este producto.

¡Advertencia! Si usted raspa, lija o remueve la pintura vieja, usted puede liberar polvo de plomo. El plomo es tóxico. La exposición a polvo de plomo puede causar serias enfermedades, como daño al cerebro, especialmente

4.17.1.3. Pintura base de aceite (ficha de seguridad).



Ficha de datos de seguridad
según REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481:2015

MARKING COAT™



Emisión: 02/04/2020 Versión: 1

SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

1.1 Identificador SGA del producto: MARKING COAT™

1.2 Uso recomendado del producto químico y restricciones:

Usos pertinentes: Pintura alquídica para demarcación vial e identificar líneas y señales de tránsito. Es ideal para utilizarse en superficies nuevas o existentes de concreto, asfalto, ladrillo y otras superficies pavimentadas.

Usos desaconsejados: Todo aquel uso no especificado en este epígrafe ni en el epígrafe 7.3

1.3 Datos sobre el fabricante:

Lanco & Harris Manufacturing Corporation S.A
Zona Franca Bes, lote 4, El Coyol de Alajuela
Alajuela - Costa Rica
Tfno.: +506-2438-2257 - Fax: +506-2438-4047
info@lancopaints.com
http://www.lancopaints.com

1.4 Número de teléfono para emergencias: 911. Centro Nacional de intoxicaciones: 2223-1028

SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla:

Este producto contiene menos del 1% de sílice cristalina fracción respirable, por lo que no requiere clasificación

REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481:2015:

La clasificación de este producto se ha realizado conforme el REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481:2015.

Carc. 1B: Carcinogenicidad, Categoría 1B, H350
Flam. Liq. 3: Líquidos inflamables, Categoría 3, H226
Muta. 1B: Mutagenicidad en células germinales, Categoría 1B, H340

2.2 Elementos de la etiqueta:

REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481:2015:



Ficha de datos de seguridad
según REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481:2015

MARKING COAT™



Emisión: 02/04/2020 Versión: 1

SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

3.1 Sustancias:

No aplicable

3.2 Mezclas:

Descripción química: Mezcla a base de aditivos, colorantes y resinas en disolventes

Componentes:

De acuerdo al Anexo 4.3.3 del Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA), el producto presenta:

Identificación	Nombre químico/clasificación	Concentración
CAS: 64742-47-8	Destilados (petróleo), fracción ligera tratada con hidrógeno Asp. Tox. 1: H304 - Peligro	10 - 25 %
CAS: 13463-67-7	Dioxido de titanio Carc. 2: H351 - Atención	2.5 - 10 %
CAS: 64742-88-7	Nafta disolvente (petróleo), fracción alifática intermedia Asp. Tox. 1: H304; Flam. Líq. 4: H227 - Peligro	5 - 20 %
CAS: 96-29-7	Butanona-oxima Acute Tox. 4: H312; Acute Tox. 5: H303; Carc. 2: H351; Eye Dam. 1: H318; Flam. Líq. 4: H227; Skin Sens. 1: H317 - Peligro	<1 %
CAS: 64742-82-1	Nafta (petróleo), fracción pesada hidrodesulfurada Acute Tox. 5: H313; Asp. Tox. 1: H304; Carc. 1B: H350; Muta. 1B: H340 - Peligro	<1 %

Para ampliar información sobre la peligrosidad de las sustancias consultar las secciones 11, 12 y 16.

SECCIÓN 4: PRIMEROS AUXILIOS

4.1 Descripción de los primeros auxilios:

Los síntomas como consecuencia de una intoxicación pueden presentarse con posterioridad a la exposición, por lo que, en caso de duda, exposición



SECCIÓN 5: MEDIDAS DE LUCHAS CONTRA INCENDIOS (continúa)

5.1 Medios de extinción apropiados:

Emplear preferentemente extintores de polvo polivalente (polvo ABC), alternativamente utilizar espuma física o extintores de dióxido de carbono (CO₂). NO SE RECOMIENDA emplear agua a chorro como agente de extinción.

5.2 Peligros específicos del producto químico:

Como consecuencia de la combustión o descomposición térmica se generan subproductos de reacción que pueden resultar altamente tóxicos y, consecuentemente, pueden presentar un riesgo elevado para la salud.

5.3 Medidas especiales que deben tomar los equipos de lucha contra incendios:

En función de la magnitud del incendio puede hacerse necesario el uso de ropa protectora completa y equipo de respiración autónomo. Disponer de un mínimo de instalaciones de emergencia o elementos de actuación (mantas ignífugas, botiquín portátil,...).

Disposiciones adicionales:

Actuar conforme el Plan de Emergencia Interior y las Fichas Informativas sobre actuación ante accidentes y otras emergencias. Suprimir cualquier fuente de ignición. En caso de incendio, refrigerar los recipientes y tanques de almacenamiento de productos susceptibles a inflamación, explosión o BLEVE como consecuencia de elevadas temperaturas. Evitar el vertido de los productos empleados en la extinción del incendio al medio acuático.

SECCIÓN 6: MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

6.1 Precauciones personales, equipo protector y procedimiento de emergencia:

Aislar las fugas siempre y cuando no suponga un riesgo adicional para las personas que desempeñen esta función. Evacuar la zona y mantener a las personas sin protección alejadas. Ante el contacto potencial con el producto derramado se hace obligatorio el uso de elementos de protección personal (ver sección 8). Evitar de manera prioritaria la formación de mezclas vapor-aire inflamables, ya sea mediante ventilación o el uso de un agente inertizante. Suprimir cualquier fuente de ignición. Eliminar las cargas electrostáticas mediante la interconexión de todas las superficies conductoras sobre las que se puede formar electricidad estática, y estando a su vez el conjunto conectado a tierra.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente:

Producto no clasificado como peligroso para el medioambiente. Mantener el producto alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas.

6.3 Métodos y materiales para la contención y limpieza de vertidos:



Ficha de datos de seguridad
según REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481:2015

MARKING COAT™



Emisión: 02/04/2020 Versión: 1

SECCIÓN 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO (continúa)

Se recomienda disponer de material absorbente en las proximidades del producto (ver epígrafe 6.3)

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas cualesquiera incompatibilidades:

A.- Medidas técnicas de almacenamiento

Tª mínima: 5 °C

Tª máxima: 40 °C

Tiempo máximo: 12 meses

B.- Condiciones generales de almacenamiento.

Evitar fuentes de calor, radiación, electricidad estática y el contacto con alimentos. Para información adicional ver epígrafe 10.5

7.3 Usos específicos finales:

Salvo las indicaciones ya especificadas no es preciso realizar ninguna recomendación especial en cuanto a los usos de este producto.

SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

8.1 Parámetros de control:

Sustancias cuyos valores límite de exposición profesional han de controlarse en el ambiente de trabajo:

Identificación	Valores límite ambientales	
	8-hour TWA PEL	15 mg/m ³
Dioxido de titanio CAS: 13463-67-7	Ceiling Values - TWA	

8.2 Controles técnicos apropiados:

A.- Medidas de protección individual, como equipo de protección personal (EPP)

Como medida de prevención se recomienda la utilización de equipos de protección individual básicos. Para más información sobre los equipos de protección individual (almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, clase de protección,...) consultar el folleto informativo facilitado por el fabricante del EPI. Las indicaciones contenidas en este punto se refieren al producto puro. Las medidas de protección para el producto



Emisión: 02/04/2020 Versión: 1

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS (continúa)

Viscosidad cinemática a 40 °C:	>20,5 cSt
Concentración:	No relevante *
pH:	No relevante *
Densidad de vapor a 20 °C:	No relevante *
Coefficiente de reparto n-octanol/agua a 20 °C:	No relevante *
Solubilidad en agua a 20 °C:	No relevante *
Propiedad de solubilidad:	No relevante *
Temperatura de descomposición:	No relevante *
Punto de fusión/punto de congelación:	No relevante *
Propiedades explosivas:	No relevante *
Propiedades comburentes:	No relevante *
Inflamabilidad:	
Punto de inflamación:	38 - 39 °C
Inflamabilidad (sólido, gas):	No relevante *
Temperatura de auto-inflamación:	200 °C
Límite de inflamabilidad inferior:	No determinado
Límite de inflamabilidad superior:	No determinado
Explosividad:	
Límite inferior de explosividad:	No relevante *
Límite superior de explosividad:	No relevante *
9.2 Información adicional:	
Tensión superficial a 20 °C:	No relevante *

SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

10.1 Reactividad:

No se esperan reacciones peligrosas si se cumplen las instrucciones técnicas de almacenamiento de productos químicos. Ver sección 7.

10.2 Estabilidad química:

Estable químicamente bajo las condiciones indicadas de almacenamiento, manipulación y uso.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas:

Bajo las condiciones indicadas no se esperan reacciones peligrosas que puedan producir una presión o temperaturas excesivas.

10.4 Condiciones que deben evitarse:

Aplicables para manipulación y almacenamiento a temperatura ambiente:

Choque y fricción	Contacto con el aire	Calentamiento	Luz Solar	Humedad
No aplicable	No aplicable	Riesgo de inflamación	Evitar incidencia directa	No aplicable

10.5 Materiales incompatibles:

Ácidos	Agua	Materias comburentes	Materias combustibles	Otros
Evitar ácidos fuertes	No aplicable	Evitar incidencia directa	No aplicable	Evitar álcalis o bases fuertes

10.6 Productos de descomposición peligrosos:

Ver epígrafe 10.3, 10.4 y 10.5 para conocer los productos de descomposición específicamente. En dependencia de las condiciones de descomposición, como consecuencia de la misma pueden liberarse mezclas complejas de sustancias químicas: dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono y otros compuestos orgánicos.

CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA

Emisión: 02/04/2020 Versión: 1

Página 6/11



Ficha de datos de seguridad
según REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481:2015

MARKING COAT™



Emisión: 02/04/2020 Versión: 1

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1 Información sobre las posibles vías de exposición:

No se dispone de datos experimentales del producto en sí mismo relativos a las propiedades toxicológicas

Efectos peligrosos para la salud:

En caso de exposición repetitiva, prolongada o a concentraciones superiores a las establecidas por los límites de exposición profesionales, pueden producirse efectos adversos para la salud en función de la vía de exposición:

A- Ingestión (efecto agudo):

- Toxicidad aguda: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, sin embargo, presenta sustancias clasificadas como peligrosas por ingestión. Para más información ver sección 3.
- Corrosividad/Irritabilidad: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3.

B- Inhalación (efecto agudo):

- Toxicidad aguda: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por inhalación. Para más información ver sección 3.
- Corrosividad/Irritabilidad: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, no presentando sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3.

C- Contacto con la piel y los ojos (efecto agudo):

- Contacto con la piel: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, sin embargo, presenta sustancias clasificadas como peligrosas por contacto con la piel. Para más información ver sección 3.
- Contacto con los ojos: A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación, sin embargo presenta sustancias clasificadas como peligrosas por este efecto. Para más información ver sección 3.

D- Efectos CMR (carcinogenicidad, mutagenicidad y toxicidad para la reproducción):

- Carcinogenicidad: La exposición a este producto puede causar cáncer. Para más información sobre posibles efectos específicos sobre la salud ver sección 2.
IARC: Nafta (petróleo), fracción pesada hidrodesulfurada (1); 2-butoxi-etanol (3); Dióxido de titanio (2B); Cuarzo (RCS < 1 %) (1); Nafta (petróleo), fracción pesada tratada con hidrógeno (1)
- Mutagenicidad: La exposición a este producto puede causar alteraciones genéticas. Para más información sobre posibles efectos específicos sobre la salud ver sección 2



Ficha de datos de seguridad
según REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481.2015

MARKING COAT™



Emisión: 02/04/2020 Versión: 1

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA (continúa)

Identificación	Toxicidad aguda		Género
	DL50	CL50	
Dioxido de titanio CAS: 13463-67-7	DL50 oral	10000 mg/kg	Rata
	DL50 cutánea	10000 mg/kg	Conejo
	CL50 inhalación	No relevante	
Nafta disolvente (petróleo), fracción alifática intermedia CAS: 64742-88-7	DL50 oral	5100 mg/kg	Rata
	DL50 cutánea	No relevante	
	CL50 inhalación	No relevante	
Nafta disolvente (petróleo), fracción alifática intermedia CAS: 64742-88-7	DL50 oral	5100 mg/kg	Rata
	DL50 cutánea	No relevante	
	CL50 inhalación	No relevante	
Butanona-oxima CAS: 96-29-7	DL50 oral	2100 mg/kg	Rata
	DL50 cutánea	1100 mg/kg	Rata
	CL50 inhalación	No relevante	
Nafta (petróleo), fracción pesada hidrodesulfurada CAS: 64742-82-1	DL50 oral	5100 mg/kg	Rata
	DL50 cutánea	3160 mg/kg	Conejo
	CL50 inhalación	12 mg/L (6 h)	Rata

SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOTOXICOLÓGICA

No se disponen de datos experimentales de la mezcla en sí misma relativos a las propiedades ecotoxicológicas.

12.1 Toxicidad:

Identificación	Toxicidad aguda		Especie	Género
	CL50	CE50		
Nafta disolvente (petróleo), fracción alifática intermedia CAS: 64742-88-7	CL50	800 mg/L (96 h)	Salmo gairdneri	Pez
	CE50	100 mg/L (48 h)	Daphnia magna	Crustáceo
	CE50	450 mg/L (96 h)	Selenastrum capricornutum	Alga



Ficha de datos de seguridad
según REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481:2015

MARKING COAT™



Emisión: 02/04/2020 Versión: 1

SECCIÓN 12: INFORMACIÓN ECOTOXICOLÓGICA (continúa)

Identificación	Potencial de bioacumulación	
	Nafta (petróleo), fracción pesada hidrodesulfurada CAS: 64742-82-1	BCF
	Log POW	4
	Potencial	

12.4 Movilidad en el suelo:

Identificación	Absorción/Desorción		Volatilidad	
	Butanona-oxima CAS: 96-29-7	Koc	3	Henry
	Conclusión	Muy Alto	Suelo seco	No relevante
	Tensión superficial	2,57E-2 N/m (25 °C)	Suelo húmedo	No relevante

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB:

No aplicable

12.6 Otros efectos adversos:

No descritos

SECCIÓN 13: INFORMACIÓN RELATIVA A LA ELIMINACIÓN DE LOS PRODUCTOS

13.1 Métodos de eliminación:

Gestión del residuo (eliminación y valorización):

Los desechos peligrosos están regulados por el Decreto 41527-S Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos que establece la elaboración de un Plan de Gestión Integral por parte de los generadores de residuos peligrosos. Adicionalmente se deben acatar las disposiciones que se encuentran en el "Reglamento para el manejo de los desechos peligrosos industriales N° 27001". Se prohíbe la mezcla de residuos peligrosos con ordinarios. En el caso de que el envase haya estado en contacto directo con el producto se gestionará del mismo modo que el propio producto, en caso contrario se gestionará como residuo no peligroso. Evitar la descarga de aguas residuales a cursos de agua. Ver epígrafe 6.2. y sección 8.

Disposiciones legislativas relacionadas con la gestión de residuos:



SECCIÓN 14: INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE (continúa)



14.1	Número ONU:	UN1263
14.2	Designación oficial de transporte de la ONU:	PINTURA
14.3	Clase(s) de peligro para el transporte:	3
	Etiquetas:	3
14.4	Grupo de embalaje/envasado si se aplica:	III
14.5	Riesgos ambientales:	No
14.6	Precauciones especiales para el usuario	
	Propiedades físico-químicas:	Ver epígrafe 9
14.7	Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC:	No relevante

Transporte aéreo de mercancías peligrosas:

En aplicación al IATA/OACI 2020:



14.1	Número ONU:	UN1263
14.2	Designación oficial de transporte de la ONU:	PINTURA
14.3	Clase(s) de peligro para el transporte:	3
	Etiquetas:	3
14.4	Grupo de embalaje/envasado si se aplica:	III
14.5	Riesgos ambientales:	No
14.6	Precauciones especiales para el usuario	
	Propiedades físico-químicas:	Ver epígrafe 9
14.7	Transporte a granel con arreglo al	No relevante

SECCIÓN 15: INFORMACIÓN SOBRE LA REGLAMENTACIÓN

15.1 Disposiciones específicas sobre seguridad, salud y medio ambiente para el producto de que se trate:

Disposiciones particulares en materia de protección de las personas o el medio ambiente:

Se recomienda emplear la información recopilada en esta ficha de datos de seguridad como datos de entrada en una evaluación de riesgos de las circunstancias locales con el objeto de establecer las medidas necesarias de prevención de riesgos para el manejo, utilización, almacenamiento y eliminación de este producto.

Otras legislaciones:

RTCR 478:2015 Productos químicos. Productos químicos peligrosos. Registro, importación y control.
Decreto Ejecutivo N° 40148, Declaración de interés público y promulgación de la Política Nacional de Seguridad Química.
Decreto Ejecutivo N° 28930-S "Reglamento para el manejo de productos peligrosos"
Ley N° 5395: Ley General de Salud y sus reformas
Decreto Ejecutivo N° 24715-MOPT-MEIC-S Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
Decreto Ejecutivo N° 27008-MEIC-MOPT Transporte Terrestre de Productos Peligrosos"

SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES

Legislación aplicable a fichas de datos de seguridad:

Esta ficha de datos de seguridad se ha desarrollado de acuerdo al ANEXO I del Reglamento técnico RTCR 481:2015 Productos químicos. Productos químicos peligrosos. Etiquetado y del ANEXO 4 - Guía para la elaboración de fichas de datos de seguridad (FDS) del Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA).

Textos de las frases legislativas contempladas en la sección 2:

CONTINÚA EN LA SIGUIENTE PÁGINA



Ficha de datos de seguridad
según REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481:2015

MARKING COAT™



Emisión: 02/04/2020 Versión: 1

SECCIÓN 16: OTRAS INFORMACIONES (continúa)

H340: Puede provocar defectos genéticos

H350: Puede provocar cáncer

H226: Líquido y vapores inflamables

Textos de las frases legislativas contempladas en la sección 3:

Las frases indicadas no se refieren al producto en sí, son sólo a título informativo y hacen referencia a los componentes individuales que aparecen en la sección 3

REGLAMENTO TÉCNICO RTCR 481:2015:

Acute Tox. 4: H312 - Nocivo en contacto con la piel

Acute Tox. 5: H303 - Puede ser nocivo en caso de ingestión

Acute Tox. 5: H313 - Puede ser nocivo en contacto con la piel

Asp. Tox. 1: H304 - Puede ser mortal en caso de ingestión y de penetración en las vías respiratorias

Carc. 1B: H350 - Puede provocar cáncer

Carc. 2: H351 - Susceptible de provocar cáncer

Eye Dam. 1: H318 - Provoca lesiones oculares graves

Flam. Liq. 3: H226 - Líquido y vapores inflamables

Flam. Liq. 4: H227 - Líquido combustible

Muta. 1B: H340 - Puede provocar defectos genéticos

Skin Sens. 1: H317 - Puede provocar una reacción cutánea alérgica

Consejos relativos a la formación:

Se recomienda formación mínima en materia de prevención de riesgos laborales al personal que va a manipular este producto, con la finalidad de facilitar la comprensión e interpretación de esta ficha de datos de seguridad, así como del etiquetado del producto.

Principales fuentes bibliográficas:

Ministerio de Salud de Costa Rica

Sistema Costarricense de Información Jurídica"

Abreviaturas y acrónimos:

IMDG: Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas

IATA: Asociación Internacional de Transporte Aéreo

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

DQO: Demanda Química de Oxígeno

DBO5: Demanda Biológica de Oxígeno a los 5 días

4.17.2. Muestra #2 de pintura

4.17.2.1. Pintura base de solvente amarilla.



Fig. 19. Muestra #2 Pintura Amarilla.

Fuente: Propia

4.17.2.2. Pintura base de solvente (ficha técnica).

INFORMACIÓN TÉCNICA



TRAFFIC PAINT 407

511-00407-000

DESCRIPCIÓN

TRAFFIC PAINT 407 es una pintura diseñada para el señalamiento vial, formulada sobre una base de resinas alquídicas y hule clorado, lo cual le proporciona propiedades especiales de secado y resistencia a la abrasión. Al mezclarse con microesferas de vidrio proporciona un acabado altamente reflectivo. Cumple con la Norma Federal T.T.P.115E TIPO III, equivalente a Norma Federal T.T.P. 115F TIPO I. Cumple con la Norma INTECO N°: INTE Q44-2:2021 / Enm 1: 2021

CARACTERÍSTICAS

PROPIEDADES ESPECIALES

Cubrimiento	●	●	●	●	○
Resistencia Exterior	●	●	●	●	○

PROPIEDADES FÍSICAS

DATOS

VOC (compuestos orgánicos volátiles) (g/l)	373 - 383 (*)
Sólidos por Volumen (%)	57 - 59

INFORMACIÓN TÉCNICA



TRAFFIC PAINT 407

511-00407-000

Abrasión en litros de arena/mil: AMARILLO	44
Abrasión en litros de arena/mil: NEGRO	96

Definición de rendimiento teórico: Máxima superficie que puede cubrirse con una pintura en condiciones ideales. El rendimiento práctico varía dependiendo del tipo de superficie, herramienta utilizada, experiencia del aplicador y otros factores. 1 mil = una milésima de pulgada (0,0254 mm).

* Nota: los valores son referidos al color blanco. Los demás colores pueden presentar una variación en sus datos.

**Nota: Aplicable para el color blanco 001.

PRESENTACIÓN

PRESENTACIONES DISPONIBLES

Envase metálico de 3,785 Litros = 1 Galón

Envase metálico de 18,925 Litros = Balde (Cubeta) de 5 galones

COLOR(ES) DISPONIBLE(S)

Blanco 000 Color RAL 9016

Blanco 001

Amarillo 100

Amarillo 101

Rojo D21

Azul G99

INFORMACIÓN TÉCNICA



TRAFFIC PAINT 407

511-00407-000

Preparación de superficie: En Costa Rica: Se deben seguir los lineamientos de INTE Q46:2017/Enm1:2018 _Guía de buenas prácticas para la demarcación vial horizontal.

Para garantizar su adherencia la superficie debe estar seca, limpia, libre de polvo, suciedad, grasa, manchas de aceite o cualquier otro tipo de contaminante.

La presencia de selladores en el concreto nuevo puede interferir con la adherencia, por lo que estos deben removerse con métodos abrasivos como escarificación.

Se debe eliminar todos los residuos de pintura mal adherida por medios manuales o mecánicos.

Deterioros superficiales como bacheos, huecos expuestos, "cuero de lagarto", pulverización, exudación, ahuellamientos y otros existentes en la superficie pueden reducir el tiempo de vida de la pintura de demarcación.

PREPARACIÓN DEL PRODUCTO

COMPONENTE	RELACIÓN DE MEZCLA	INSTRUCCIONES DE MEZCLA
Producto : 511-00407-000 TRAFFIC PAINT	100%	Agite bien antes de usar:

INFORMACIÓN TÉCNICA



TRAFFIC PAINT 407

511-00407-000

Brocha

Equipo airless

Pistola convencional
(gravedad o succión)

Condiciones de aplicación

No aplique el producto sobre superficies húmedas, ni cuando la humedad relativa sea mayor de 85 % o la temperatura menor de 5 °C.

Cantidad de capas y espesor

Espesor mínimo recomendado

5 - 15 mils

Espesor máximo recomendado (línea de demarcación)

Línea de demarcación: 15 mils (seco)

Otras áreas (ejemplo: parqueos): 5 - 10 mils

Tiempo de secado

Secado NO-Pickup, menor o igual a 15 minutos.

Los tiempos de secado mencionados son bajo condiciones óptimas (entre 22 - 28 °C de temperatura y 60 - 80 % de humedad relativa). Estos tiempos dependen de la temperatura, humedad, espesor de la película de pintura y dilución.

Instrucciones de aplicación

4.17.2.3. Pintura base de solvente (ficha de seguridad).

INFORMACIÓN TÉCNICA

TRAFFIC PAINT 407

511-00407-000



- El usuario de este producto puede necesitar el adecuado Equipo de Protección Personal, como se describe en la respectiva Hoja de Seguridad (MSDS), la cual está disponible en la web <http://www.gruposur.com>
- Deseche los residuos de productos o envases de acuerdo con la legislación local.
- Si necesita disponer de los envases vacíos de nuestros productos en Costa Rica, acuda a su tienda Sur Color o a nuestro complejo industrial en La Uruca, San José.

4.17.2.4. Pintura base de solvente blanca.



Fig. 20. Muestra #2 Pintura Blanca.

Fuente: Propia

4.18. COMPARATIVO DIFERENTES TIPOS DE PINTURAS NACIONALES Y EXTRANJERAS

Investigando sobre las propiedades técnicas de las pinturas fluorescentes ecoamigables o pinturas para demarcación vial disponibles en el mercado nacional, así como las pinturas fluorescentes ecoamigables en el mercado internacional, se elaboró un comparativo de sus propiedades técnicas. A continuación, se muestra el cuadro comparativo resultante:

Características técnicas	Pintura base solvente	Pintura base aceite	Pintura ecológica	Pintura fluorescente
Color	Amarillo/Blanco	Amarillo/Blanco/Azul	Amarillo/Blanco/Verde	Verde
Durabilidad	12 a 24 meses	6 a 12 meses	6 a 12 meses	6 a 8 meses
Resistencia	Muy Buena	Buena	Buena	Buena
Densidad	1,52 g/cm ³	1,27 g/cm ³	1,92 g/cm ³	1,30 g/cm ³
Reflectividad	Microesferas	Microesferas	Microesferas	Microesferas
Fluorescencia	No tiene	No tiene	No tiene	3 mcd/m ²
Emisión de COV	380 g/L	350 g/L	40 g/L	400,91 g/L
Toxicidad	Alta	Alta	Baja	Alta

Tabla 1. Comparativo diferentes tipos de pinturas.

Fuente: Propia

4.19. COMPARATIVO INTERACCIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE Y SU IMPACTO

Una vez realizada la indagación sobre el impacto ambiental de las pinturas fluorescentes ecoamigables, tomando en cuenta factores como la biodegradabilidad, la reducción de emisiones de compuestos tóxicos y compuestos orgánicos volátiles (COV).

A continuación, se muestra una tabla comparativa, en donde se muestran las características importantes en cuanto al impacto ambiental que estas pinturas tienen:

	Componentes	% Biodegradable	Emisión de COV	Toxicidad
Pintura base solvente	Dioxido de Titanio (250 mg/m ³). Nafta (100 mg/m ³). Metanol (260 mg/m ³). Xileno (221 mg/m ³). Acetato de n-butilo (241 mg/m ³). Etilbenceno (442 mg/m ³).	Dioxido de Titanio 93,48 %, Nafta 21 %, Metanol 11 %, Xileno 85,23 %, Acetato de n-butilo 83 %, Etilbenceno 79 %.	380 g/L	Alta
Pintura base aceite	Dioxido de Titanio (100 mg/m ³). Silice Cristalina (10 mg/m ³). Hidroxido de Amoniac (27 mg/m ³). Polimeros Acrilicos (20 mg/m ³).	Dioxido de Titanio 93,48 %, Silice 62 %, Hidroxido de Amoniac 32 %, Polimero Acrilico 27,5 %.	350 g/L	Alta
Pintura ecológica	Dioxido de Titanio (10 mg/m ³). Carbonato de Calcio (20 mg/m ³). Amoniac (5 mg/m ³). Resinas Acrilicas (0,5 mg/m ³).	Dioxido de Titanio 93,48 %, Carbonato de Calcio 90 %, Amoniac 8 %, Resinas Acrilicas 0 %.	40 g/L	Baja
Pintura fluorescente	Tolueno (192 mg/m ³). Sulfato de Bario (0,5 mg/m ³). Metanol (260 mg/m ³). Xileno (221 mg/m ³). Acetato de n-butilo (241 mg/m ³). Etilbenceno (442 mg/m ³).	Tolueno 100 %. Sulfato de Bario 97,5 %. Metanol 92 %. Xileno 88 %. Acetato de n-butilo 84 %. Etilbenceno 90 %.	400.91 g/L	Alta

4.20. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se realizaron varios ensayos de laboratorio a las muestras antes mencionadas; entre estos ensayos, se puede describir los siguientes:

4.20.1. Vigas de asfalto

Con el propósito de contar con un espacio o área de prueba para realizar los ensayos a las muestras de pintura obtenidas, estas vigas de asfalto asemejan la capa de rodamiento asfáltica, también llamada carpeta asfáltica.



Fig. 21. Vigas de asfalto.

Fuente: Propia

En cuanto a estas vigas de asfalto, se procuró que sus dimensiones fueran muy similares entre sí, para tener un parámetro comparable, tanto en la aplicación como en

los ensayos de laboratorio que se realizarían a las pinturas para demarcación horizontal vial.

4.20.2. Mezcla de pintura

Lo primero que se realizó a las pinturas fue una prueba de mezclado, para observar su consistencia, su apariencia y verificar que dichas pinturas no estuvieran vencidas, además de comprobar el espesor de la mezcla.



Fig. 22. Máquina mezcladora.

Fuente: Propia

Por medio de esta máquina y mediante el movimiento vibratorio, se logró alcanzar la consistencia necesaria para la correcta aplicación de la pintura. Se dejó mezclando

durante 10 minutos y luego se verificó la consistencia de la mezcla para asegurarse de que fuera adecuada para su aplicación.

4.20.3. Determinación de pigmentos por calcinación

Para esta prueba, lo primero que se hizo fue pesar todos los instrumentos a utilizar en el ensayo: la jeringa, la taza o recipiente y la cantidad de pintura a analizar, a fin de tener los datos iniciales. Esta prueba debe realizarse tanto para la pintura amarilla como para la blanca, como se mostrará más adelante.

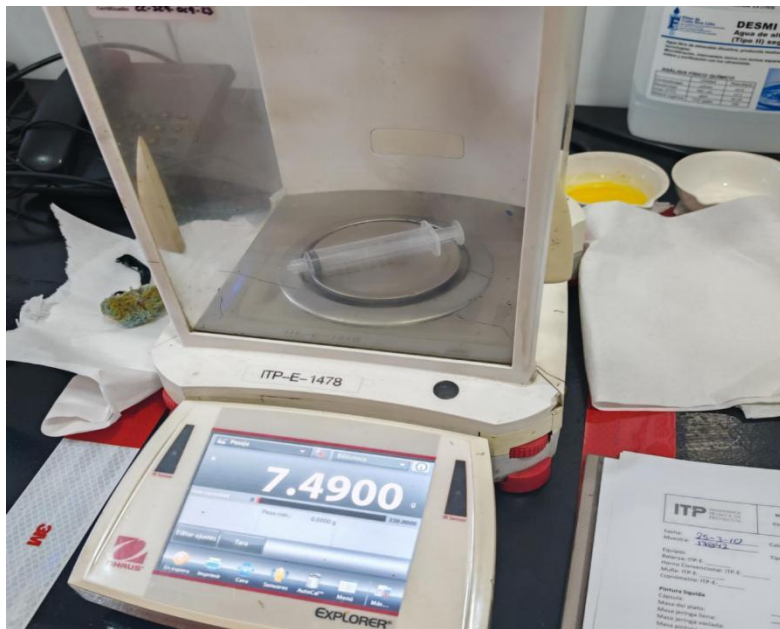


Fig. 23. Pesaje de jeringa.

Fuente: Propia

En este caso, el peso de la jeringa arrojó un resultado de 7,4900 g, como se puede observar en la figura 23. Este fue el primer dato obtenido para continuar el ensayo y establecer el parámetro del peso del instrumento. Luego, se utilizó dicha jeringa para extraer una muestra de cada pintura a estudiar.

En la figura 24 se muestra el dato del peso de la muestra de pintura, que fue de 18,6214 g. Una vez obtenido el peso, la muestra se vertió en el recipiente para iniciar el ensayo.

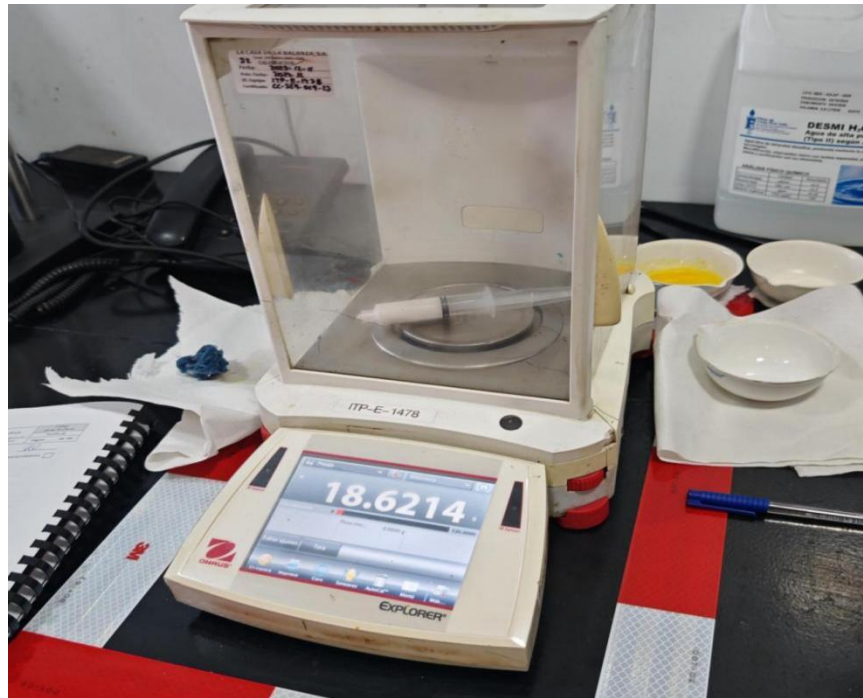


Fig. 24. Pesaje Muestra de pintura.

Fuente: Propia

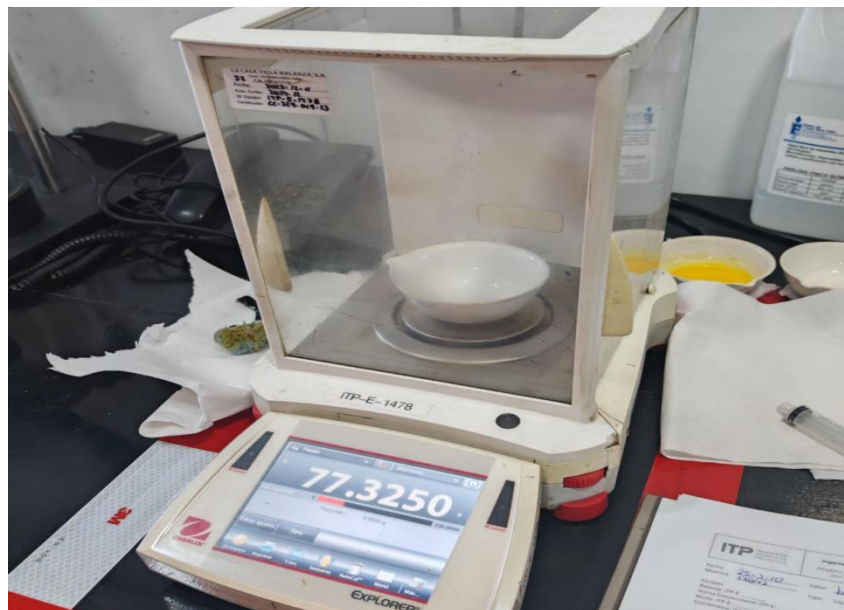


Fig. 25. Pesaje de recipiente.

Fuente: Propia

En cuanto al peso del recipiente, el resultado fue de 77 3250 g. Teniendo los pesos de la jeringa como instrumento de medición y del recipiente, se procedió a medir una muestra de cada pintura para esta prueba de laboratorio. Se pesaron también las muestras de pintura amarilla y blanca. Luego se aplicó un químico, el tolueno, un líquido derivado del benceno que se utiliza como disolvente.



Fig. 26. Mezcla de la muestra.

Fuente: Propia

La muestra debe mezclarse bien hasta lograr una consistencia bastante líquida y manejable. Esta mezcla debe hacerse con un clip, el cual debe pesarse previamente, y debe cuidarse que no quede pintura adherida al clip para evitar pérdidas de material, ya que el objetivo es aprovechar toda la cantidad medida.



Fig. 27. Calcinación de la muestra.

Fuente: Propia



Fig. 28. Pasta de calcinación.

Fuente: Propia

La muestra de pintura debe llevarse a una cocina con llama para ser calentada, hasta que se calcine, obteniendo así un residuo pastoso que queda en el fondo del recipiente. Luego de que la calcinación haya logrado la evaporación de todos los compuestos volátiles con los que cuenta la muestra de pintura, el tolueno ayuda en este proceso de evaporación de dichos compuestos.



Fig. 29. Ingreso a horno de la pasta.

Fuente: Propia

Una vez calcinada la muestra y convertida en pasta, se llevó a un horno para su secado final, a una temperatura de 450 °C durante al menos 24 horas. Posteriormente, se pesó nuevamente para determinar el porcentaje efectivo de pintura y cuánto pigmento se perdió en el proceso.

4.20.4. Ensayo de punto de no levantamiento

Otro de los ensayos realizados a las muestras de pintura fue el ensayo de punto de no levantamiento. En este ensayo es necesario controlar varias variables importantes como la humedad y la temperatura. Se utilizó una máquina de prueba que simula condiciones de tráfico, controlando la temperatura ambiente y la velocidad del viento mediante un abanico y un equipo de medición.



Fig. 30. Máquina ensayo punto de no levantamiento.

Fuente: Propia

La temperatura que se manejo fue de 27 grados Celsius, con un porcentaje de humedad de 46 %, con una velocidad del viento de unos 3,45 m/s, esta máquina tiene una placa de prueba, la cual es una celosía de vidrio, la cual hace la función de la superficie de aplicación y de rodamiento, también cuenta con una masa, esta hace la función de los neumáticos de los vehículos.



Fig. 31

Aplicación de Pintura en Placa de Prueba. Fuente: Propia



Fig. 32

Aplicación de Pintura en Placa de Prueba. Fuente: Propia

Lo que se hace para iniciar este ensayo es aplicar una capa de pintura en la placa de prueba, esta capa de la muestra de pintura debe de medirse con una galga, y el espesor no debe superar los 15 mils y debe ser mayor a los 5 mils, se esparce por la placa de prueba con un barredor, o varilla con un resorte que ayuda a que la pintura se distribuya de una mejor manera.

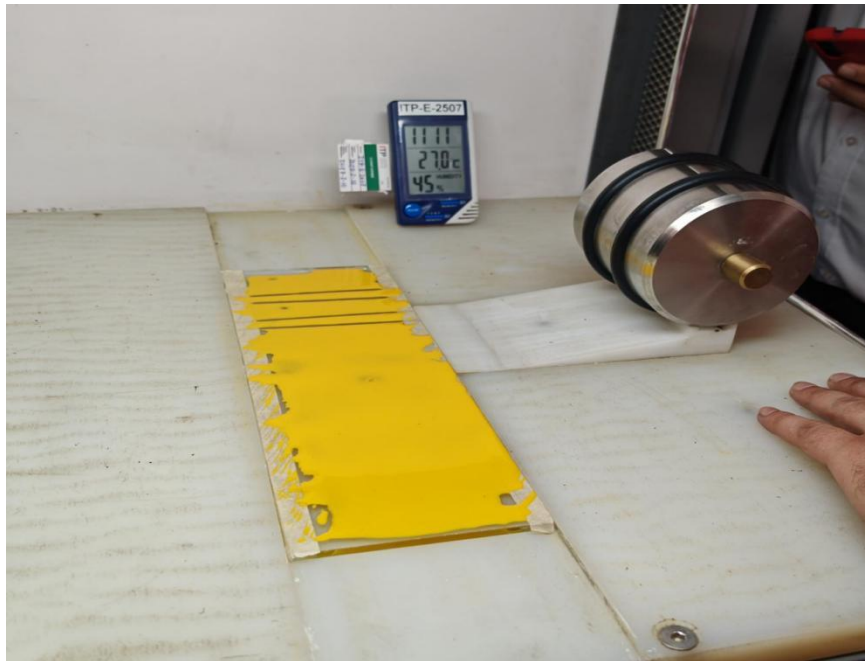


Fig. 33

Aplicación de Pintura en Placa de Prueba. Fuente: Propia

Una vez distribuida la muestra de pintura en la placa de prueba, se inicia el ensayo. Este debe comenzar antes de que transcurran 15 minutos, que es el tiempo en que generalmente la pintura empieza su proceso de secado. Si se deja pasar este tiempo, la prueba pierde su objetivo, que es medir el tiempo real que transcurre hasta que la pintura presenta cambios en su apariencia y consistencia física.

La masa se debe soltar en intervalos regulares; en este caso, cada 30 segundos, para verificar el levantamiento de la pintura, simulando lo que ocurriría en el campo si la pintura fuera aplicada y comenzara a sufrir desgaste por el paso de los vehículos. Después de unos 8 minutos, se obtuvo el resultado esperado: la pintura ya no se levantó más, o se observó claramente que había alcanzado su proceso de secado.

Con este ensayo, se verificó que la pintura utilizada para la prueba cumple con las especificaciones de tiempo de secado establecidas. Según la Norma de INTECO, debe mencionarse que esta prueba se realizó en dos tipos de pintura: base aceite y base solvente. Sin embargo, la pintura base aceite no cumplió con el tiempo esperado de secado, ya que, después de 15 minutos, aún dejaba marcas de la masa rodante.

4.20.5. Ensayo de retroreflectividad

Este es el último ensayo realizado a las muestras de pintura, pero no por ser el último es menos importante. Todo lo contrario, este ensayo es el que determina la retroreflectividad obtenida con las pinturas disponibles en el mercado nacional.

La prueba comenzó tomando muestras de dos tipos diferentes de esferas de polvo de vidrio: tipo 1 y tipo 2. Se pesaron para obtener un parámetro de medida del peso. Las esferas del tipo 1 se pesaron y se utilizaron 80 g, mientras que las del tipo 2 se pesaron y se utilizaron 100 g. Además de esto, también se realizó la mezcla de ambos tipos de esferas, utilizando un total de 120 g. Se utilizaron tres vigas de asfalto para cada uno de los pesos de esferas de polvo de vidrio y pintura de color amarillo, y otras tres vigas de asfalto para los mismos pesos, pero con pintura blanca. Esto se hizo para analizar si el color de la pintura influye en la capacidad retroreflectiva de la misma.



Fig. 34. Aplicación de pintura blanca.
Fuente: Propia

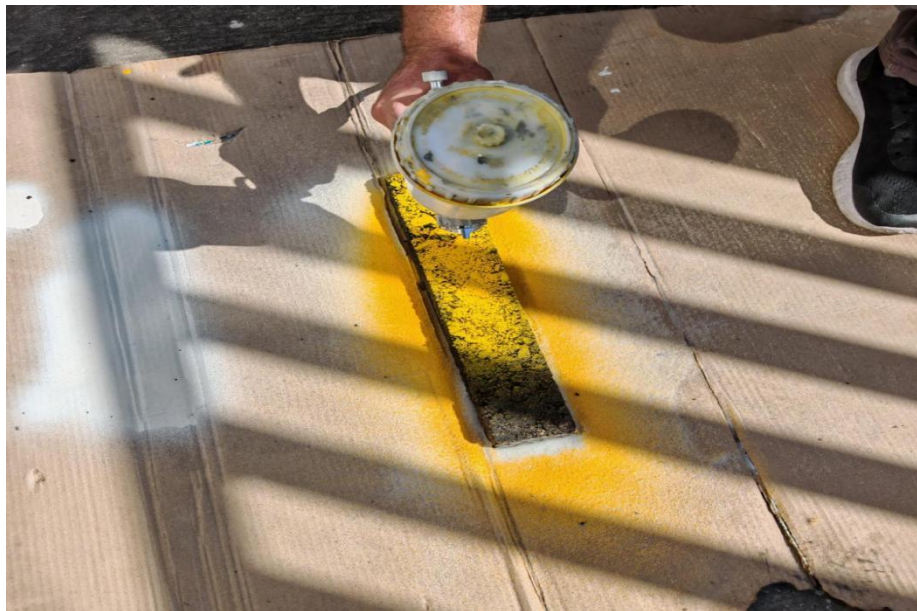


Fig. 35. Aplicación de pintura amarilla.
Fuente: Propia



Fig. 36. Microesferas utilizadas.
Fuente: Propia



Fig. 37. Aplicación de microsferas.
Fuente: Propia



Fig. 38. Retroreflectómetro.

Fuente: Propia



Fig. 39. Medición de Retroreflectómetro Pintura Amarilla.

Fuente: Propia



Fig. 40. Medición de Retrorreflectómetro Pintura Blanca.
Fuente: Propia

Una vez que se pintaron las vigas de asfalto, tanto con color amarillo como con color blanco, se procedió a aplicar las microesferas o polvo de vidrio por encima de la pintura. Este procedimiento se realiza de forma manual, de manera bastante rudimentaria, pero efectiva; se esparce por toda la superficie para que las microesferas se mezclen con la pintura, además de lograr una buena penetración en ella.

Con las microesferas distribuidas en la zona de aplicación, se procedió a la última parte del ensayo, que consiste en la medición de la retroreflectancia. Esto se realiza con un equipo llamado retroreflectómetro, un dispositivo utilizado para medir la retroreflectividad de materiales como las pinturas viales, señales de tránsito y otros elementos de señalización. Su función principal es evaluar qué tan bien una superficie

refleja la luz de vuelta hacia su fuente, lo que es importante para garantizar la visibilidad de la señalización vial, especialmente en condiciones nocturnas o de baja iluminación.

Los resultados encontrados indican que la pintura blanca presenta una mayor retroreflectancia que la pintura de color amarillo. Además, se observó que las microesferas de mayor tamaño son las que producen una mayor retroreflectancia, lo que mejora la visibilidad en condiciones de poca o nula iluminación artificial. También se determinó que mezclar diferentes tamaños de microesferas no contribuye a obtener mejores resultados de retroreflectividad. A continuación, se presentan los resultados tabulados de las pruebas de retroreflectividad realizadas a las diferentes muestras:

Análisis retroreflectividad muestras de pinturas en condiciones con iluminación

Item	Muestras	Tipo Microesferas	Peso Microesferas (g)	Color Pintura	Retroreflectividad (Lux)
1	M1	Tipo 1	80	Blanca	225
2	M2	Tipo 2	100	Blanca	295
3	M3	Tipo Mixta	120	Blanca	170
4	M4	Tipo 1	80	Amarilla	102
5	M5	Tipo 2	100	Amarilla	118
6	M6	Tipo Mixta	120	Amarilla	104

Tabla3. Análisis de retroreflectividad con iluminación.

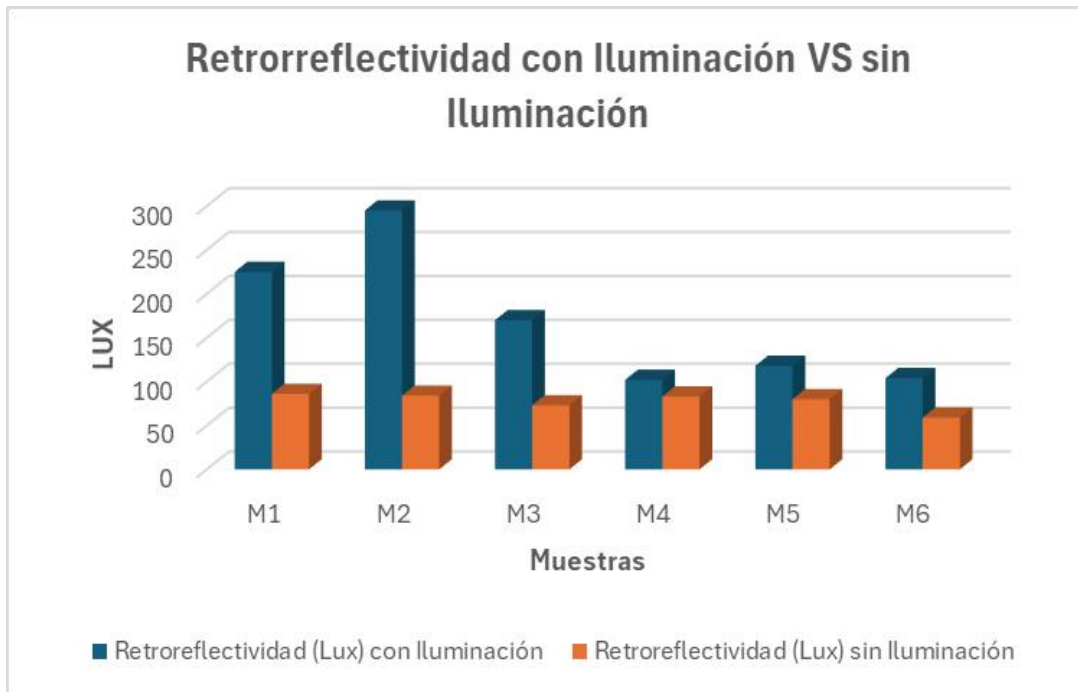
Fuente: Propia

Análisis retroreflectividad muestras de pinturas en condiciones sin iluminación

Item	Muestras	Tipo Microesferas	Peso Microesferas (g)	Color Pintura	Retroreflectividad (Lux)
1	M1	Tipo 1	80	Blanca	86
2	M2	Tipo 2	100	Blanca	84
3	M3	Tipo Mixta	120	Blanca	73
4	M4	Tipo 1	80	Amarilla	83
5	M5	Tipo 2	100	Amarilla	80
6	M6	Tipo Mixta	120	Amarilla	59

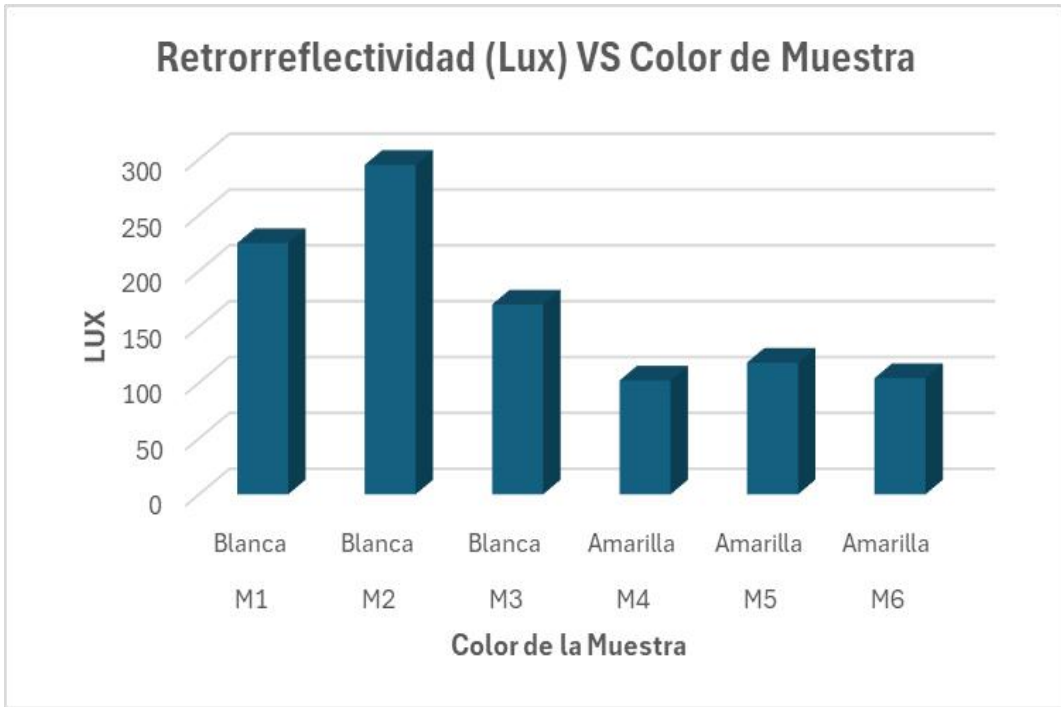
Tabla 4. Análisis de retroreflectividad sin iluminación.

Fuente: Propia



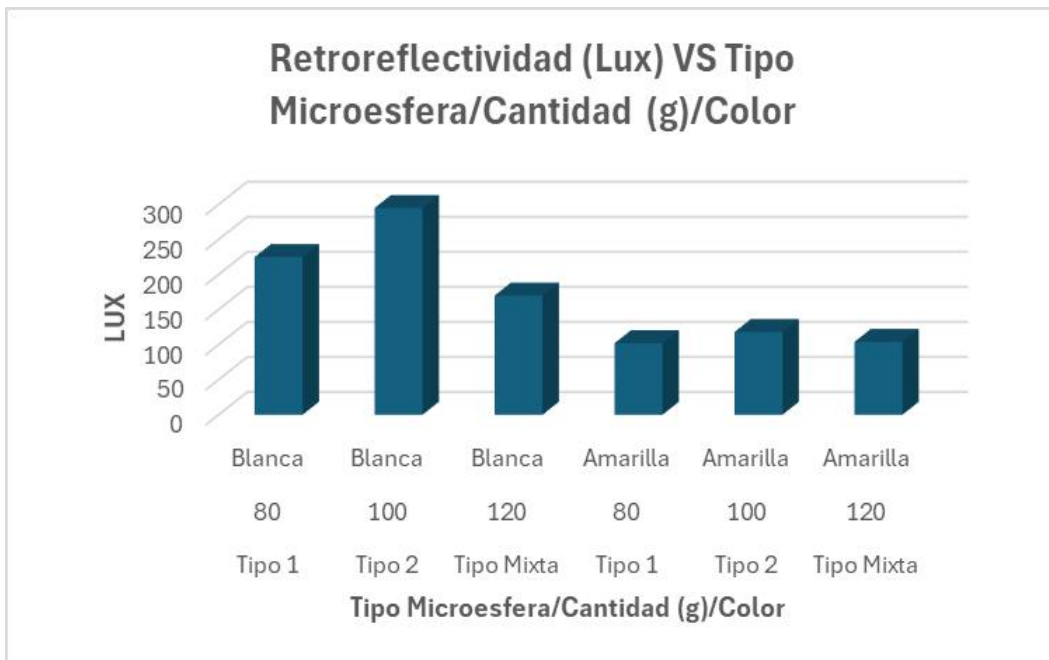
Gráfica 1. Retroreflectividad con iluminación vs sin iluminación.

Fuente: Propia



Gráfica 2. Retroreflectividad vs color de muestra.

Fuente: Propia



Gráfica 3. Retroreflectividad vs tipo/cantidad (g)/color.

Fuente: Propia

En lo que respecta al análisis comparativo de costos, se determinó que, en un kilómetro de carretera, utilizando pintura convencional e iluminación artificial, ya sea con luminarias convencionales o con luminarias tipo LED solares, el costo es mucho mayor que si se utilizan las pinturas fluorescentes por sí solas. Sin embargo, si la comparación se realiza entre pintura convencional y pintura fluorescente, el resultado es distinto: el costo de utilizar pintura fluorescente es mucho mayor en comparación con la implementación de pintura convencional. El punto aquí es que, con pintura convencional, es indispensable utilizar iluminación artificial con luminarias, con el fin de garantizar la seguridad en la carretera y reducir los índices de accidentes. A continuación, se presentan los resultados tabulados de lo anteriormente indicado:

Presupuesto pintura convencional e iluminación luminarias fluorescentes (opción 1)

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Postes de Concreto 12 m	Und	30	¢450 000,00	¢13 500 000,00
2	Cajas de Registro	Und	30	¢60 000,00	¢1 800 000,00
3	Cable THHN 12 AWG	Mts	3000	¢350,00	¢1 050 000,00
4	Luminaria Led con Focelda 240 V	Und	30	¢30 500,00	¢915 000,00
5	Centro de Carga 240 V	Und	1	¢85 300,00	¢85 300,00
6	Transformador 10 KVA	Und	1	¢1 850 000,00	¢1 850 000,00
7	Pintura de Tráfico Convencional	Gal	10	¢43 600,00	¢436 000,00
8	Mano de Obra	Und	1	¢3 000 000,00	¢3 000 000,00
Costo Total Proyecto 1000 m					¢22 636 300,00

Tabla 5. Presupuesto opción 1.

Fuente: Propia

**Presupuesto pintura convencional e iluminación luminarias solares
(opción 2)**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Postes de Concreto 12 m	Und	30	€450 000,00	€13 500 000,00
2	Luminaria Led con Fococelda 240 V	Und	30	€45 500,00	€1 365 000,00
3	Banco de Baterías	Und	1	€2 000 000,00	€2 000 000,00
4	Pintura de Tráfico Convencional	Gal	10	€43 600,00	€436 000,00
5	Mano de Obra	Und	1	€3 000 000,00	€3 000 000,00
Costo Total Proyecto 1000 m					€20 301 000,00

Tabla 6. Presupuesto opción 2.

Fuente: Propia

**Presupuesto pintura fluorescente para demarcación vial
(opción 3)**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Pintura de Tráfico Fluorescente	Gal	10	€275 600,00	€2 756 000,00
2	Mano de Obra	Und	1	€3 000 000,00	€3 000 000,00
Costo Total Proyecto 1000 m					€5 756 000,00

Tabla 7. Presupuesto opción 3.

Fuente: Propia

**Presupuesto pintura convencional para demarcación vial
(opción 4)**

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1	Pintura de Tráfico Fluorescente	Gal	10	€43 600,00	€436 000,00
2	Mano de Obra	Und	1	€3 000 000,00	€3 000 000,00

Costo Total Proyecto 1000 m	€3 436 000,00
------------------------------------	----------------------

Tabla 8. Presupuesto opción 4.

Fuente: Propia

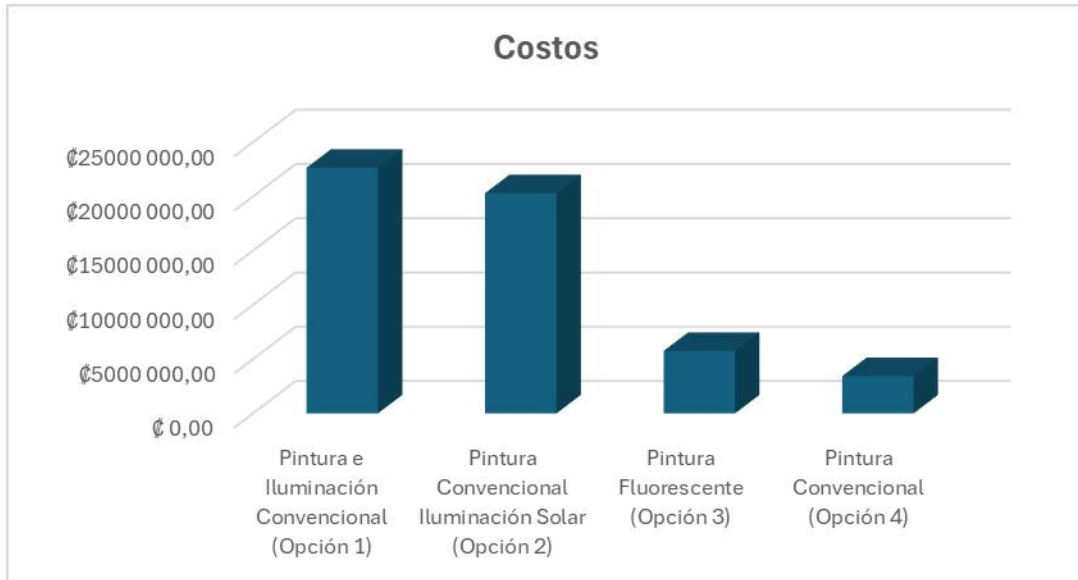
Consolidado de costos

Item	Opción de Pintura	Costos
1	Pintura e Iluminación Convencional (Opción 1)	€22 636 300,00
2	Pintura Convencional Iluminación Solar (Opción 2)	€20 301 000,00
3	Pintura Fluorescente (Opción 3)	€5 756 000,00
4	Pintura Convencional (Opción 4)	€3 436 000,00

Tabla 9. Consolidado de costos.

Fuente: Propia

En el gráfico4 se puede observar el análisis representativo de costos. Este nos da como resultado que implementar pinturas convencionales de demarcación vial, junto con la utilización de iluminación convencional con luminarias fluorescentes, es la opción que arroja los mayores costos de instalación. La segunda opción en cuanto a mayores costos corresponde a la instalación de luminarias tipo LED con celdas solares. Como tercera opción, en cuanto a mayores costos, se encuentra la utilización de pinturas fluorescentes. La opción con menores costos es la cuarta, que consiste en utilizar pintura convencional para demarcación vial. Sin embargo, esta opción presenta inconvenientes, como el hecho de que la visualización es muy deficiente, lo que ocasiona que los conductores no tengan la visibilidad adecuada del camino, generando mayor cansancio y estrés visual, lo que puede resultar en una mayor probabilidad de sufrir un accidente automovilístico.



Gráfica 4. Costos.
Fuente: Propia

CAPÍTULO V.
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Una vez realizado el comparativo entre las características técnicas de las pinturas estudiadas (pintura base solvente, pintura base aceite, pintura ecológica y pintura fluorescente), y tras analizar el color, la durabilidad, resistencia, densidad, reflectividad, fluorescencia, emisión de COV y toxicidad, se llegó a la conclusión de que todas ofrecen colores distintos, entre ellos el amarillo, el blanco, el azul y el verde. En lo que respecta a la durabilidad, la que muestra tener la mayor durabilidad es la pintura base solvente, con una durabilidad de 12 a 24 meses. Además, es la que tiene mayor resistencia al desgaste y a la intemperie, con una densidad de 1,52 g/cm³. Todas las demás tienen una durabilidad entre los 6 y 12 meses como máximo, y una buena resistencia al desgaste. La pintura a base de aceite tiene una densidad de 1,27 g/cm³, la pintura ecológica una densidad de 1,92 g/cm³, y la pintura fluorescente de 1,30 g/cm³. En el caso de la reflectividad, todas las pinturas necesitan de microesferas para lograr obtener una reflectividad efectiva que produzca una correcta y mayor visibilidad en carretera. Otro punto considerado fue la fluorescencia. En este aspecto, la única pintura que presenta esta cualidad es la pintura fluorescente, con un valor de 3 mcd/m², cumpliendo con la norma ISO 17398. En cuanto a la emisión de COV en el ambiente, el valor máximo recomendado es de 150 g/L. La pintura fluorescente es la que más cantidad de COV produce, según la investigación realizada, mientras que la que menos emisión de COV produce es la pintura ecológica, con un valor de 40 g/L. Debe mencionarse que es la única que cumple con el valor mínimo recomendado de menos de 150 g/L. Todas las

demás sobrepasan este valor. Con respecto a su toxicidad, todas presentan valores altos de toxicidad, mientras que la única que presenta un nivel bajo de toxicidad es la pintura ecológica.

2. En cuanto al impacto ambiental de las pinturas fluorescentes ecoamigables, a diferencia de las pinturas tradicionales, las formulaciones ecoamigables, en teoría, deben contener menos compuestos tóxicos y disolventes volátiles, lo que permitiría minimizar la contaminación del suelo y del agua, promoviendo un desarrollo más sostenible. En el comparativo realizado, se tomaron en consideración los componentes de cada pintura, el porcentaje de biodegradabilidad de dichos componentes, la cantidad de emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) y su toxicidad. Se encontró que los componentes de todas las pinturas en estudio son considerados perjudiciales para la salud en altas concentraciones o exposiciones directas. Entre estos se encuentran compuestos volátiles como el tolueno, que produce contaminación al ambiente, el metanol, otro compuesto volátil que al exponerse a la atmósfera también produce contaminación, y otros compuestos como el amoníaco y la resina acrílica, los cuales tienen porcentajes de biodegradación muy bajos. Esto nos lleva a la conclusión de que estas pinturas producen altos compuestos orgánicos volátiles (COV). La mayoría sobrepasa el nivel máximo aceptado, que es de 150 g/L. Además, muchos compuestos, al no ser muy biodegradables, afectan la cantidad de desechos sólidos, que en este caso no solo son desechos sólidos, sino también compuestos químicos. Se concluye que no existe en el mercado una pintura completamente amigable con el medio ambiente; todas producen compuestos químicos perjudiciales que deben ser tratados con mucho

cuidado tras su aplicación. Otra característica es que la pintura fluorescente tiene un alto grado de toxicidad, por lo que su aplicación debe hacerse con mucha precaución. En conclusión general, se puede afirmar que no es posible tener una pintura que sea fluorescente y ecoamigable al mismo tiempo. O es fluorescente, o es ecoamigable; no existe en el mercado una pintura fluorescente que sea amigable con el medio ambiente.

3. Con las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio, se llegó a la conclusión de que la retroreflectividad necesita de iluminación artificial para que se presenten mejores resultados. En este caso, es necesaria la luz de los focos de los vehículos para que se presente la retroreflectividad. Esto se debe a que las microesferas de vidrio necesitan de luz para realizar su función, que consiste en refractar la luz. Cuando no se aplica luz artificial, estas microesferas no pueden generar el mismo efecto reflectivo. Se concluye además que el color de la pintura influye, ya que los mayores valores de retroreflectividad se presentaron en la pintura de color blanco, en comparación con la pintura de color amarillo, que estuvo muy por debajo de los valores de retroreflectividad de la pintura blanca. También se observó que las microesferas de mayor tamaño tienen mayor importancia que las de menor tamaño. Las microesferas tipo 1 tienen un tamaño de 10 a 30 micrómetros, mientras que las tipo 2 tienen un tamaño de 60 a 100 micrómetros. Las microesferas de mayor tamaño son más eficaces para producir mayores retroreflectividades y que la mezcla entre ellas no da mejores resultados. Otro aspecto observado en este ensayo es que, a pesar de que la mezcla de esferas tanto del tipo 1 como del tipo 2 tiene una mayor cantidad de

peso en gramos, esta mezcla no presentó un resultado de mayor retroreflectividad, como podría esperarse lógicamente.

4. Se llegó a la conclusión, por medio del análisis de costos, realizado para un trayecto de carretera de 1000 metros, donde se analizaron cuatro escenarios ficticios para evaluar la viabilidad de la implementación de este tipo de pinturas para demarcación vial en el país. Con la pintura convencional, el resultado presentó los mayores costos de implementación, ya que, además de la pintura convencional, se deben considerar gastos adicionales como luminarias para la iluminación artificial, cableado eléctrico, accesorios, con un costo que ronda los 23 millones de colones. En el segundo escenario con mayor cantidad de gastos de instalación, se utilizan luminarias tipo LED con paneles solares y bancos de baterías, lo que representa una alta inversión inicial de instalación, con un costo que ronda los 20 millones de colones. Si comparamos los dos escenarios en los que solo se utiliza la implementación de pinturas convencionales en comparación con las pinturas fluorescentes, se puede determinar que implementar pintura fluorescente resulta mucho más oneroso que utilizar pintura convencional. Sin embargo, con la pintura fluorescente no se requiere la implementación de luminarias para evitar o disminuir el riesgo de accidentes de automóvil, ya que la pintura fluorescente mejora considerablemente la visibilidad en carretera, mientras que la convencional no produce el mismo efecto, ya que necesita de iluminación artificial mediante luminarias. En conclusión, se puede decir que la utilización de pintura fluorescente aporta más beneficios que perjuicios, ya que no solo resulta en un ahorro en cuanto a la utilización de luminarias artificiales, sino que también ayuda a mejorar la visibilidad en carretera, especialmente

durante la noche, en sectores o trayectos con poca o nula iluminación, contribuyendo así a reducir la posibilidad de sufrir accidentes vehiculares.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las entidades gubernamentales establecer normativas específicas que regulen el uso de pinturas fluorescentes. Aunque estas no puedan ser totalmente ecoamigables como se quisiera, las pinturas fluorescentes serían recomendables para ser implementadas en las carreteras principales, debido a sus características físicas, en comparación con las utilizadas actualmente en el país. Se debe buscar garantizar su aplicación para que esta sea estandarizada y normalizada.

Es positivo que las entidades gubernamentales vayan pensando en actualizar el tipo de pinturas que actualmente se utilizan y comercializan en el país, como las fluorescentes, que no requieren de la utilización de iluminación artificial, logrando así un ahorro en cuanto a la implementación de luminarias, cableado y mantenimiento. Todo esto sería de gran ayuda, tanto económicamente como en el aspecto de seguridad vial.

Además, se debe desarrollar y actualizar regulaciones específicas que establezcan estándares para la composición, aplicación y mantenimiento de pinturas fluorescentes en carreteras principales. Esto garantizará un uso uniforme y eficiente de estos materiales en la infraestructura vial, permitiendo

que su implementación sea una innovación con un impacto positivo en la seguridad.

2. Antes de una implementación masiva, es recomendable desarrollar proyectos piloto en diversas condiciones climáticas y de tráfico para evaluar su desempeño y optimizar su aplicación. Antes de implementar estas pinturas a gran escala, es recomendable llevar a cabo pruebas piloto en diferentes regiones y condiciones climáticas. Esto permitirá evaluar su desempeño en distintos tipos de asfalto, niveles de tráfico y exposición a factores ambientales como la lluvia, el calor extremo o la contaminación. Los resultados de estas pruebas servirán para optimizar las fórmulas de las pinturas y establecer los mejores procedimientos de aplicación.

Es fundamental instruir a las empresas de señalización vial, organismos de tránsito y a la población sobre los beneficios y el uso adecuado de estas pinturas para mejorar su aceptación y correcto aprovechamiento. Para garantizar la correcta adopción y mantenimiento de estas pinturas, es importante realizar campañas de educación dirigidas a los conductores, peatones, empresas de señalización y organismos de tránsito. Estas campañas pueden incluir talleres, conferencias y material informativo sobre los beneficios de las pinturas fluorescentes ecoamigables, su impacto en la seguridad vial y el medio ambiente, así como las mejores prácticas para su aplicación y mantenimiento.

3. Se recomienda que, como parte del estudio, se realice un análisis técnico y ambiental comparativo entre distintas formulaciones de pinturas para

demarcación vial, incluyendo pinturas base solvente, base aceite, ecológicas y fluorescentes, enfocándose en tres ejes fundamentales: composición química, nivel de biodegradabilidad y emisiones de COV.

Del análisis presentado se observó que:

- Las pinturas convencionales (base solvente, aceite y fluorescentes) contienen altos niveles de compuestos tóxicos y COV (entre 350–400 g/L), lo cual representa un riesgo significativo para la salud humana y el medio ambiente.
- Por otro lado, la pintura ecológica presenta la menor emisión de COV (40 g/L) y baja toxicidad, siendo la opción más sostenible dentro del mercado analizado.
- A pesar de sus ventajas en visibilidad, la pintura fluorescente muestra la mayor emisión de COV (400,91 g/L), con una alta carga de sustancias peligrosas como tolueno, xileno y etilbenceno, lo que sugiere la necesidad de mejorar su formulación con alternativas ecoamigables.

Por lo tanto, se recomienda profundizar la investigación en dos aspectos:

- Identificar pinturas fluorescentes disponibles en el mercado internacional que tengan formulaciones ecoamigables con baja o nula emisión de COV, pero con propiedades comparables en visibilidad y durabilidad.
- Proponer o incentivar el desarrollo de pinturas fluorescentes ecológicas a nivel nacional, tomando como base los insumos y tecnologías que ya se aplican en pinturas biodegradables, para lograr una combinación óptima entre desempeño visual y responsabilidad ambiental.

Este enfoque puede contribuir significativamente a mejorar la seguridad vial en condiciones de baja visibilidad, sin comprometer la salud pública ni los recursos naturales, alineándose con políticas de desarrollo sostenible y normativas ambientales vigentes.

4. Para maximizar la efectividad de las pinturas fluorescentes, es necesario establecer planes de mantenimiento que incluyan inspecciones periódicas y reposición en zonas donde el desgaste afecte la visibilidad. A pesar de su durabilidad, es fundamental establecer un plan de monitoreo y mantenimiento periódico de las señalizaciones viales con pinturas fluorescentes. Esto debe incluir inspecciones regulares para evaluar el desgaste, limpieza de superficies para mantener su reflectividad y repintado en zonas donde la visibilidad se haya reducido. La implementación de programas de mantenimiento permitirá prolongar la efectividad de estas pinturas y garantizar su contribución continua a la seguridad vial.

REFERENCIAS

Libros:

El Tiempo. (2017, 13 de diciembre). 2017 quebró década en aumento de muertes por accidentes de tránsito. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (1997). *Barreras de seguridad de concreto para vías (I. C. Certificación, Ed.)*. Bogotá D.C., Colombia.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2011). *Materiales para demarcación de pavimentos. Termo plástico retrorreflectivo blanco y amarillo*. En I. C. Certificación y I. C. Certificación (Eds.), Normas Técnicas Colombianas 5867 (pp. 1–14). Bogotá D.C.

Rodríguez, M. y Ruiz, M. (2016, septiembre). Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 3(2), 53–60.

Smith, W. F. (1998). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales* (3.^a ed.). McGraw Hill.

Walhoff Tello, G. M. (2017). *Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, Barranca.

Proyectos de investigación:

AENOR. (2007). *DIN EN 1436:2007-10. Materiales de señalización vial: rendimiento de la señalización vial para usuarios de carreteras.*

American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTTO]. (2013). *Especificaciones estándar para materiales de transporte y métodos de muestreo y pruebas* (32ª ed.). AASHTTO.

Arroyo, H. M. (2017). *Control de calidad de pinturas para la señalización horizontal de acuerdo a la norma vigente del MTC en el Circuito Los Héroes* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo. <https://20.500.12692/23103>

Barrientos, A. F. y León, R. J. (2019). *Estudio de factibilidad para una empresa de señalización y demarcación vial en el departamento del Huila.* Universidad Santo Tomás.

Boletín Oficial del Estado (BOE). (2015). *700 Marcas Viales* (Núm. 3, sábado 3 de enero de 2015, Sec. III, pág. 1003). <https://www.boe.es>

Casanova, C. J. (2019). *Mejora la visibilidad de marcas viales por fotoluminiscencia.*
Domínguez Sando S.A.
<https://acex.eu/nuevosarchivos/Premios/XVpremio/id7.pdf>

Contreras, O. A. y Niño, R. C. (2017). *Documento para el diseño e implementación de señalización de acuerdo al manual de* (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

E&S Ltda. (2021, 18 de marzo). *Titan ProMark Series*.

<https://eysltda1/vp74/sp/aplicacion-demarcacion-pinturafrio#ancla>

Faplisa. (2021, 18 de marzo). *F-3111. Plástico en frío amarillo autorreflectante*.

Garbar Pinturas. (2021, 18 de marzo). *Plástico en frío GARBAR CP-70*.

<https://hojastecnicas/GARBAR-CP-70.pdf>

Geveko Markings. (2021, 18 de marzo). *Plásticos en frío para marcación vial -*

PlastiRoute. <https://www.geveko.com>

Global Petroquímica S.A.S. (2021). *Pintura plástico en frío*.

<https://co.linkedin.com/company/global-petroquimica-s-a-s>

Global Gpetroquimica. (2021). *Pintura plástica en frío tipo spray 50/50/1.4. GP-PT-005*

(Línea Road Line). <https://gpetroquimica.com/assets/gp-pt-005-pintura-plastico-en-frio-tipo-spray.pdf>

Granja, B. E. (2014). *Diseño de un hormigón fluorescente para la señalización de vías terrestres* (Tesis de pregrado). Universidad de Quito.

Guitarreo, C. S. y Becerra, F. S. (2010). *Implementación de un plan de negocio en la empresa Pinturas San Pedro Neiva - Huila* (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle.

Hernández, S. R., Fernández, C. C. y Baptista, L. M. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.

Hofmann Marking. (2021, 21 de marzo). *Máquinas de pintabandas*.
<https://www.hofmannmarking.de/es/marcaje-vial-marcaje-de-lineas/>

ICONTEC. (2009). 4744 NTC -3. *Retroreflectividad en la Demarcación horizontal en pavimentos*.

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF). (2021). *Boletines estadísticos mensuales*. Medicina Legal.

MITMA. (2012). *Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización vial*.
https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdfhandler.pdf

Normalización Española. (2018). UNE-EN 1436:2018. *Materiales para señalización vial horizontal. Comportamiento de las marcas viales aplicadas sobre la calzada*.

Fuentes de Internet:

<https://www.eltiempo.com>

<https://www.transitovial.cl>

<https://www.aenor.com/normas-y-libros>

<https://www.discounter.de/noticias/pintura>

<https://downloads.transportation.org>

<https://www.apv.cl/n/tipos-de-pintura-en-demarcacion-vial>

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle>

<https://repository.usta.edu.co/bitstream>

<http://www.carreteros.org>

<https://repository.udistrital.edu.co>

<https://www.equiposparapintura.com>

<http://www.faplisa.com/producto>

<https://www.garbar.cl>

<https://www.geveko-markings.es/productos/plastiroute>

<https://repositorio.uide.edu.ec>

<https://kupdf.net/download/ntc4744>

<https://www.mintransporte.gov.co>

APÉNDICES Y ANEXOS

APÉNDICE 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

Pintura Fluorescente: Tipo de pintura que contiene pigmentos capaces de absorber la luz ultravioleta y reemitirla en un espectro visible, lo que genera un efecto de alto brillo y visibilidad en condiciones de baja iluminación.

Pintura Ecoamigable: Pintura formulada con componentes de bajo impacto ambiental, reduciendo el uso de solventes tóxicos y compuestos orgánicos volátiles (COV) para minimizar la contaminación del aire, suelo y agua.

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV): Sustancias químicas presentes en algunas pinturas y recubrimientos que pueden evaporarse a temperatura ambiente, contribuyendo a la contaminación atmosférica y afectando la salud humana.

Reflectancia: Capacidad de una superficie para reflejar la luz incidente. En el caso de las pinturas viales, una alta reflectancia mejora la visibilidad de la señalización, especialmente en condiciones de poca luz.

Seguridad Vial: Conjunto de medidas y normativas destinadas a reducir el riesgo de accidentes en las carreteras y mejorar las condiciones de tránsito para conductores y peatones.

Infraestructura Vial: Conjunto de elementos físicos que conforman el sistema de carreteras y vías de tránsito, incluyendo pavimentos, señalización, iluminación y sistemas de drenaje.

Demarcación Vial: Proceso de aplicación de líneas, símbolos y otros elementos en las carreteras con el propósito de organizar el tráfico y mejorar la seguridad de los usuarios de la vía.

Visibilidad Nocturna: Capacidad de los objetos y señalizaciones viales para ser percibidos por los conductores en condiciones de poca luz o durante la noche.

Durabilidad: Tiempo de vida útil de un material antes de que sufra deterioro significativo. En las pinturas fluorescentes, la durabilidad se relaciona con su resistencia a la intemperie y el desgaste por el tráfico vehicular.

Mantenimiento Vial: Conjunto de actividades destinadas a preservar en buen estado las carreteras y sus elementos, incluyendo la repavimentación, la reposición de señalización y la limpieza de la infraestructura.

Eficiencia Energética: Uso óptimo de los recursos energéticos para minimizar el consumo de energía y reducir el impacto ambiental. En el contexto de las pinturas fluorescentes, su alta reflectancia permite mejorar la visibilidad sin necesidad de iluminación adicional.

Sostenibilidad: Principio que busca el equilibrio entre el desarrollo económico, la conservación del medio ambiente y el bienestar social, promoviendo prácticas responsables en la construcción y mantenimiento de infraestructuras.

Pigmento Fluorescente: Sustancia química incorporada en pinturas y recubrimientos que tiene la capacidad de absorber y reemitir luz, proporcionando un efecto visual brillante y llamativo.

Normativa Vial: Conjunto de leyes y reglamentos que establecen los estándares y requisitos para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, incluyendo el uso de materiales como pinturas fluorescentes.

Impacto Ambiental: Conjunto de efectos que una actividad humana tiene sobre el entorno natural. En el caso de las pinturas viales, se evalúa el impacto en la calidad del aire, el agua y el suelo.

Tráfico Vehicular: Movimiento de automóviles, motocicletas, camiones y otros vehículos en una red de carreteras. La correcta demarcación con pinturas fluorescentes contribuye a una mejor organización del flujo vehicular.

Fotoluminiscencia: Propiedad de ciertos materiales de emitir luz después de haber sido expuestos a una fuente luminosa. Este fenómeno es utilizado en pinturas para mejorar la visibilidad en la oscuridad.

Retroreflectividad: Capacidad de un material para reflejar la luz de vuelta hacia su fuente, mejorando la visibilidad de las señales y marcas viales cuando son iluminadas por los faros de los vehículos.

Señalización Horizontal: Conjunto de marcas pintadas sobre la superficie de la carretera, como líneas de carril, pasos peatonales y flechas de dirección, utilizadas para orientar y regular el tránsito.

Señalización Vertical: Señales instaladas a los lados de las carreteras para proporcionar información, advertencias y regulaciones a los conductores y peatones.

ANEXO 1: MACHOTE PARA ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE PIGMENTOS POR CALCINACIÓN

ITP INGENIERÍA TÉCNICA DE PROYECTOS	Ingeniería Técnica de Proyectos ITP S.A. Registro para la determinación de pigmentos por calcinación a baja temperatura	Código ITP-RL-93-CR-LC
		Versión 02
		Página ____ de 100

Fecha: 25-3-10 Color: Blanco Voller Técnico: RKO
 Muestra: 13842

Tipo: Líquida Cintas Línea termoplástica

Equipos
 Balanza: ITP-E-_____
 Horno Convencional: ITP-E-_____
 Mufa: ITP-E-_____
 Cronómetro: ITP-E-_____

Pintura líquida

Cápsula: 4
 Masa del plato: 77,3253 g [A]
 Masa jeringa llena: 17,5870 g [B]
 Masa jeringa vaciada: 7,5922 g [D]
 Masa pintura ensayada: 9,9948 g [S]=[B]-[D]
 Masa del plato y espécimen
 luego del ensayo: _____ g [C]
 Porcentaje de pigmento: _____ % $P = \frac{([C]-[A])}{[S]} * 100$

Cinta Preformada

Cápsula: _____
 Masa del plato: _____ g [A]
 Masa del plato y espécimen
 antes del ensayo: _____ g [B]
 Masa pintura ensayada: _____ g [S]=[B]-[A]
 Masa del plato y espécimen
 luego del ensayo: _____ g [C]
 Porcentaje de pigmento: _____ % $P = \frac{([C]-[A])}{[S]} * 100$

Material termoplástico

Cápsula: _____
 Masa del plato: _____ g [A]
 Masa del plato y espécimen
 antes del ensayo: _____ g [B]
 Masa pintura ensayada: _____ g [S]=[B]-[A]
 Masa del plato y espécimen
 luego del ensayo: _____ g [C]
 Porcentaje de pigmento: _____ % $P = \frac{([C]-[A])}{[S]} * 100$

ANEXO 2: PROFORMA COMPRA DE PINTURAS

PAPAGAYO DO IT CENTER S.A.

3-101-338102

03/03/2025 2:51:18PM

Preventa

Sucursal: PAPAGAYO DO IT CENTER S.A. **Fecha:** 03/03/2025

Preventa: 528,421

Tipo: Contado

Cliente: JAIRO

Vendedor: COBRADOR GENERAL

Articulo	Nombre	Cantidad	Precio Unitario	Total Linea Sin Imp.	Porcentaje Imp.
6940868	PINTURA TRANSITO MARKING COAT AMARILLO #VA1392-4 GLN LANCO	1.00	15,964.60	15,964.60	13.00
6015009	DILUYENTE P/FAST DRY & ACRITEK#457-900-14 CUARTO SUR	1.00	3,185.84	3,185.84	13.00
6034004	PINTURA P/TRANSITO #407-000-06 BLANCA GALON SUR	1.00	12,566.37	12,566.37	13.00
6034002	PINTURA P/TRANSITO #407-101-06 AMARILLA GALON SUR	1.00	15,681.42	15,681.42	13.00

Total Lineas : 4

Total Peso : 0.00 (KLG)

Subtotal: 47,398.23

Descuento: 0.00

Impuesto: 6,161.77

Servicio: 0.00

Nota: Precios sujetos a cambio.

Total: 53,560.00