



**NUEVOS MATERIALES Y SU MANTENCIÓN EN LA SEÑALÉTICA DE
CICLOVÍAS**

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:
Marcela Antonieta Lillo González

Profesor Guía:
Alfredo Oyarzún Orellana

Fecha:
Septiembre 2020
Santiago, Chile

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi familia, especialmente a mi madre por el apoyo que me ha entregado en el transcurso de todos estos años. Gracias mamá por tu apoyo y esfuerzo incondicional, sin ti no lo habría logrado.

SOLO USO ACADÉMICO

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito realizar una investigación descriptiva de materiales que, por sus propiedades ofrecen soluciones que van de la mano con la sustentabilidad y que podrían replantear los actuales diseños por otros más atractivos e innovadores, disminuyendo el coste de mantenciones, el consumo de energía eléctrica y brindar mayor seguridad vial. Permitiendo desarrollar una solución real y factible en la señalética vial de nuestro país.

Palabras Claves: Luminiscencia, Señalización horizontal, Demarcaciones planas, Ciclovía, Ciclobanda, Cruce.

SOLO USO ACADÉMICO

SUMMARY

The present work aims to carry out a descriptive research of materials that because of their properties, offer solutions that go together with sustainability and could replace the current designs for other more attractive and innovative, reducing maintenance costs, electric consumption and a higher road safety, allowing to develop a real and feasible solution to the road signage in our country.

Keywords: luminescence, horizontal signage, bike lane, bike band, crossing.

SOLO USO ACADÉMICO

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE.....	8
CAPÍTULO II: MATERIALES CON PROPIEDADES LUMINISCENTES Y SU USO PARA DEMARCACIONES HORIZONTALES PLANAS EN CICLOVÍAS	10
CAPÍTULO III: PROPUESTA A NIVEL LOCAL DE DEMARCACIÓN DE CICLOBANDA CON MATERIAL LUMINISCENTE Y COMPARATIVO DE VALORES DE SOLUCIÓN LUMINISCENTE VERSUS UNA SOLUCIÓN CONVENCIONAL	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS.....	40

SOLO USO ACADÉMICO

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Pigmento Luminiscente – Expuesto a la luz.....	11
Imagen N° 2: Pigmento Luminiscente – Expuesto a la oscuridad.	11
Imagen N° 3: Pintura Luminiscente de Poliuretano – Expuesta a la luz.	13
Imagen N° 4: Pintura Luminiscente de Poliuretano – Expuesta a la oscuridad.....	13
Imagen N° 5: Líneas Longitudinales con Pintura Luminiscente de Poliuretano.	14
Imagen N° 6: Pintura Fotoluminiscente Solvente 1 y 2 capas – Expuesta a la luz.....	15
Imagen N° 7: Pintura Fotoluminiscente Solvente 1 y 2 capas – Expuesta a la oscuridad.	15
Imagen N° 8: Líneas Longitudinales Luminiscentes.	16
Imagen N° 9: Detalle Líneas Longitudinales Luminiscentes.	16
Imagen N° 10: Detalle Líneas Longitudinales Luminiscentes.	17
Imagen N° 11: Piedras de Cuarzo Irregulares.....	18
Imagen N° 12: Camino Realizado con Piedras Luminiscentes.	18
Imagen N° 13: Starpath Parque Christ’s Pieces - Cambridge, Inglaterra.	19
Imagen N° 14: Ciclovía Luminosa – Polonia.	19
Imagen N° 15: Árido de Resina Ultra-fotoluminiscente.....	20
Imagen N° 16: Aridos Ultrafotoluminiscente.	20
Imagen N° 17: Ensayos de laboratorio con Night-Way alta tecnología luminiscente.	21
Imagen N° 18: Van Gogh Path – Ciclovía Holanda.	21
Imagen N° 19: Van Gogh Path – Ciclovía Holanda.	22
Imagen N° 20: UNE 23035-4: Tabla 1 – Pigmentos fotoluminiscentes.	23
Imagen N° 21: UNE 23035-4: Tabla 4 – Pinturas y tintas de recubrimiento.	24
Imagen N° 22: UNE 23035-4: Tabla 5 – Gránulos.....	25
Imagen N° 23: Niveles Mínimos de Retroreflectancia Inicial.....	26
Imagen N° 24: Niveles Mínimos de Retroreflectancia a 180 Días (mcd/lux*m2).	27
Imagen N° 25: Plano de ubicación.....	30
Imagen N° 26: Esquema Demarcación.	34
Imagen N° 27: Vista Actual Ciclobanda - Dirección Norte.	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Costo recubrimiento pintura luminiscente.	33
Tabla N° 2: Costo demarcaciones pintura acrílica con microesferas reflectante.....	35
Tabla N° 3: Comparativo de valores.....	35
Tabla N° 4: Valores de mantenciones anualmente.	36

INTRODUCCIÓN

La evolución que ha experimentado en la última década la construcción, junto con la filosofía de la eficiencia energética, han orientado el desarrollo de los materiales de construcción hacia la incorporación de nuevas tecnologías, las cuales buscan mejorar propiedades y características de materiales tradicionales, logrando impactar en la manera que hoy en día la arquitectura desarrolla los proyectos, aportando a la industria de la construcción soluciones inteligentes, pioneras y por sobre todo innovadoras y sustentables.

Materiales como pinturas luminiscentes a base de agua y solvente, poliuretano y piedras luminiscentes de cuarzo y prefabricadas en resina. Son parte de los nuevos e innovadores materiales que se abren paso en la señalética para ciclovías al servicio de la seguridad vial que, no requieren apoyo de luz eléctrica, son sustentables, de baja contaminación visual, altamente atractivas y que no requieren mantención. Mejorar las ciclovías en nuestro país, de una forma nunca antes desarrollada, convirtiéndose en un incentivo para dejar el automóvil en casa; potenciar una actividad saludable, sostenible y no contaminante como es el uso de la bicicleta.

En Chile, y en los últimos años, el uso de la bicicleta ha tenido un crecimiento exponencial. Hoy en día, hay muchas más personas que prefieren el uso de este sistema de transporte, lo cual impacta en el medio ambiente, en la salud pública, en la descongestión vehicular y en la economía de las personas, además de ser una actividad recreativa por lo que, no en vano, en el año 2013 el gobierno de la época presentó un plan de construcción de ciclovías, con el fin de aportar al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de nuestras ciudades, lo que se evidencia en la constante intervención de nuestras calles. También lo vemos en la señalética que se está aplicando. Ya no son simplemente demarcaciones en las calzadas, sino que ahora se han incorporado diferentes dispositivos y terminaciones, no solo en las mismas ciclovías sino también en los cruces peatonales y otros nudos viales.

En el contexto de asegurar mejores condiciones para los ciclistas, las redes viales deben cumplir condiciones mínimas de infraestructura en términos de durabilidad, seguridad, funcionalidad, de manera de contribuir al tránsito cómodo, seguro, fluido y ordenado.

En Chile, la mayor parte de las redes viales (tanto sus ciclovías como sus aceras y calzadas) constituyen bienes nacionales de uso público, siendo la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) quien define parámetros de diseño y construcción. Por su parte el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones se encarga de impartir normas sobre la señalización vial, otorgando responsabilidad a las municipalidades la instalación y mantención de la señalización del tránsito y al Ministerio de Obras Públicas en el caso de las vías sujetas a su tuición, basándose en las normas técnicas que emita dicho ministerio. La Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET) también contribuye en la redacción de la normativa en materia de

tránsito y circulación de los vehículos motorizados y no motorizados, regulando la señalización del tránsito y definiendo las especificaciones de cada elemento de señalización, además de establecer los criterios técnicos acerca de las condiciones en que estos elementos deben ser instalados, con el propósito de entregar mejores índices de serviciabilidad a quienes utilizan estas vías. Y desde el punto de vista de la seguridad, una señalización adecuada es fundamental en la puesta en servicio de una vía transitable.

A pesar que se cuenta con normativa acerca de cómo y con qué se debe construir, en este contexto, nos enfrentamos a otro problema que es la mantención de los proyectos viales, no basta con un buen diseño constructivo, sino que también se debe considerar el estado de conservación que presentan las vías en el tiempo, ya que, en muchos casos la mantención a las demarcaciones se realiza cuando estas son muy deficientes volviéndose imperceptibles e inseguras en la oscuridad, por lo que el objetivo para el que fueron concebidas no se estaría cumpliendo. En general quizás no existe la suficiente fiscalización para detectar a tiempo cuál es la condición en que se encuentran tanto las vías como su señalética, si cumplen con las exigencias mínimas o si los materiales utilizados son de la calidad que ameritan estos proyectos. Existe una gran variedad de materiales para demarcar, con diversidad de costos, duración y métodos de instalación, correspondiendo 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 (Manual de Señalización del Tránsito, Capítulo 3, 2012).

Si bien la normativa menciona quién es el responsable de mantenerlas, no indica la frecuencia con la que debe realizarse o los parámetros de tiempo para realizar una mantención, sin embargo, se estima que estas mantenciones deben realizarse anualmente. Integrar una red de caminos con un adecuado diseño vial es fundamental para que tanto las personas como los vehículos transiten de forma segura, minimizando el riesgo de accidentes que ocurren tanto por la imprudencia de las personas y conductores, como también por el mal estado en que se encuentra la señalética debido a la falta de mantenimiento.

La selección de materiales es clave en la durabilidad de toda construcción. El estado de conservación de una obra estará dado por factores ambientales, uso, paso del tiempo y en gran medida por la calidad de los materiales, los cuales determinarán la periodicidad y el alcance de las mantenciones necesarias para garantizar su buen estado en el tiempo.

El presente trabajo se centrará en soluciones alternativas a través de materiales con propiedades luminiscentes, para el uso en señaléticas horizontales, tales como líneas, símbolos, letras u otras indicaciones conocidas como demarcaciones, su vida útil a modo de poder determinar qué impacto económico puede llegar a tener su aplicación en las ciclovías.

OBJETIVO GENERAL

Exponer los materiales luminiscentes aplicables a las demarcaciones en ciclovías, y presentar una propuesta a nivel local.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar cuáles son los proyectos de ciclovías desarrollados con materiales luminiscentes a nivel mundial.
2. Exponer y estudiar nuevos materiales con propiedades luminiscentes.
3. Presentar una propuesta de demarcación de ciclobanda a nivel local con material luminiscente y comparativo de valores entre una solución convencional versus una solución luminiscente.

SOLO USO ACADÉMICO

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE

A lo largo de la historia la evolución de la construcción ha estado ligada a la disponibilidad de materiales, a los procesos constructivos y maquinarias con los que cuenta el hombre para enfrentar cada uno de los proyectos que, en algunos casos son todo un desafío para la ingeniería moderna. Hoy, uno de los retos es la eficiencia energética. En la última década en países como Holanda, Polonia e Inglaterra, ciclovías y senderos han tomado un protagonismo jamás pensado. Construcción de ciclovías pavimentadas con materiales que guardan propiedades luminiscentes, capaces de cargarse de energía por sí mismas, y cuando el sol se pone estas resplandecen como estrellas en el cielo.

Algunas de estas construcciones han sido premiadas al Mejor Concepto de Futuro, Premio de Diseño Holandés, Premio Accenture a la Innovación, Premio Global Business Excellence de 2013. Los valores publicados hablan que los proyectos realizados en Holanda bordean los \$1.120 euros, mientras que el realizado en Inglaterra \$90 euros el metro lineal. Todos en un ámbito de prueba, estos proyectos estuvieron sujetos a análisis en cuanto a durabilidad, resistencia, y si la solución luminiscente escogida era capaz de brindar la luz necesaria para convertirla en un camino seguro.

Un ejemplo es la ciclovía Van Gogh Path, concebida por el artista y arquitecto Daan Roosegaarde, desarrollado por el Studio Roosegaarde y con la colaboración de la empresa de desarrollos constructivos Heijmans N.V. Una obra que nace en homenaje al artista Vincent Van Gogh, inspirada en la famosa pintura “The Starry Night” (La Noche Estrellada). Se conoce como el proyecto símbolo en utilizar materiales con propiedades luminiscentes. Esta ciclovía fue habilitada el 13 de noviembre del 2014, y se encuentra ubicada en Nieuw Ámsterdam, Holanda. El sendero contempla algunos tramos con un total de 600 metros lineales de recubrimiento de árido prefabricado en resina luminiscentes y luces led. Estas piedras logran captar la luz solar, para brillar en la noche, hasta por ocho horas. Las luces led son elementos de apoyo para asegurar la carga en días nublados, situadas en los bordes del camino. Esta innovadora tecnología evitó la instalación de alumbrado público, solucionando la problemática del ahorro energético, no tiene impacto visual en las personas, no requiere mantenimiento, es enormemente atractiva, pero además ha potenciado el turismo de corta permanencia en la zona. Se espera construir más ciclovías de este tipo en ese país, esto con el objetivo de impulsar el uso de medios de transporte eco-amigables y reducir las emisiones CO2.

Smart Highway, otro proyecto desarrollado por Daan Roosegaarde de Studio Roosegaarde y Heijmans N.V. Se trata de la autopista N°329, en Oss, Holanda. Sus 3 Líneas Longitudinales Continuas fueron demarcadas con pintura fotoluminiscente de color verde, las cuales se cargan durante el día mediante la absorción de luz solar para brillar durante la noche. Este proyecto está basado bajo el mismo concepto: una solución que permita reducir o eliminar el alumbrado público, la sobrecarga lumínica, y aumentar

la seguridad al brindar al conductor una mejor visibilidad. Luego de un periodo de tres meses de prueba, fue inaugurada en octubre del 2014.

En 2016, el Centro de Desarrollo de Materiales de Pavimentación TPA Instytut Badan Technicznych, inspirado en la Van Gogh Path, diseñó en la ciudad de Lidzbark Warminski, Polonia, una ciclovía y demarcación del tipo símbolo con material luminiscente. En este caso, la información encontrada habla de un recubrimiento con árido fotoluminiscente azul. Este material cuenta con propiedades luminiscentes: se cargan durante el día mediante la absorción de luz solar liberándola durante la noche, llegando a brillar un promedio de 8 horas. A diferencia de la Van Gogh Path, este proyecto no contempla el apoyo de luces led, convirtiéndolo en una solución autónoma que, además de las ventajas de gran ahorro energético y de recursos, incentiva el uso de la bicicleta. Los desarrolladores de estos proyectos hablan de otro beneficio que presentan las demarcaciones de este tipo con materiales luminiscentes sobre la percepción de esta luz por el ojo humano, mejorando la visibilidad tanto para el conductor como para el ciclista, aumentando la seguridad vial. El director de la Junta de Caminos Regionales, en Olsztyn, Polonia Królikowski (2016) afirma “La creación de estos senderos es parte de nuestra campaña por aumentar la seguridad en el tránsito”.

StarPath, es un proyecto de la empresa especialista en caminos y veredas Pro-Teq Surfacing Ltd. de Reino Unido. Se encuentra ubicado en el parque Christ’s Pieces en Cambridge, Inglaterra. Este es un parque ubicado en el centro de la ciudad, como tal, un eje importante ya que hasta 20.000 usuarios entre ciclistas y peatones usan a diario esta vía pública como cruce. Este proyecto de 140 metros es una obra de repavimentación del camino con árido luminiscente que provee a este sendero una apariencia normal durante el día, pero al caer la noche brilla en la oscuridad. Esta solución responde por una parte a la problemática de ahorro de energía en cuanto a cómo reemplazar el alumbrado público en algunas zonas, y por otra a un tema de planificación urbana, ya que es una solución para las vías de hormigón o asfalto que están llegando al final de su vida útil, proponiendo la recuperación de estas vías no sólo con un acabado decorativo y práctico, sino que también evita el impacto de reemplazar un camino existente por uno nuevo. La ejecución de este proyecto se realizó a través de un método de pulverizado y la aplicación del material por capas. Se compone de una base de poliuretano para facilitar la adhesión a la superficie y recibir el material, una segunda capa con agregados como gravas, arenas junto con árido luminiscentes capaces de absorber las radiaciones solares, y una última capa sellante, impermeable para conseguir que el brillo sea más duradero, aumentando la resistencia al desgaste y al agua. Su proceso de ejecución tuvo una duración de aproximadamente una hora. De esta forma, esta solución utilizada para demarcar vías se vuelve eficiente en tiempos de ejecución, costo de mano de obra, equipamiento y maquinaria.

El siguiente capítulo mostrará materiales alternativos que, por sus características autosuficientes, implican cero huellas de carbono en su funcionamiento, son adaptables tanto en zonas rurales como urbanas, no requieren mantenimiento y son altamente atractivas. Sus características los convierten en una alternativa innovadora y disruptiva frente a los sistemas de señalización tradicionales para ciclovías.

CAPÍTULO II: MATERIALES CON PROPIEDADES LUMINISCENTES Y SU USO PARA DEMARCACIONES HORIZONTALES PLANAS EN CICLOVÍAS

Los materiales utilizados para demarcaciones son: pigmentos base, pinturas en frío a base solvente y poliuretano bicomponente, pinturas acrílicas, áridos de cuarzo y otros prefabricados. Todos ellos con propiedades luminiscentes.

Luminiscencia

La luminiscencia es percibida en un material cuando un átomo recibe algún tipo de radiación y ciertos electrones son excitados, alcanzando de manera temporal una saturación de energía provocando salten a un orbital superior, pero cuando estos electrones vuelven a su estado fundamental (original o inicial) liberan este exceso de energía a través de un fotón de luz.

Tipos de Luminiscencia

Dependiendo del tipo de energía que incide en el material, para transformarlo en luminiscente, estos procesos se clasifican en: Fotoluminiscencia, cuando la fuente de energía proviene de radiación electromagnética (ultravioleta); Quimioluminiscencia, a través de una reacción química; Electroluminiscencia, a través de corriente eléctrica; Radioluminiscencia, por energía nuclear.

Materiales

1. Pigmento.

Son materiales base, en polvo, luminiscentes, para base disolvente y base agua.

Compuesto: Es un material de alta pureza, compuesto de aluminato de estroncio, que es un mineral inodoro, no inflamable, y que al activarlo actúa como fotoluminiscente.

Color: Se fabrican en colores que en la oscuridad son visibles en verde o azul, pero a la luz el pigmento tiene un color neutro amarillo claro. Brillan a la sombra o en oscuridad total, luego de haber recibido luz natural o artificial.

Tiempo de Luminiscencia: Proporcionan luminosidad por hasta 8 horas.

Tamaños: Los tamaños de los pigmentos van desde muy finos de 25 a 45 micras, hasta pigmentos de 70 micras.

Usos: Se puede fabricar principalmente pinturas luminiscentes y resinas luminiscentes.

Imagen N° 1: Pigmento Luminiscente – Expuesto a la luz.



Fuente: Luminiscentes Canarias.

Imagen N° 2: Pigmento Luminiscente – Expuesto a la oscuridad.



Fuente: Luminiscentes Canarias.

2. Pintura Poliuretano Bicomponente.

La pintura de poliuretano es un esmalte fotoluminiscente fabricado exclusivamente para uso industrial. Esta formulada para resistir inclemencias del tiempo, agentes químicos, marinos, etc.

Compuesto: Es un material de alta pureza, compuesto de aluminato de estroncio.

Características: Material de alta adherencia, secado rápido, alta resistencia al tránsito rodado, buen desempeño en condiciones climáticas adversas y agentes químicos, rápida puesta en servicio, con excelentes terminaciones.

Color: Los colores en la oscuridad son verde y azul, mientras que al exponerlo a la luz su color es neutro amarillo claro. En cuanto a categoría de luminiscencia estos colores se pueden fabricar Clase B y Clase A, alta luminosidad y máxima luminosidad respectivamente.

Tiempo de Luminiscencia: Se carga en 30 minutos, para lograr 8 horas de carga completa. El tiempo de luminiscencia cesará con la salida del sol, con la que volverá a cargarse.

Usos: Utilizada en la demarcación de pavimento, de rutas de evacuación, bordes de andén, carriles, señalización de suelos industriales, en aceros, maderas, hormigón, fibrocemento, ladrillos porosos y piedra artificial.

Certificación: Certificado de Radiactividad Pintura Luminescente Poliuretano (ver anexo N°1). Certificado de Ecotoxicidad Pintura Fotoluminiscente Poliuretano (ver anexo N°2).

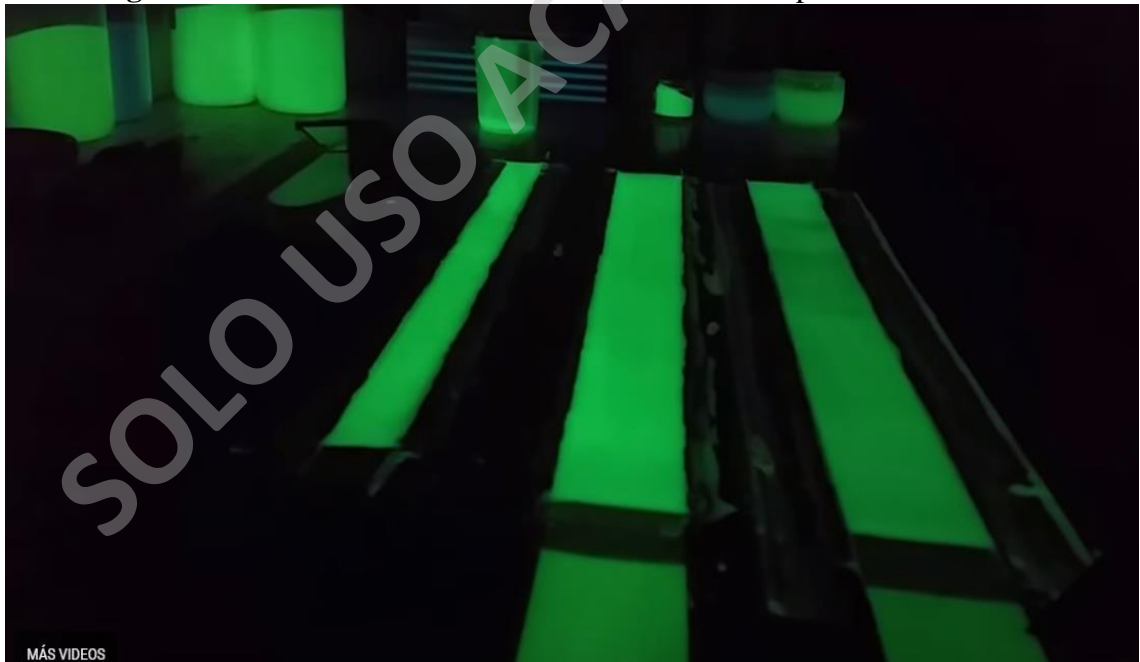
Vida útil: Tiempo de duración aproximado en pavimento con tráfico rodado entre 5 y 7 años, dependerá de si hay poca fricción, y cuan sucio es el tránsito que van a tener.

Imagen N° 3: Pintura Luminiscente de Poliuretano – Expuesta a la luz.



Fuente: Luminiscentes Canarias.

Imagen N° 4: Pintura Luminiscente de Poliuretano – Expuesta a la oscuridad.



Fuente: Luminiscentes Canarias.

Imagen N° 5: Líneas Longitudinales - Pintura Luminiscente de Poliuretano.



Fuente: Luminiscentes Canarias.

3. Pintura Acrílica Base Disolvente.

Pintura fotoluminiscente, su fabricación es exclusivamente industrial, utiliza diluyente del tipo solvente.

Compuesto: A base de pigmentos de aluminatos de estroncio de muy alta potencia lumínica. Utilizan diluyente xileno o tolueno. Para una solución autodeslizante se puede mezclar con áridos en cantidad aproximada del 50% de los kilos de pintura usada.

Características: Es un material de alta calidad y buena terminación. Alta adherencia y flexibilidad, secado rápido, en consecuencia, rápida puesta en servicio. Buena resistencia a condiciones climáticas y agentes químicos.

Color: Los colores en la oscuridad son verde y azul, mientras que al exponerlos a la luz su tono es neutro amarillo claro. En cuanto a categoría de luminiscencia estos colores se pueden fabricar Clase B y Clase A, alta luminosidad y máxima luminosidad respectivamente.

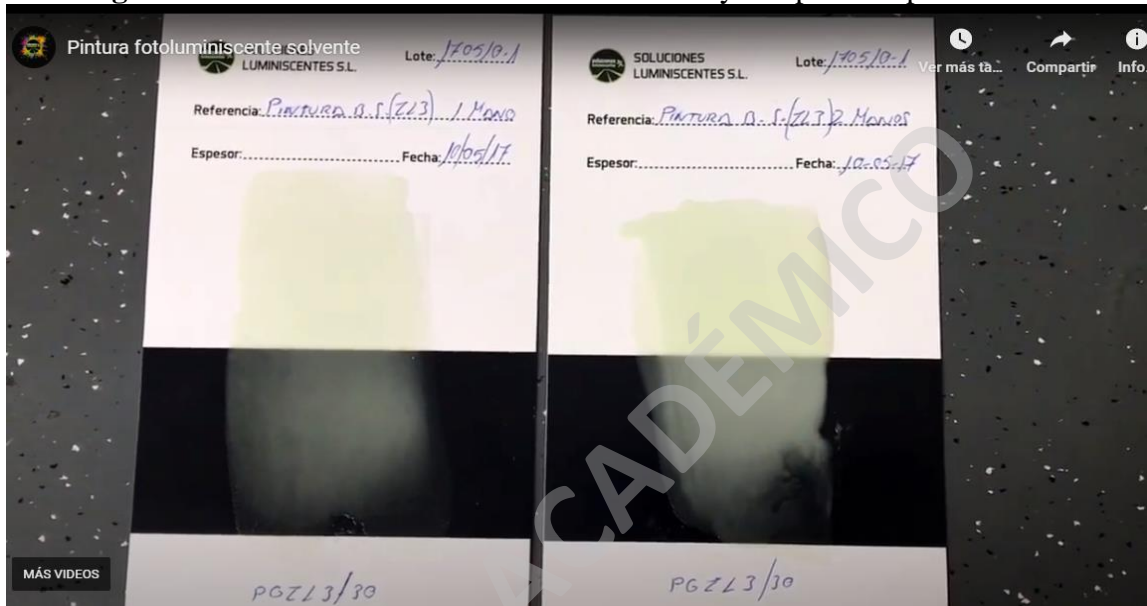
Tiempo de Luminiscencia: Proporcionan luminosidad por hasta 8 horas.

Usos: Algunas aplicaciones como en pavimento y paredes, así como hormigón en naves industriales, parkings, carreteras o carriles que soporten un tráfico intenso.

Vida útil: Tiempo de duración aproximado en pavimento con tráfico rodado entre 5 y 7 años, dependerá de si hay poca fricción, y cuán sucio es el tránsito que va a recibir.

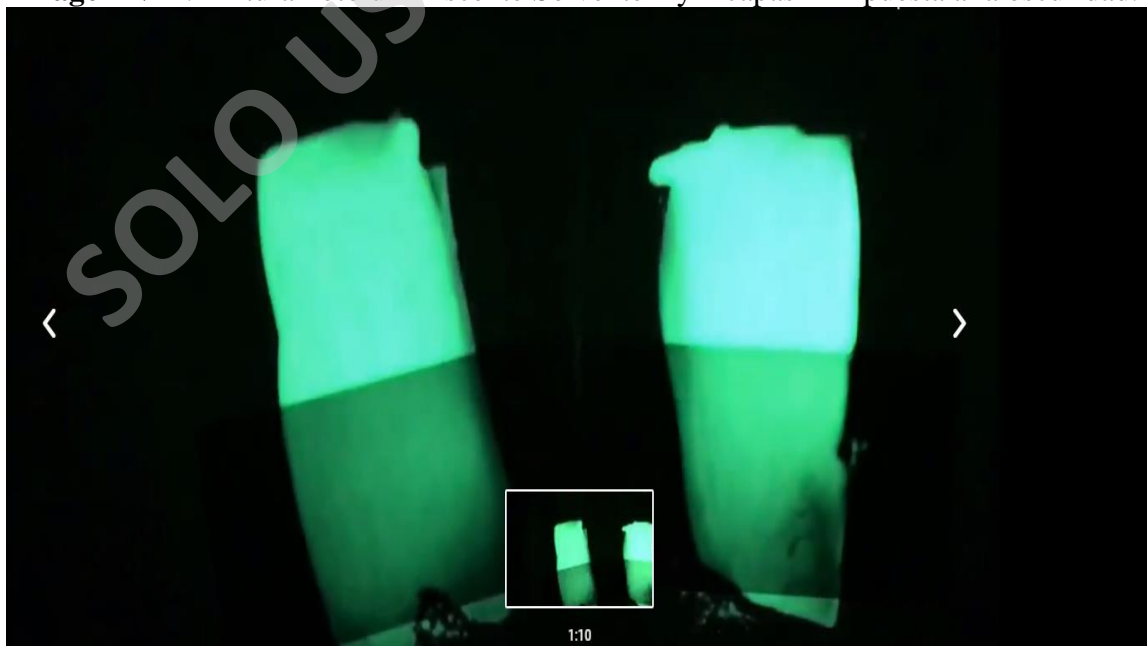
Certificación: Certificado de Radiactividad Pintura Acrílica Base Solvente (ver anexo N°3). Certificado de Ecotoxicidad Pintura Fotoluminiscente (ver anexo N°4).

Imagen N° 6: Pintura Fotoluminiscente Solvente 1 y 2 capas – Expuesta a la luz.



Fuente: Luminiscentes Canarias.

Imagen N° 7: Pintura Fotoluminiscente Solvente 1 y 2 capas – Expuesta a la oscuridad.



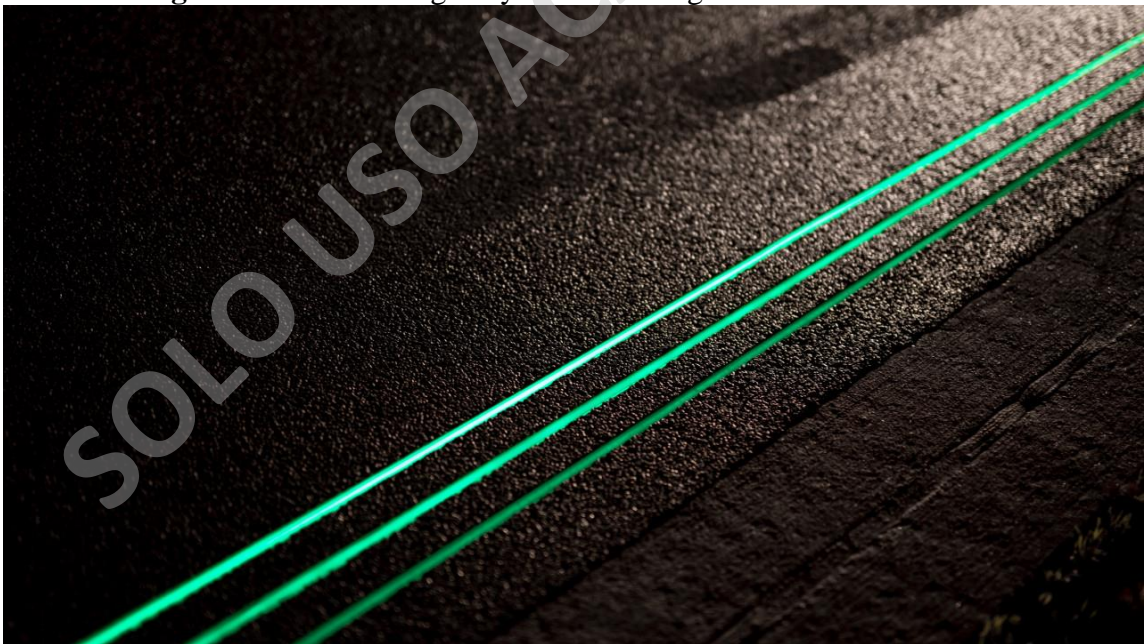
Fuente: Luminiscentes Canarias.

Imagen N° 8: Smart Highway - Líneas Longitudinales Luminiscentes.



Fuente: Luminiscentes Canarias.

Imagen N° 9: Smart Highway - Líneas Longitudinales Luminiscentes.



Fuente: Estudio Roosegaarde.

Imagen N° 10: Smart Highway - Líneas Longitudinales Luminiscentes.



Fuente: Revista Construir.

4. Árido luminiscente.

Cuarzo.

Piedras de cuarzo fotoluminiscentes, tamaño 0.5-1mm azul, 1-2 mm azul, 8- 10 cm.
Estas piedras se pueden utilizar incrustándolas en cemento fresco.

Imagen N° 11: Piedras de Cuarzo Luminiscentes Irregulares.



Fuente: Luminiscente Chile.

Imagen N° 12: Recubrimiento de Camino - Árido Luminiscente.



Fuente: Luminiscentes Canarias.

Imagen N° 13: Starpath Parque Christ's Pieces - Cambridge, Inglaterra.



Fuente: Nevada Design.

Imagen N° 14: Ciclovía Luminosa – Polonia.



Fuente: Biin.

Árido Prefabricado.

Material de alta tecnología compuesto de resina y aluminato de estroncio. Es un producto ultra-fotoluminiscentes (más brillante). Desarrollado para uso en suelo exterior,

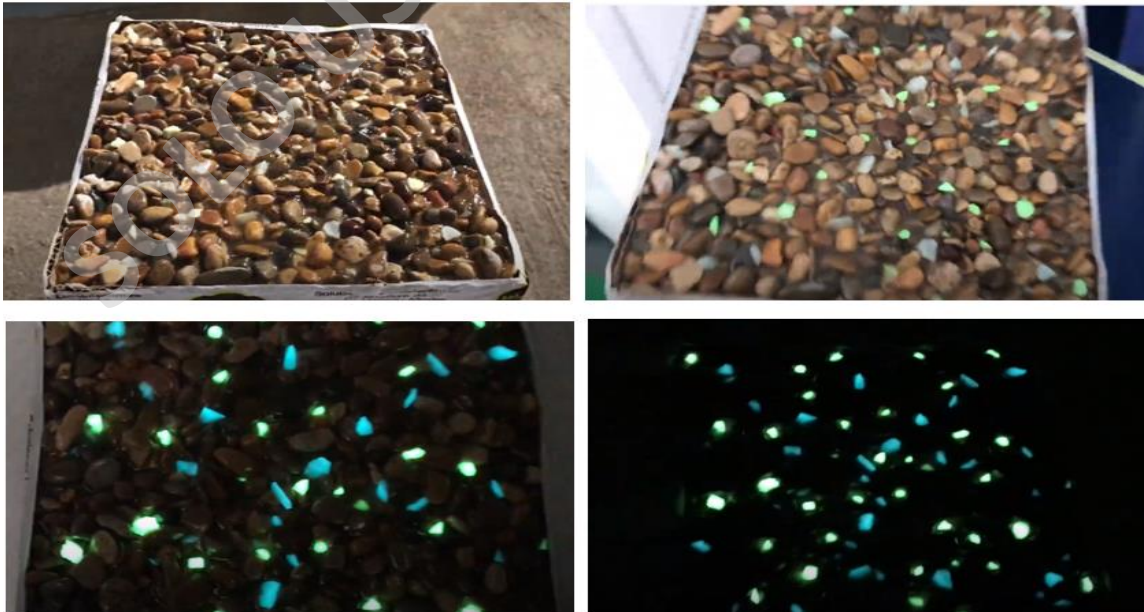
material de alta resistencia a la intemperie, alta durabilidad y tráfico rodado. Se integra en hormigones en la capa exterior. Alta potencia de luz y duración de tiempo emitiendo luz, tiempo requerido de carga 10 minutos. Su capacidad de absorber y emitir luz es infinita, no requieren mantención.

Imagen N° 15: Árido Prefabricado en Resina - Ultra-fotoluminiscente.



Fuente: Luminiscentes Canarias.

Imagen N° 16: Árido Prefabricado en Resina – Ultra-fotoluminiscente.



Fuente: Luminiscentes Canarias.

Ensayos.

Los ensayos de luminancia certifican un excelente comportamiento del material ultra-fotoluminiscentes, por sobre los valores correspondientes a las máximas categorías de material según las normas europeas aplicables.

Imagen N° 17: Ensayos de laboratorio con Night-Way - Alta Tecnología Luminiscente.

NORMA	LUMINANCIA FOTONICA VALORES ASEGURADOS UNA VEZ LA ACTIVACIÓN HA CESADO (1000 LUX/5MIN)		TIEMPO DE ATENUACIÓN FINAL HASTA 0,3 MCD/M2
	T=10 minutos	t=60 minutos	
UNE 23035-4:2003 Material Clase A (Máxima categoría)	210 mcd/m2	29 mcd/m2	3000 minutos
DIN 67510-4:2008 Material Clase D (Máxima categoría)	260 mcd/m2	35 mcd/m2	2000 minutos
Valores material NIGHT-WAY	700 mcd/m2	90 mcd/m2	9000 min. (UNE 23035) 6000 min. (DIN 67519)

Fuente: Luminiscentes Canarias.

Imagen N° 18: Van Gogh Path – Ciclovía Holanda.



Fuente: Studio Roosegaarde.

Imagen N° 19: Van Gogh Path – Ciclovía Holanda.



Fuente: Studio Roosegaarde.

Normativa Europea.

En Europa, los productos fotoluminiscentes en general se rigen por la norma alemana DIN 67510, mientras que en España son regulados por la norma UNE 23035, de Seguridad contra incendios y señalización fotoluminiscente, que se divide en 4 volúmenes. “Esta norma define característica, composición, propiedades, clases y demás exigencias aplicables a los productos luminiscentes que intervienen en los sistemas de señalización” (UNE 23035-4 - Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente / Condiciones generales mediciones y clasificación, 2003).

Respecto a la intensidad luminosa por metro cuadrado (mcd/m^2) que pueden llegar a tener los materiales fotoluminiscentes como pigmentos, pinturas y gránulos, esta norma los categoriza en A y B (alta y baja luminancia respectivamente), siendo la categoría B los valores mínimos aceptados. También establece que los pigmentos y productos fotoluminiscentes no podrán ser nocivos para la salud y el medio ambiente.

1. Pigmento Fotoluminiscente: Su composición debe ser a base de pigmentos inorgánicos de Sulfuro y Zinc y/o aluminatos sin contenidos de fósforos y plomo (inferior a 0.01%). No podrán ser nocivos para la salud y el medio ambiente. Su alcance será para pinturas mono y bicomponente. Deberán asegurar cierta resistencia a aceites vegetales o derivados de petróleo, a detergentes neutros, trementinas y xileno.

Las características y procedimientos para su determinación de acuerdo a esta norma son:

Imagen N° 20: UNE 23035-4: Tabla 1 – Pigmentos fotoluminiscentes.

Categoría A

	Características	Procedimientos
Luminiscencia medida en condiciones de laboratorio	Luminancia a 10 min ≥ 270 mcd/m ² Luminancia a 60 min ≥ 39 mcd/m ² Tiempo de atenuación $\geq 3\ 600$ minutos	Según UNE 23035-1
Composición y aditivos	Pigmentos inorgánicos de sulfuro de Zinc y/o Aluminatos sin contenido de Fósforo y Plomo apreciables (inferior al 0,01%)	Procesos analíticos
Cámara de niebla salina	Sin decrecimiento de un 5% sobre valores iniciales de iluminancia a las 96 h de exposición	Según UNE-EN ISO 7253
Radioactividad	<74 kBq/kg ¹⁾	Procesos analíticos

1) Este valor deberá corresponder con el especificado en la legislación vigente en cada momento.

Categoría B

Mismas características y procedimientos que para tipología A, excepto:

	Características	Procedimientos
Luminiscencia medida en condiciones de laboratorio	Luminancia a 10 minutos ≥ 60 mcd/m ² Luminancia a 60 minutos $\geq 7,8$ mcd/m ² Tiempo de atenuación ≥ 900 minutos	Según UNE 23035-1

Fuente: AENOR.

2. Pinturas acrílicas: Son pinturas acrílicas al agua o disolvente, su composición debe ser a base de pigmentos inorgánicos de Sulfuro y Zinc y/o aluminatos sin contenidos de fósforos y plomo (inferior a 0.01%). Deberán asegurar cierta resistencia, a aceites vegetales o derivados de petróleo, a disoluciones acidas (max. 10%) y a detergentes neutros.

Las características y procedimientos para su determinación de acuerdo a esta norma son:

Imagen N° 21: UNE 23035-4: Tabla 4 – Pinturas y tintas de recubrimiento.

Categoría A

	Características	Procedimientos
Luminiscencia medida en condiciones de laboratorio	Luminancia a 10 min ≥ 210 mcd/m ² Luminancia a 60 min ≥ 29 mcd/m ² Tiempo de atenuación $\geq 3\ 000$ minutos	Según UNE 23035-1
Composición y aditivos	Pigmentos inorgánicos con resinas	
Cámara de niebla salina	Sin decrecimiento de un 5% sobre valores iniciales de iluminancia a las 96 h de exposición	Según UNE-EN ISO 7253
Radiactividad	<74 kBq/kg ¹⁾	

1) Este valor deberá corresponder con el especificado en la legislación vigente en cada momento.

Categoría B

Mismas características y procedimientos que para tipología A, excepto:

	Características	Procedimientos
Luminiscencia medida en condiciones de laboratorio	Luminancia a 10 minutos ≥ 40 mcd/m ² Luminancia a 60 minutos $\geq 5,6$ mcd/m ² Tiempo de atenuación ≥ 800 minutos	Según UNE 23035-1

Fuente: AENOR.

3. Gránulos fundibles: Serán en base a resina epoxídica, pigmentos fotoluminiscente inorgánicos de Sulfuro y Zinc y/o aluminatos sin contenidos de fósforos y plomo (inferior a 0.01%). Su materia prima será plástica. En cuanto al grosor permitido se aceptará 1 milímetro como mínimo.

Las características y procedimientos para su determinación de acuerdo a estas norma son:

Imagen N° 22: UNE 23035-4: Tabla 5 – Gránulos.

Categoría A

	Características	Procedimientos
Luminiscencia medida en condiciones de laboratorio	Luminancia a 10 min ≥ 210 mcd/m ² Luminancia a 60 min ≥ 29 mcd/m ² Tiempo de atenuación $\geq 2\ 700$ minutos	Según UNE 23035-1
Cámara de niebla salina	Sin decrecimiento de un 5% sobre valores iniciales de iluminancia a las 96 h de exposición	Según UNE-EN ISO 7253
Radiactividad	<74 kBq/kg ¹⁾	

1) Este valor deberá corresponder con el especificado en la legislación vigente en cada momento.

Categoría B

Mismas características y procedimientos que para tipología A, excepto:

	Características	Procedimientos
Luminiscencia medida en condiciones de laboratorio	Luminancia a 10 minutos ≥ 40 mcd/m ² Luminancia a 60 minutos $\geq 5,0$ mcd/m ² Tiempo de atenuación ≥ 840 minutos	Según UNE 23035-1

Fuente: AENOR.

Normativa Chilena.

En Chile los materiales utilizados para las demarcaciones horizontales planas, son sometidos a ensayos bajo las Normas Nch, UNE, ASTM American Society of Testing Materials. De acuerdo al Manual de Carreteras, deberán cumplir con exigencias mínimas en cuanto a visibilidad nocturna y diurna, y con resistencia al deslizamiento, teniendo presente un factor importante a considerar como son las condiciones climáticas de la zona en donde se instalen y es que, debido a su exposición por encontrarse sobre la calzada, su visibilidad se ve afectada por condiciones climáticas y ambientales tales como nieve, lluvia, suciedad u otros. Estas exigencias podrán aumentar dependiendo del caso. Por esto, la elección del material debe responder tanto a durabilidad como también a la funcionalidad para la cual fue proyectado.

Los materiales permitidos en Chile para las demarcaciones planas (aquellas que tienen una altura de hasta 6 mm) son:

1. Pinturas convencionales.

a) **Alquídicas:** son esmaltes sintéticos con un alto contenido de disolventes. Poseen buena adherencia y comportamiento en pavimentos flexibles (asfálticos). Presentan un prolongado tiempo en el proceso de secado. No son compatibles con pavimentos de hormigón y su vida útil es corta.

b) **Alquídicas – Clorocaucho:** estas pinturas mitigan la facilidad de reblandecimiento del material bajo el efecto de la temperatura llamado termoplaticidad. Tienen un

excelente comportamiento en pavimentos flexibles (asfálticos), siendo recomendables para zonas urbanas. Presentan un prolongado tiempo en el proceso de secado, no son compatibles con pavimentos de hormigón y su vida útil es corta.

c) Acrílicas en base a solventes: material compuesto por polímeros acrílicos, predominando el metal metacrilato. Son pinturas con mejor desempeño y tiempo de secado rápido. Presentan una buena terminación, un buen comportamiento a la intemperie y agentes químicos, son compatible con pavimentos de hormigón, aunque presenta problemas de adherencia en pavimentos de asfalto.

d) Acrílicas en base a agua: material compuesto de polímeros acrílicos similares a los de base solvente. Son pinturas ecológicas, con mejor desempeño y secado rápido. Presentan una buena terminación, un buen comportamiento a la intemperie y son compatibles con todo tipo de pavimentos.

2. Termoplásticos de aplicación en caliente.

Su composición principal se basa en resinas de hidrocarburos derivados del petróleo, son aplicados después de exponerlos a cierta temperatura. Son libres de disolventes, lo que lo convierte en un material ecológico. Se utilizan para demarcar líneas viales con excelente poder cubridor sobre pavimentos flexibles, buena resistencia a la abrasión e intemperie, tiempo de secado rápido y, en consecuencia, una rápida puesta en servicio.

3. Plásticos multicomponentes de aplicación en frío.

Compuestos de polímeros acrílicos y monómeros acrílicos. Estos lo dotan de propiedades mecánicas y buena resistencia a la intemperie. Con ellos se demarcan cruces de peatones, símbolos y flechas. Presentan una buena terminación en cualquier tipo de pavimento, buena resistencia a la abrasión, son ecológicos y tienen un tiempo de secado rápido.

Una de las principales características que exige la norma chilena para las demarcaciones planas es la retrorreflectancia (visibilidad nocturna). “Las demarcaciones deberán ser visibles en cualquier período del día y bajo cualquier condición climática, por ello se confeccionan con materiales apropiados, como pinturas que, junto a microesferas de vidrio, se someten a procedimientos que aseguran retrorreflexión. Esta propiedad, permitirá que las microesferas sean visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.” (Manual de Carreteras, Volumen 6, 2005).

Imagen N° 23: Niveles Mínimos de Retrorreflectancia Inicial.

Angulos		Colores	
Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
3.5°	4.5°	300	180
1.24°	2.29°	200	120

Fuente: Manual de Carreteras, Volumen 6, 2005.

Imagen N° 24: Niveles Mínimos de Retroreflectancia a 180 Días (mcd/lux*m2).

Angulos		Colores	
Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
3.5°	4.5°	230	-
1.24°	2.29°	150	-

Fuente: Manual de Carreteras, Volumen 6, 2005.

De acuerdo a esta figura para poder medir los valores mínimos de retrorreflexión que deben presentar las demarcaciones planas se considera un ángulo de iluminación que se produce cuando las demarcaciones son iluminadas por un vehículo y un ángulo de observación que es la visibilidad del conductor.

Por otra parte, como herramienta de apoyo, en 2015 el Ministerio de Vivienda y Urbanismo elaboró un manual técnico que establece especificaciones mínimas de diseño y construcción de ciclovías de alto estándar. Este manual complementa la normativa vigente que entrega la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), Ordenanzas Municipales, Normas Chilenas, Ley General de Urbanismo y Construcciones, entre otros. Todas las demarcaciones se deben materializar con pintura termoplástica, y cumplir con los requisitos de mensaje, dimensión, emplazamiento, retrorreflexión, color, contraste y resistencia al deslizamiento, indicados en los Capítulos 3 “Demarcaciones” y 6 “Facilidades explícitas”, del Manual de Señalización de Tránsito. Adicionalmente, deben cumplir con las condiciones particulares de cada proyecto (como, por ejemplo: resistencia a agentes químicos como sales en zonas cercanas al mar). (Series Espacios Públicos, Construcción de Ciclovías, 2015).

Demarcaciones usadas en ciclovías y ciclobandas.

Líneas, letras símbolos son señales utilizadas específicas para demarcar el pavimento de estas vías, a través de ellas se entregan a los usuarios mensajes de advertencia, y regula la circulación en una vía, se pueden utilizar solas o con elementos de apoyo.

1. Líneas longitudinales para Ciclovías (vía bidireccional):

a) Líneas longitudinales Continuas: son aquellas utilizadas para separar dirección, señalar la prohibición de adelantar o virar. Se ubican en el eje central de la ciclovía y entregan indicación de la dirección en un cruce convencional. Tienen un ancho de 10 centímetros.

b) Líneas Longitudinales Segmentadas: estas líneas permiten adelantar y virar. Se ubican en el eje central de la ciclovía. Su diseño es de 1 metro de largo, ancho mínimo de 10 centímetros, cada línea separada por 2 metros.

c) **Otras líneas Longitudinales:** se utilizan cuando una ciclovía cruza una vía, indicando la vía que debe seguir el ciclista. Su diseño son cuadrados blancos de 50 centímetros de lado, separados uno del otro por 50 centímetros.

2. Líneas longitudinales para Ciclobandas (vía unidireccional):

a) **Líneas Longitudinales Continuas:** delimitan el uso exclusivo de bicicletas en una calzada. Su ancho mínimo es de 50 centímetros.

b) **Líneas Longitudinales Segmentadas:** son instaladas en las intersecciones e indican a los vehículos motorizados doblar a la derecha, siempre que no se encuentre un ciclista en la ciclobanda. Su diseño consiste en cuadrados blancos de 50 centímetros de lado, separados uno del otro por 50 centímetros.

c) **Líneas Transversales:** estas líneas se ubican en las ciclobandas e indican a los ciclistas donde deben detenerse en los cruces.

d) **Símbolos y Leyendas:** se utilizan para guiar, como advertencia y para regular el tránsito. Algunas de ellas son símbolo de ciclovía, flechas, ceda el paso y pare. Las demarcaciones se clasifican según su altura, las planas (aquellas que tienen una altura de hasta 6 milímetros), y no planas.

Mantención.

Son muchos los factores que inciden en el estado de conservación de las demarcaciones horizontales en las ciclovías que llevan a ejecutar una mantención: la calidad de los materiales utilizados; tanto el tiempo de puesta en servicio como la intensidad del tráfico; las condiciones ambientales y climáticas; el tipo de pavimento; dentro de la ejecución de la obra, la preparación de la superficie; el método y la maquinaria de aplicación; el control de calidad. Pero en general las empresas dedicadas a la ejecución de obras de demarcación vial, explican que las mantenciones para este tipo de proyectos se realizan anualmente. “Toda señalización tiene una vida útil que, en función de los materiales utilizados en su fabricación, de la acción del medio ambiente, de agentes externos y de la permanencia de las condiciones que la justifican. Por ello, resulta imprescindible que las autoridades responsables de la instalación y mantenimiento de las señales cuenten con un catastro de ellas y con un programa de mantenimiento e inspección que asegure su oportuna limpieza, reemplazo o retiro.” (Introducción al Manual de Señalización de Tránsito, Capítulo1, 2013).

De acuerdo a esto, para ejecutar una obra de mantenimiento, el Manual de Carreteras señala que la inspección técnica evaluará el estado de conservación de la demarcación con énfasis en el cumplimiento de las exigencias en cuanto a su diseño, forma, dimensión, nivel de deterioro, visibilidad diurna y nocturna, y que el proyecto ejecutado

sea el proyectado en los planos. Por otra parte, es importante señalar que todo camino pavimentado cualquiera que este sea debe estar demarcado, por lo que la ausencia de alguna demarcación será calificada como falla severa, así como también las señales confusas e incorrectas. Para medir el nivel de deterioro de la demarcación se medirá el porcentaje del largo afectado y se asignará un valor de acuerdo a la siguiente escala:

Severidad baja: longitud afectada $< 5\%$

Severidad media: longitud afectada entre 5% y 20%

Severidad alta: longitud afectada $>20\%$

Otra instancia que obliga a ejecutar trabajos de mantención es la ejecución deficiente de un proyecto nuevo de demarcación. Como es el caso de una obra de construcción de ciclovía de alto estándar, en la ciudad de Talca. Aun cuando la obra se encontraba con recepción provisoria, según el informe de la contraloría Regional del Maule, este indica que la ciclovía presentaba deterioro prematuro de la pintura termoplástica en cruces, afectando las figuras por desprendimiento, alterando las dimensiones del patrón lo que lleva a incumplir con las exigencias mínimas de seguridad. La senda de color azul no era visible, en algunos tramos la ciclovía no cumplía con el ancho mínimo del proyecto y en otros el ancho del paso peatonal no coincidía con el ancho de la rampa. Falta de señalética, falta de trabajo de rebajes en veredas, y la ejecución incorrectos de estos.

CAPÍTULO III: PROPUESTA A NIVEL LOCAL DE DEMARCACIÓN DE CICLOBANDA CON MATERIAL LUMINISCENTE Y COMPARATIVO DE VALORES DE SOLUSIÓN LUMINISCENTE VERSUS UNA SOLUSIÓN CONVENCIONAL

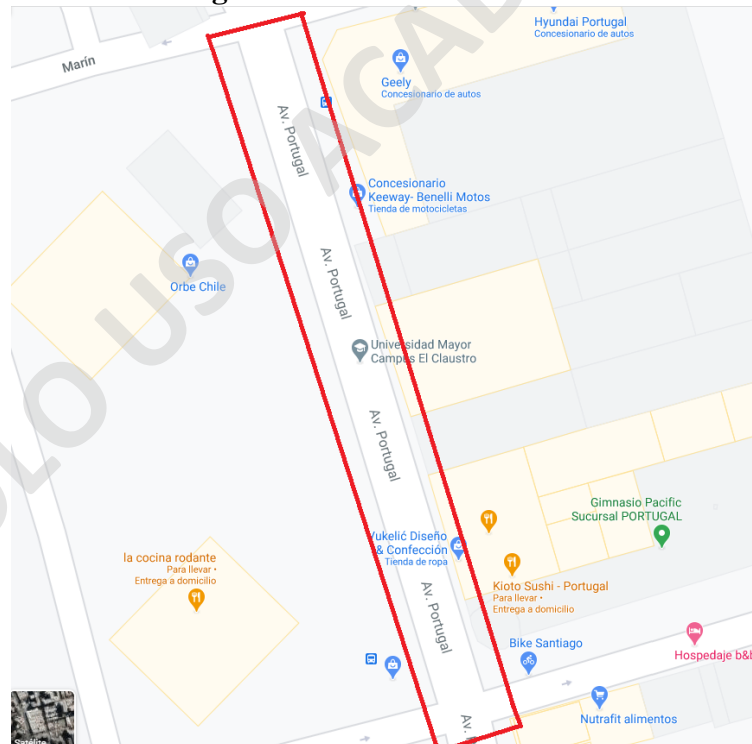
Descripción de la obra.

Se propone realizar demarcación de ciclobandas unidireccionales, sobre pavimento existente. La demarcación contempla revestimiento en vía de circulación, bordes delimitantes por líneas longitudinales segregadas y cruce peatonal.

Ubicación.

La demarcación está proyectada en Av. Portugal, entre calles Marín y Santa Victoria, con habilitación de cruces peatonales de intersección de Av. Portugal y Santa Victoria, en la comuna de Santiago.

Imagen N° 25: Plano de ubicación.



Fuente: Google maps.

Las razones por las cuales se escoge este tramo son: se encuentra ubicado en una zona céntrica de la ciudad; cuenta con dos ciclobandas unidireccionales sobre la calzada; con alta circulación de ciclistas. El estado de conservación de estas debe ser adecuado, o

suficiente para garantizar la seguridad de quienes la utilizan. Actualmente, Av. Portugal, está equipada con ciclobandas unidireccionales, al oriente dirección norte y al poniente dirección sur, respectivamente.

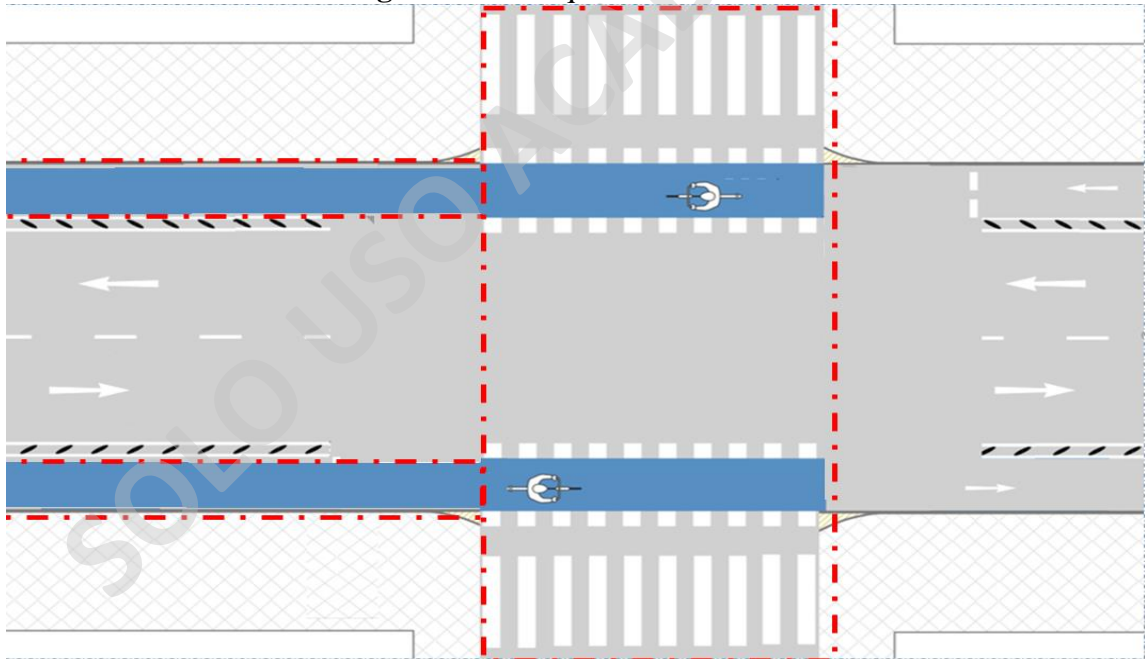
Demarcación.

Demarcación ciclobandas: demarcación vía de circulación, con un área total de 372 metros cuadrados (ancho 1,5 metros, longitud total 124 metros por cada ciclobanda). Se utiliza pintura luminiscente de color azul.

Demarcaciones bordes delimitantes: demarcación de líneas segmentadas, con un área total de 10 metros cuadrados (40 cuadrados de 50 centímetros de lado). Se utiliza pintura luminiscente de color blanca.

Demarcación cruce peatonal: demarcación con un área total de 40 metros cuadrados (20 líneas de 400 centímetros de largo y 50 centímetros de ancho). Se utiliza pintura luminiscente de color blanca.

Imagen N° 26: Esquema Demarcación.



Fuente: Catálogo Arquitectura OGUC. Imagen modificada.

Imagen N° 27: Vista Actual Ciclobanda- Dirección Norte.



Fuente: Propia (2019).

Material.

Pintura poliuretano bicomponente luminiscente

Los materiales convencionales utilizados para demarcar la señalización horizontal en ciclovías están expuestos a un importante desgaste, lo cual implica obras de mantenimiento anual, al verse afectada su principal característica que es brindar seguridad a los usuarios. Es por esto que para la propuesta luminiscente el material escogido es Pintura Poliuretano Bicomponente Luminiscente. Este material este fabricado para uso en pavimento exterior, alta adherencia, alta resistencia al tráfico rodado y a la intemperie, con excelente terminación, reúne características tales como: autosuficiencia (se cargan de forma autónoma con el aprovechamiento de rayos UV),

periodo de luminiscencia de hasta 8 horas, vida útil entre 6-7 años, no requiere mantención. Su rendimiento es 1,5 Kl/m2.

Análisis de Precio m2.

Tabla N° 1: Costo recubrimiento pintura luminiscente.

Ítem	Partida	Descripción	Un.	Cantidad	Precio Neto Un. (\$)	Precio Neto Total (\$)
1	Limpieza	Limpieza y lavado de superficie con sistema hidrolavadora, 422 m2.	gl.	1	2.096.560	2.096.560
2	Mano de obra y pintura blanca	Demarcación de bordes delimitantes 50X50cm (40 unidades) con pintura acrílica de alto tráfico con sembrado de microfibra reflectante, color blanco, mediante equipo airless.	m2	10	\$53.041	\$530.410
3	Mano de obra y pintura blanca	Demarcación de Cruce Peatonales (1 pasada) con pintura acrílica de alto tráfico con sembrado de microfibra reflectante, color blanco, mediante equipo airless.	m2	40	\$34.553	\$1.382.120
4	Mano de obra y pintura azul	Mano de obra ciclobandas azul (valor considera 2 manos de pintura base y pintura luminiscente)	m2	372	\$5.800	\$2.157.600
5	Pintura base	Pintura base poliuretano para ciclobanda azul (valor considera 2 manos)	m2	372	\$1.264	\$470.208
6	Material	Diluyente poliuretano	lt	19	\$3.790	\$72.010
7	Pintura luminiscente azul	Pintura poliuretano luminiscente (considera 2 manos)	m2	372	\$199.252	\$74.121.744
					Total Neto	80.830.652

Fuente: Ver anexo N°6, N°7.

1. Ejecución de obra solución luminiscente.

a) Inspección técnica: realizar inspección para constatar estado del pavimento a demarcar. Antes de realizar los trabajos se debe considerar los siguientes factores ambientales: temperatura del pavimento debe superar en 3°C la temperatura del punto de rocío, la temperatura ambiente debe ser entre 5° y 35°C y con velocidad del viento hasta 25 km/h.

b) Preparación de pavimento: en este caso la superficie se encuentra con demarcación anterior, por lo que para una correcta adherencia del material se debe quitar la pintura existente e hidrolavar dejando un pavimento limpio, seco y libre de cualquier partícula que impida su adherencia.

c) Pintura base: aplicar 1 a 2 manos de pintura blanca de poliuretano, como capa base para recibir la pintura luminiscente, esto asegura una mayor absorción de luz y mayor.

d) Dosificación pintura luminiscente: la mezcla utiliza la proporción 1:1 de pintura y catalizador (el fabricante entrega dosificación del catalizador de acuerdo cantidad de pintura). La dosificación para el de diluyente del tipo poliuretano será máximo 10%.

e) Mezcla: la intensidad del mezclado debe ser muy intenso, vida útil de 6 a 8 horas.

f) Método: aplicar con espátula, brocha, rodillo o con pistola airless. En este caso, se recomienda una boquilla de no más de 1,5mm. 2 manos respectivamente.

g) Tiempo de secado: 20-30 minutos al tacto, tiempo recomendado entre mano y mano 3 a 4 horas, secado total 24 horas.

Comparativo de valores solución luminiscente versus solución convencional.

Análisis de Precio m2.

Pintura acrílica de alto tráfico con microesferas reflectante

En cuanto a valores en la siguiente tabla se muestra presupuesto por m2, para la misma obra de demarcación de ciclobandas, en pavimento existente, cruce peatonal y bordes delimitantes, con pintura acrílica con microesferas reflectante. La empresa cotizante incluye en el valor unitario la instalación y los materiales. El tiempo de ejecución de los trabajos serán dos días, (ver anexo N°5).

Tabla N° 2: Costo demarcaciones pintura acrílica con microesferas reflectante.

Ítem	Partida	Descripción	Un.	Cantdad	Precio Neto Un. (\$)	Precio Neto Total (\$)
1	Limpieza	Limpieza y lavado de superficie con sistema hidrolavadora.	gl.	1	2.096.560	2.096.560
2	Mano de obra y pintura	Demarcación de bandas delimitantes 40 unidades, de 50X50cm, (1 pasada) con pintura acrílica de alto tráfico con sembrado de microfibra reflectante, color blanco, mediante equipo airless.	m2	10	\$11.200	\$112.000
3	Mano de obra y pintura	Demarcación de Cruce Peatonales (1 pasada) con pintura acrílica de alto tráfico con sembrado de microfibra reflectante, color blanco, mediante equipo airless.	m2	40	\$5.400	\$216.000
4	Mano de obra y pintura	Demarcación ciclobanda (1 pasada) con pintura acrílica de alto tráfico con sembrado de microfibra reflectante, color azul, mediante equipo airless.	m2	372	\$5.800	\$2.157.600
					Total	\$4.582.160

Fuente: Elaboración propia. (Ver anexo N°5)

Comparativo de valores por m2.

Tabla N° 3: Comparativo de valores.

Solución	m2	Precio Neto Unitario (\$)	Precio Neto Total (\$)	% Costos
Demarcación con pintura poliuretano bicomponente luminiscente y reflectante	422	\$191.542	\$80.830.652	94%
Demarcación con pintura acrílica de alto tráfico con sembrado de microfibra reflectante	422	\$10.858	\$ 4.582.160	6%

Fuente: Propia.

Tabla N° 4: Valores de mantenciones anualmente.

Solución	Valor Obra	Duración en años	N° de mantenciones en 6 años	Inversión a 6 años	% Costos
Demarcación con pintura poliuretano bicomponente luminiscente y reflectante	\$80.830.652	6	-	\$80.830.652	66%
Demarcación con pintura acrílica de alto tráfico con sembrado de microfibra reflectante	\$4.582.160	1	6	\$27.492.960	34%

Fuente: Propia.

SOLO USO ACADÉMICO

CONCLUSIONES

El análisis de esta investigación demuestra que estos materiales reúnen las características necesarias para realizar demarcaciones horizontales en las ciclovías. Desde el punto de vista de los costos de implementación, el análisis realizado por metro cuadrado revela que la pintura poliuretano bicomponente luminiscente es un 94% más costosa que la solución tradicional, y esto se debe no solo al valor del material por sus características propiamente tal, sino que, además tienen un costo asociado de importación, encareciendo aún más su valor y hace inviable implementarla en la actualidad. Del punto de vista del ahorro de inversión anual por mantención de las demarcaciones horizontales, aunque el valor del costo disminuye a un 66%, sigue siendo muy elevado por lo que tampoco sería viable implementarla. Si el análisis lo hacemos desde el punto de vista del ahorro de inversión por la energía eléctrica que consume la luminaria pública, considerando doce luminarias led de 100 watts cada una, para el total de metros lineales, representa un ahorro estimativo anual de energía eléctrica de \$1.080.000. Lo que tampoco lo convierte en una solución viable. Es importante mencionar que las denominadas mantenciones no son más que obras nuevas y, por lo tanto, habría un ahorro económico real para los organismos responsables en cuanto a material, mano de obra y maquinaria. Desde el punto de vista del ahorro energético, implementar estas soluciones en ciclovías que se encuentren en zonas que no cuentan con alumbrado público, o iluminación poco eficiente, por ejemplo, en zonas rurales o como se ha implementado en países europeos, se convierte en una solución ya que son autónomas y se cargan a través de la energía solar.

La investigación de materiales para el uso de demarcación vial en nuestro país no ha sido ampliamente estudiada, sin embargo, ha aumentado considerablemente la información en cuanto a diseño de ciclovías, manuales técnicos, mejoramiento urbano de construcción, entre otros, pero existe una ausencia en la investigación de materiales eficientes o innovadores en este campo. En la próxima década la dotación de ciclovías aumentará considerablemente impactando en los proyectos de señalización vial por el uso de materiales poco eficientes y de corta duración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arévalo, R. (2018, noviembre). Requisitos para el diseño de ciclovías establecidos por la OGUC. *Catálogo Arquitectura*. Recuperado de: <https://www.catalogoarquitectura.cl/cl/oguc/requisitos-para-el-diseno-deciclovias-establecidos-por-la-oguc>

Contraloría General del Maule. (2018). *Informe Inspección de Obra Pública 1064-18, Serviu Maule, Obra construcción ciclovías alto estándar varios sectores de Talca, eje 18 oriente, tramo norte*. Recuperado de: <https://www.contraloria.cl/pdfbuscador/auditoria/10f36cc0e39811d235519c9600e1b333/html>

Contraloría General de Los Lagos. (2011). *Informe Investigación Especial 03-11, Municipalidad de Frutillar sobre estado y mantención de obras*. Recuperado de: <https://www.contraloria.cl/pdfbuscador/auditoria/0ed8b63493fdf6b06353bbd96ef50bc3/html>

Manual de Señalización de Tránsito (2012) – Capítulo 1: *Introducción Manual De Señalización del Tránsito*. CONASET. Recuperado de: https://www.conaset.cl/manualsenalizacion/document/capitulo1_introduccion.pdf

Manual de Señalización de Tránsito (2012) – Capítulo 3: *Demarcaciones*. CONASET. Recuperado de: https://www.conaset.cl/manualsenalizacion/document/capitulo3_Demarcaciones.Pdf

Ministerio de Obras Públicas. Manual de Carreteras (2010), Volumen N°6: *Seguridad Vial*. Recuperado de: <file:///D:/Perfil%20Usuario/Maissel%20Figueroa/Descargas/VOL%20N%C2%BA6%20-%20DIC.2010.pdf>

Ministerio de Obras Públicas. Manual de Carreteras (2014), Volumen N°7: *Mantenimiento Vial*. Recuperado de: https://portal.ondac.com/601/articles59862_doc_pdf.pdf

Ministerio de Obras Públicas. Manual de Carreteras (2014), Volumen N°8: *Especificaciones y Métodos de Muestreo, Ensaye y Control*. Recuperado de:

https://portal.ondac.com/601/articles-59858_doc_pdf.pdf

Ministerio de Obras Públicas. Manual de Carreteras (2014), Volumen N°5: *Especificaciones Técnicas Generales de Construcción*. Recuperado de https://portal.ondac.com/601/articles-59864_doc_pdf.pdf

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2015). Serie Espacios Públicos Urbanos, Volumen N°2: *Estándar Técnico Contractivo para Ciclovías*. Recuperado de: <https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/construccion-ciclovias.pdf>

UNE EN 23035-1. (2003). *Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 1: Medida y calificación*. Madrid: AENOR.

UNE EN 23035-4. (2003). *Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación*. Madrid: AENOR.

SOLO USO ACADÉMICO

ANEXOS.

Anexo 1.
Certificado de Medida de Radiactividad.

 **UGR** Universidad de Granada

CERTIFICADO DE MEDIDA DE RADIATIVIDAD

El Laboratorio de Radioquímica y Radiología Ambiental de la Universidad de Granada (España), ha medido la radiactividad de una muestra de **PINTURA LUMINISCENTE**, facilitada por **Soluciones Luminiscentes S.L.**

A partir de las medidas efectuadas podemos certificar que la mencionada muestra está libre de aditivos radiactivos artificiales dado que los radionucleidos detectados son de origen natural, y las concentraciones detectadas son las habituales en la naturaleza.

Las medidas han sido realizadas utilizando un espectrómetro gamma multicanal marca Canberra, con un detector de Germanio hiperpuro tipo reverse, un analizador con una memoria de 16384 canales y utilizando una geometría Duquesa de 60 mL.

Descripción del producto: PINTURA LUMINISCENTE
Lote: 150420-3 (Pintura Luminiscente de Poliuretano)


Muestra suministrada por: Soluciones Luminiscentes S.L.

Análisis de la muestra: 44.64 gramos durante 24 horas.

Radionucleido	Actividad (Bq/Kg)	LID (Bq/Kg)
K-40	80.490 ± 41.210	40.500
Bi-214	17.778 ± 5.923	6.150
Pb-214	10.060 ± 4.966	6.450

LID: Límite de Detección

Fecha del análisis: 04 de Julio de 2015


Firmado: Prof. Mª Angeles Ferro García
Coordinadora del Laboratorio de Radioquímica y Radiología Ambiental
Departamento de Química Inorgánica


Ldo. Manuel Cobos Díaz
Analista Radioquímico
Laboratorio de Radioquímica y Radiología Ambiental
DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA, FACULTAD DE CIENCIAS
E-18071 - GRANADA (ESPAÑA)

Facultad de Ciencias
Avda. Fuente Nueva, s/n
18071 GRANADA
Telf.: 958 24 33 22
Fax: 958 24 85 26

Fuente: Luminiscentes Canarias.

Anexo 2.
Certificado de Ecotoxicidad y Corrosividad.



Universidad de Granada
Departamento de Química Física
Facultad de Ciencias

CERTIFICADO DE ECOTOXICIDAD Y CORROSIVIDAD

Muestras analizadas: Pinturas Luminiscentes con Ref. 150421-1, 150424-1 y 150420-1

Empresa Suministradora: Soluciones Luminiscentes, S.L. Pol.Ind. Malpica-Alfiden
C/Nogal, 31. 50171 La Puebla de Alfiden. ZARAGOZA

Se han llevado a cabo los ensayos que se especifican en la ORDEN MAM/304/202, obteniéndose los siguientes resultados:

-Reactividad: Las muestras **no presentan características de reactividad.**

-Corrosividad: La tasa de corrosión obtenida por extrapolación sería de 0,12mm/año, por lo que se consideran **no corrosivas.**

-Ecotoxicidad: Se ha determinado utilizando la Norma UNE-EN ISO 11348-1, basado en la capacidad bioluminiscente de la especie *Vibrio Fischeri*, utilizando un equipo *Microtox Omni 500* tras ajustar el pH entre 6-8.
El resultado ponderado es de **23 U.T**

Por lo anteriormente expuesto, se puede concluir **que las muestras analizadas no presentan peligrosidad medioambiental respecto a los parámetros determinados.** Lo que se certifica para que conste donde proceda.

Granada a 17 de Julio de 2015



Fdo. Dr. E. López-Cantarero

Anexo 3.

Certificado Radiactividad Pintura Acrílica Base Solvente.



Universidad
de Granada

CERTIFICADO DE MEDIDA DE RADIATIVIDAD

El Laboratorio de Radioquímica y Radiología Ambiental de la Universidad de Granada (España), ha medido la radiactividad de una muestra de **PINTURA LUMINISCENTE**, facilitada por **Soluciones Luminiscentes S.L.**

A partir de las medidas efectuadas podemos certificar que la mencionada muestra está libre de aditivos radiactivos artificiales dado que los radionucleidos detectados son de origen natural, y las concentraciones detectadas son las habituales en la naturaleza.

Las medidas han sido realizadas utilizando un espectrómetro gamma multicanal marca Canberra, con un detector de Germanio hiperpuro tipo reverse, un analizador con una memoria de 16384 canales y utilizando una geometría Duquesa de 60 mL.

Descripción del producto: PINTURA LUMINISCENTE
Lote: 150421-1 (Pintura Luminiscente Acrílica Base Solvente)

Muestra suministrada por: Soluciones Luminiscentes S.L.

Análisis de la muestra: 38.84 gramos durante 24 horas.

Radionucleido	Actividad (Bq/Kg)	LID (Bq/Kg)
K-40	79.060 ± 49.860	49.350
Tl-208	3.078 ± 2.784	2.810
Bi-214	10.140 ± 7.895	7.850

LID: Límite de Detección

Fecha del análisis: 02 de Julio de 2015

Firmado: Prof. M^a Ángeles Ferro García
Coordinadora del Laboratorio de
Radioquímica y Radiología Ambiental
Departamento de Química Inorgánica

Ldo. Manuel Cobos Díaz
Analista Radioquímico
del Laboratorio

Facultad de Ciencias
Alda. Fuente Nueva, s/n
18071 GRANADA
Telf.: 958 24 33 22
Fax: 958 24 85 26

Laboratorio de Radioquímica y Radiología Ambiental
DPTO. QUÍMICA INORGÁNICA. FACULTAD DE CIENCIAS
E - 18071 - GRANADA (ESPAÑA)

Fuente: Luminiscentes Canarias.

Anexo 4.
Certificado de Ecotoxicidad y Corrosividad.



Universidad de Granada
Departamento de Química Física
Facultad de Ciencias

CERTIFICADO DE ECOTOXICIDAD Y CORROSIVIDAD

Muestras analizadas: Pinturas Luminiscentes con Ref. 150421-1, 150424-1 y 150420-1

Empresa Suministradora: Soluciones Luminiscentes, S.L. Pol.Ind. Malpica-Alfiden
C/Nogal, 31. 50171 La Puebla de Alfiden. ZARAGOZA

Se han llevado a cabo los ensayos que se especifican en la ORDEN MAM/304/202, obteniéndose los siguientes resultados:

-Reactividad: Las muestras **no presentan características de reactividad.**

-Corrosividad: La tasa de corrosión obtenida por extrapolación sería de 0,12mm/año, por lo que se consideran **no corrosivas.**

-Ecotoxicidad: Se ha determinado utilizando la Norma UNE-EN ISO 11348-1, basado en la capacidad bioluminiscente de la especie *Vibrio Fischeri*, utilizando un equipo *Microtox Omni 500* tras ajustar el pH entre 6-8.
El resultado ponderado es de **23 U.T**

Por lo anteriormente expuesto, se puede concluir **que las muestras analizadas no presentan peligrosidad medioambiental respecto a los parámetros determinados.** Lo que se certifica para que conste donde proceda.


Granada a 17 de Julio de 2015



Fdo. Dr. E. López-Cantarero

Anexo 5.

Presupuesto demarcación pintura acrílica con microesferas reflectante.



COT. 923 23-09-2020

Razón Social: EMMANUEL FONTEALBA FRANCO
 Rut: 17.115.305-7
 Dirección: SAN PÍO X 3460 PISO 7 OF. 706
 Giro: CONTRATISTA EN CONSTRUCCION

SEÑORES:
 DIRECCION:
 FONDO:
 ATTE: Marcela Lillo
 OBRA:

RUT:
 COMUNA:
 FAX:
 WEB:
 MAIL:

De acuerdo a lo solicitado por usted, tenemos el agrado de enviar la siguiente cotización

demarcación vial

ITEM	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
1	demarcación de cuadros delimitantes 50cm x 50cm con pintura acrílica de alto tráfico con sembrado de micro esferas reflectantes	UNIDAD	40	\$ 2.800	\$ 112.000
2	demarcación cruce peatonal con pintura acrílica de alto tráfico con sembrado de micro esferas reflectantes	M2	40	\$ 5.400	\$ 216.000
Nota: CONDICIONES DE PAGO: ADELANTO DE UN 50% EL RESTO CONTRA ENTREGA DE TRABAJOS. (presupuesto valido por 30 días)				TOTAL NETO	\$ 328.000
				19% IVA	\$ 62.320
				TOTAL	\$ 390.320

CRISTOPHER FONTEALBA FRANCO
5692216296

Fuente: Chile Señaléticas.

Anexo 6.

Presupuesto pinturas luminiscentes base solvente – Poliuretano Bicomponente.



Señorita
Marcela Lillo
Presente

08 de Septiembre 2020

Estimada Marcela, según lo solicitado y lo conversado hace un rato atrás cumplo con enviarte la información. No solamente de lo que me solicitaste, sino de varios de nuestros productos para que te hagas una idea de los alcances de lo que manejamos respecto de la luminiscencia.

A SABER:

- **Solvente Fotoluminiscente:** Es ideal multisuperficies: metal, vidrio madera, hormigón, parking, interior galpones. De secado rápido, alta resistencia a la abrasión y alcalinidad. Aplicar directamente sobre superficies claras o idealmente sobre superficies blancas, ya que la calidad de la luminiscencia es mucho mejor al estar aplicada sobre una superficie de color blanco. Este tipo de pintura es principalmente para interiores.
- Todas las pinturas luminiscentes deben ser aplicadas sobre una base de color blanco para resaltar así la luminiscencia.
- El rendimiento de la pintura solvente es de aproximadamente entre 1,5 a 2 mts² por cada kilo de pintura.
- Para un acabado perfecto, sobre todo en superficies verticales se recomienda pintar con compresor y pistola (equipo airless)

TENEMOS 02 FORMATOS:

1. EL VALOR POR KILO ES DE : \$ 61.980 + IVA.
2. EL VALOR POR 5 KILOS ES DE: \$ 286.900 + IVA.

Si la necesidad fuera aplicar en exterior la pintura que necesitas es una pintura del tipo poliuretano que es para alto tránsito.

A SABER:

Pintura Poliuretano bi- componente : Tanto para interior como exterior. De alta resistencia al tránsito de rodados. De secado rápido. Este tipo de pintura es un esmalte alcídico con un acabado de alta calidad, caracterizado por su fácil aplicación mediante brocha, rodillo o espátula, así como por sus excelentes propiedades de resistencia y óptimo mantenimiento de brillo a la intemperie. Destacan también su gran dureza, flexibilidad y resistencia al desgaste. Rápido endurecimiento. (Colores amarillo pálido con luz, verdoso o azul en la oscuridad)

Para su aplicación se debe **SIEMPRE**, aplicar sobre una base de pintura poliuretano de color blanco que es la base sobre la que se debe aplicar cualquier tipo de pintura luminiscente. Se deben aplicar 02 manos de color blanco poliuretano (cualquier marca que encuentres en el mercado) y luego idealmente 24 horas después, debes aplicar las 02 manos de pintura poliuretano luminiscente (no dejar pasar más de 24 horas en la aplicación de la pintura luminiscente). Es importante hacer una buena limpieza de la superficie sobre la que se aplicará la pintura

El rendimiento de la pintura poliuretano bicomponente es de aproximadamente entre 1,5 a 2 mts² por cada kilo de pintura.

De este tipo existen los siguientes colores:

- **Amarillo pálido con luz / Verde sin luz.**
- **Amarillo pálido con luz/ Azul sin luz**

Existen formatos de 1 kilo y de 5 Kilos

- **Para este formato de 1 Kilo, el valor es de \$ 68.980 + IVA**
- **Para el formato de 5 Kg, es valor es de: \$ 330.900 + IVA.**

Fuente: Luminiscentes Chile

Anexo 7.
Presupuesto pintura luminiscentes blanca.



Rut: 76.046.644-1
Seguridad y Mantenición Vial Riocar Ltda
Linares 0670, La Granja
Fono 22 525 38 46

FECHA: 22-10-2020

COTIZACIÓN N° 601_20

SEÑORES:	GRUPO ELCOS	RUT:
DIRECCIÓN:		COMUNA:
FONO:		FAX:
ATTE:	Sra. Marcela Lillo	WEB:
OBRA:		MAIL:

De acuerdo a lo solicitado por usted, tenemos el agrado de enviar la siguiente cotización:

ITEM.	CANT.	UNID.	DETALLE	VALOR UNIT.	TOTAL
1	40	Unid.	Demarcación borde delimitantes: líneas segmentadas de 40 bastones de 50x50 cm. Con Pintura Luminiscente Blanca	13.260	530.410
2	20	Unid.	Demarcación líneas de cruce peatonal de 4 x 0,5 m. Con Pintura Luminiscente Blanca.	69.107	1.382.140
3	1	Glb.	Limpieza y lavado de superficie con Hidrolavadora	390.000	390.000

NOTA: Ante consultas al fabricante, estas pinturas no son para alto tráfico, principalmente se utilizan en lugares cerrados, no con mucho tráfico.	TOTAL NETO:	\$ 2.302.550
	IVA (19%):	\$ 437.485
	TOTAL:	\$ 2.740.035

Condiciones comerciales

Cotización valida por: _____

Condiciones de pago: _____

Cristián Alejandro Ríos Cartes
Ingeniero en Tránsito y Transportes
RIOCAR LTDA. 09 84648246

Fuente: Riocar Ltda.