

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS



CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

**TRABAJO DE GRADO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO TEXTIL**

TEMA:

**“ELABORACIÓN DE UN ESTAMPADO TEXTIL REFLECTIVO A BASE DE
MICROESFERAS DE VIDRIO”**

AUTOR:

STEVEN ADRIÁN HERNÁNDEZ HUERA

TUTOR:

MSc. WILSON ADRIÁN HERRERA VILLARREAL

Ibarra – Ecuador

2019 - 2020



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040180582-5		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Hernández Huera Steven Adrián		
DIRECCIÓN:	El Olivo – Dr. Luis Fernando Madera 251 y Panamericana Norte		
EMAIL:	sahernandezh@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0967678160

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Elaboración de un estampado textil reflectivo a base de microesferas de vidrio”
AUTOR (ES):	Hernández Huera Steven Adrián
FECHA: DD/MM/AAAA	07/10/2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA TEXTIL
ASESOR /DIRECTOR:	Msc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 13 días del mes de octubre de 2020

EL AUTOR:

(Firma) 

Nombre: Hernández Huera Steven Adrián

C.I.: 040180582-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En mi calidad de Director de Trabajo de Grado presentado por el egresado STEVEN ADRIÁN HERNÁNDEZ HUERA, para optar por el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es “ELABORACIÓN DE UN ESTAMPADO TEXTIL REFLECTIVO A BASE DE MICROESFERAS DE VIDRIO”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 07 de octubre de 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wilson Herrera', is written over a horizontal dotted line.

Msc. Wilson Herrera
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mis padres Arturo Hernández y Doris Huera, quienes me apoyaron incondicionalmente y creyeron en mí, pese a los obstáculos que se presentaron en el transcurso de mi preparación académica.

A mi hermano, Weslleyn Hernández por permanecer junto a mí, guiarme, escucharme y sacarme de muchas dudas, lo cual permitió que logre esta importante meta en mi vida.

A mis abuelitos, Serafín y Juana, a mis tíos y primos por estar siempre pendientes de mí, pese a la distancia.

Steven Adrián Hernández Huera



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte por darme la oportunidad de formarme como profesional, mediante la enseñanza de conocimientos técnicos y valores que son impartidos por los docentes.

A mis docentes, Msc. Wilson Herrera y MSc. Edwin Rosero por toda la ayuda y guía brindada durante la realización de este trabajo de investigación.

Mi padre, mi madre y mi hermano por su esfuerzo y apoyo prestado en momentos difíciles, gracias a ellos pude finalizar mis estudios universitarios.

A todas las personas que conocí durante mi formación, mis maestros quienes tuvieron mucha paciencia para compartir sus conocimientos, mis amigos que me ayudaron y compartieron muchos momentos conmigo, haciéndome sentir feliz durante toda mi permanencia en la Universidad Técnica del Norte.

Steven Adrián Hernández Huera

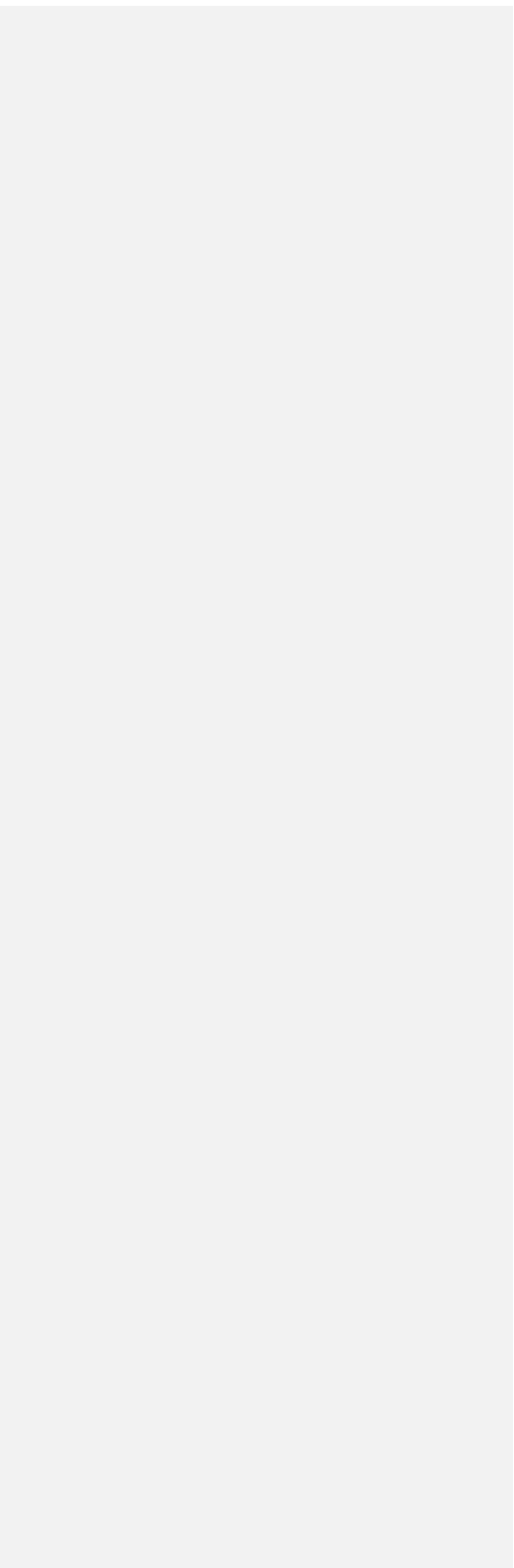
CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	
TÉCNICA DEL NORTE	II
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO I	15
1. Introducción	15
1.1. Descripción del Tema	15
1.2. Antecedentes	15
1.3. Importancia del Estudio	16
1.4. Objetivo General	16
1.5. Objetivos específicos a alcanzar	16
1.6. Características del sitio del proyecto	16
CAPÍTULO II	18
2. Estado del arte	18
2.1. Estudios previos	18
2.1.1 Uso de las microesferas de vidrio	18
2.1.2 Hoja de seguridad de microesferas de vidrio	19

2.1.3	Reflexión espectral del color blanco.....	21
2.2.	Marco Conceptual.....	21
2.2.1	Microesferas de vidrio.....	21
2.2.2	Composición de las microesferas de vidrio.....	22
2.2.3	Tintas de estampado textil.....	23
2.2.4	Tintas plastisol.....	23
2.2.4.1	Plastisol base hd transparente.....	24
2.2.5	Auxiliar “SOLDIPLAST PA25”	25
2.2.6	Serigrafía.....	25
2.2.7	Principales elementos de la serigrafía manual.....	26
2.2.7.1	Rasquetas o racletas.....	26
2.2.7.2	Pantalla de estampado.....	27
2.2.7.3	Base de impresión.....	28
2.2.7.4	Plancha de estampación.....	28
2.2.8	Descripción del proyecto de serigrafía.....	28
2.2.9	Reflectividad.....	29
2.2.10	La retrorreflexión.....	29
2.2.10.1	Factores que influyen en la retrorreflexión.....	30
2.2.11	Retroreflectómetro.....	30
CAPÍTULO III.....		32
3.	Metodología.....	32
3.1.	Métodos utilizados.....	32
3.2.	Selección de muestras.....	32
3.3.	Estampar las muestras.....	34
3.3.1	Flujograma de procesos para realizar el estampado reflectivo.....	34

3.3.2	Elaboración del estampado textil reflectivo.....	35
3.3.2.1	Materiales.....	35
3.3.2.2	Procedimiento.....	35
3.3.3	Detalles de las muestras.....	36
3.4.	Análisis de muestras.....	43
3.4.1	Pruebas de reflectancia.....	43
3.4.1.1	Coefficiente de Luminancia Retrorreflejada (RL).....	44
3.4.2	Prueba de resistencia al lavado doméstico.....	45
3.5.	Obtención de resultados.....	46
3.5.1	Pruebas de reflectancia.....	46
3.5.2	Resistencia al lavado doméstico.....	46
3.6.	Evaluación de resultados.....	47
CAPÍTULO IV.....		48
4.	Resultados y discusión de resultados.....	48
4.1.	Resultados.....	48
4.2.	Discusión de resultados.....	49
4.2.1	Análisis de la varianza.....	49
4.2.2	Test de normalidad.....	51
4.2.3	Gráficos estadísticos.....	53
4.2.3.1	Gráfico general.....	53
4.2.3.2	Desviación estándar.....	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		58
5.1.	Conclusiones.....	58
5.2.	Recomendaciones.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		60

ANEXOS 62



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción de la radiación - Pintura blanca.....	21
Figura 2. Microesferas de vidrio.....	22
Figura 3. Tintas plastisol.....	24
Figura 4. Soldiplast PA25.....	25
Figura 5. La serigrafía es la mejor técnica de impresión para el sector textil.....	26
Figura 6. Rasqueta para impresión en serigrafía.....	27
Figura 7. Pantalla para impresión en serigrafía.....	27
Figura 8. Termofijadora de bandeja deslizante.....	28
Figura 9. Retroreflexión.....	30
Figura 10. Retroreflectómetro manual.....	31
Figura 11. Flujograma de procesos para la elaboración del estampado reflectivo.....	34
Figura 12. Retroreflectómetro Zehntner 6014.....	43
Figura 13. Lavadora para ensayos Electrolux Wascator FOM 71 CLS.....	45
Figura 14. Gráfico general.....	54
Figura 15. Gráfico general	55
Figura 16. Desviación estándar.....	56
Figura 17. Desviación estándar.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Hoja de seguridad de microesferas de vidrio.....	20
Tabla 2 Composición de las microesferas de vidrio.....	23
Tabla 3 Peso de microesferas por muestra.....	33
Tabla 4 Características de las muestras.....	37
Tabla 5 Niveles mínimos de retroreflexión.....	45
Tabla 6 Resultados prueba retro-reflectividad.....	46
Tabla 7 Resultados Prueba resistencia al lavado doméstico.....	47
Tabla 8 Mediciones de visibilidad Nocturna RL (mcd/lx. m ²)	48
Tabla 9 Mediciones de visibilidad Nocturna RL (mcd/lx. m ²)	49
Tabla 10 Análisis de la varianza.....	50
Tabla 11 Análisis de la varianza.....	51
Tabla 12 Test de normalidad.....	52
Tabla 13 Test de normalidad.....	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Instrucciones de aplicación de las perlas de vidrio.....	62
Anexos 2. Ficha de Seguridad de la Microesfera de Vidrio.....	63
Anexos 3. Informe de la medición de retroreflectividad.....	68
Anexos 4. Lectura del RL (mcd/lx.m ²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°1)	73
Anexos 5. Lectura del RL (mcd/lx.m ²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°2)	73
Anexos 6. Lectura del RL (mcd/lx.m ²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°3)	74
Anexos 7. Lectura del RL (mcd/lx.m ²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°4)	74
Anexos 8. Lectura del RL (mcd/lx.m ²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°5).....	75
Anexos 9. Lectura del RL (mcd/lx.m ²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°6).....	75
Anexos 10. Lectura del RL (mcd/lx.m ²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°7)	76
Anexos 11 Lectura del RL (mcd/lx.m ²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°8)	76
Anexos 12. Lectura del RL (mcd/lx.m ²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°9)	77
Anexos 13. Lectura del RL (mcd/lx.m ²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°10)	77
Anexos 14. Proceso de estampación.....	78
Anexos 15. Estampado terminado.....	79
Anexos 16. Pruebas de retrorreflectividad.....	79
Anexos 17. Ensayo de resistencia al lavado doméstico.....	80

RESUMEN

En esta investigación, se elabora un estampado textil reflectivo a base de microesferas de vidrio, el mismo tiene como finalidad, dar seguridad a personas que transitan o realicen trabajos en vías con reducida iluminación, mediante el efecto de retroreflectividad que producen las perlas de vidrio al ser iluminadas por los faros de vehículos.

Para obtener los resultados, se han realizado pruebas para la medición de la retroreflectividad en la empresa 'PROMANVIAL CONSULTING CIA. LTDA', con la utilización del equipo retroreflectómetro portátil (el cual es utilizado en la evaluación de señalizaciones de tránsito, de acuerdo con la norma 'ASTM E1710').

La prueba de solidez al lavado se realizó en el laboratorio de la carrera de ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte, con el equipo Wascator FOM71 CLS, en base a la norma ISO 6330:2012. (Procedimientos de lavado y de secado domésticos para los ensayos de textiles).

Luego de las pruebas realizadas, se demostró que la aplicación de microesferas de vidrio aumenta la eficiencia reflectiva del estampado superando el valor mínimo de 150 RL (mcd/lx.m^2) (Visibilidad Nocturna) que pide como mínimo la norma RTE INEN 004-2: 2011 para las señales de tránsito.

Palabras Clave: Textiles reflectivos, microesferas, estampado

ABSTRACT

In this research, a reflective textile print based on glass microspheres is created to protect people who transit or work on roads with reduced light, with the retroreflective effect produced by glass beads when illuminated by vehicle headlights.

To obtain the results, tests have been carried out to measure retroreflectivity in the 'PROMANVIAL CONSULTING CIA. LTDA' company with the use of a portable retroreflectometer (which is used in the evaluation of traffic signs, under the 'ASTM E1710' standard).

The washing fastness test was carried out in the laboratory of the Textile Engineering program at the Tecnica del Norte University, with the Wascator FOM71 CLS equipment, based on the ISO 6330: 2012 standard. (Domestic washing and drying procedures for textile testing).

After these tests, it was shown that the application of glass microspheres increases the reflective efficiency of the stamping, exceeding the minimum value of 150 RL (mcd / lx.m²) (Night Visibility), which requires at least the RTE INEN 004- standard. 2: 2011 for traffic signs.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del tema

En vías donde existe poca iluminación, los peatones, ciclistas y motociclistas son propensos a sufrir accidentes de tránsito causados por conductores de vehículos, lo que origina lesiones e inclusive muertes de dichos transeúntes.

El estampado a base de microesferas de vidrio impregnado en un textil ayuda a visualizar e identificar a las personas mediante la retrorreflexión de la luz emitida por los faros de los vehículos, de esta manera las personas transitan con mayor seguridad.

La parte práctica de esta investigación se realiza en el laboratorio de la carrera de ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte y las pruebas para determinar los resultados de reflectividad se realizan en la empresa 'PROMANVIAL CONSULTING CIA. LTDA'.

1.2. Antecedentes

Según (Guevara & Lira) cada color tiene la capacidad de reflejar en menor o mayor cantidad, por lo tanto, se hace imprescindible conocer con qué intensidad la radiación visible es percibida por el ojo humano para obtener el máximo efecto de retrorreflectividad.

Por lo tanto, la creación de nuevas formas de seguridad entre ellas el aprovechamiento de la reflexión de luz, es una herramienta significativa para prevenir accidentes viales donde la luminosidad natural sea escasa, no obstante, la utilización de esta técnica de seguridad vial depende de la concientización de cada persona.

1.3. Importancia del estudio

Con la elaboración del estampado reflectivo se pretende encontrar nuevas aplicaciones de las microesferas de vidrio, el efecto de retrorreflectividad que producen estas permite dar mayor seguridad a personas que transitan o hacen diferentes trabajos en vías donde exista carencia de iluminación.

1.4. Objetivo general

Elaborar un estampado a base de microesferas de vidrio sobre un textil para aumentar la reflectividad.

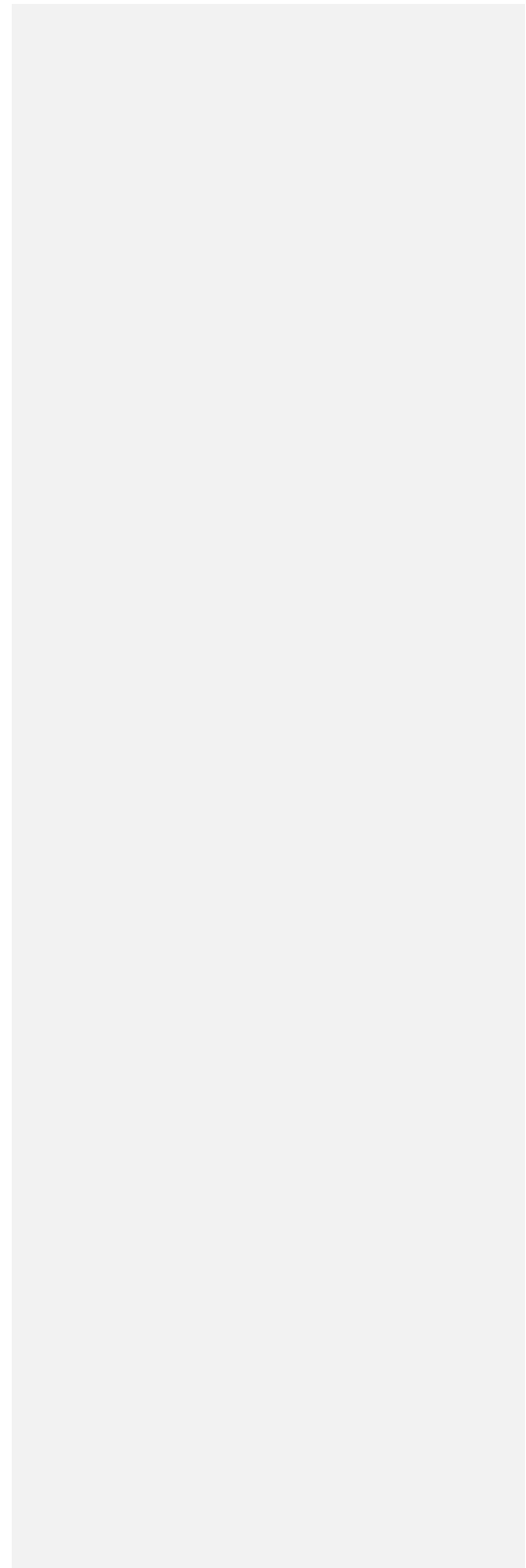
1.5. Objetivos específicos a alcanzar

- Investigar los métodos adecuados para elaborar el estampado reflectivo a base de microesferas de vidrio mediante bibliografía especializada.
- Desarrollar y aplicar el proceso mediante el cual se realizará la adhesión de las microesferas de vidrio sobre material textil, así como los parámetros de concentraciones para obtener la reflectividad óptima.
- Analizar los resultados de reflectividad obtenidos para determinar la cantidad óptima de microesferas de vidrio a usar en este proceso.

1.6. Características del sitio del proyecto

El desarrollo del proyecto se lo realizará en los laboratorios de la carrera de ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra además la evaluación de la retrorreflectividad se la ejecutará en la empresa PROMANVIAL CONSULTING CIA. LTDA. Ubicada en Quito Av.

Los Shyris 134 y Av. 6 de diciembre, Edificio Torrenova, 9no. Piso, Of. 9a. La investigación tendrá la duración de 11 meses aproximadamente.



CAPITULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Estudios previos

2.1.1. Usos de las microesferas de vidrio.

Las microesferas de vidrio se usan imprescindiblemente para que las marcas viales sean visibles, además según (Coniex, 2015) también existe la aplicación en la industria ferroviaria o del automóvil, las microesferas también se utilizan para tratar el vidrio o en industrias tan dispares a simple vista como pueden ser la aeronáutica y la médica.

(Coniex, 2015) afirma que los usos de las microesferas de vidrio son:

- Plantas de envases de vidrio. Limpieza de moldes, eliminación de capas de óxido sin pérdida de metal. Se conservan los grabados, el ciclo de vida de los moldes aumenta sustancialmente.
- Plantas de vidrio plano. Limpieza de los rodillos y calandras de láminas óxido, en su mayoría bajo el uso de una cabeza de cepillado y chorreado con recirculación de abrasivo. Espectacular ahorro de tiempo y costes en comparación con un cepillado a mano.
- Industria aeronáutica. Limpieza de reactores y de paletas de turbina, tuberías y colectores de admisión, motores de aeronaves, culatas. Eliminación de corrosión de las alas, apertura de grietas de tensión.
- Fábricas de neumáticos, fábricas de botas de goma y otros fabricantes de caucho. Limpieza de moldes, por ejemplo, neumáticos, botas, cajas de baterías, sin eliminación de material de base.

- Fábricas de engranajes. Desbarbado de piezas de fundición de precisión y piezas o engranajes sinterizados.
- Limpieza de moldes de fundición. Chorreado para evitar la corrosión y agrietamiento por tensiones mecánicas, con el objetivo de prolongar el ciclo de vida de todas las partes expuestas.
- Tratamiento post-temple y revenido. Eliminación de escamas y de costras de sal después de procesos de endurecimiento.
- Preparación para procesos de pulido, bruñido o galvanizado.
- Fundiciones de metales. El chorreado con microesferas de vidrio es el proceso más delicado para la eliminación de la corrosión en piezas de fundición a presión y de fundición por gravedad. Aumenta notablemente el ciclo de vida de troqueles y moldes.
- Pulido de metales no ferrosos
- Limpieza de moldes para hornos
- Acabado superficial (uniforme con acabados mates sin brillo)

Las microesferas de vidrio tienen diferentes campos de aplicación, dentro de los cuales está la marcación vial, debido a su propiedad retroreflectiva por lo cual, será la parte fundamental para analizar en esta investigación.

2.1.2. Hoja de seguridad de microesferas de vidrio.

En la **Tabla 1** se muestran las secciones contenidas en la hoja de seguridad con sus respectivos detalles.

Tabla 1
Hoja de seguridad de microesferas de vidrio

<i>Sección</i>	<i>Detalles</i>
Identificación del producto	Microesfera de vidrio de silicato sódico calcio granulado.
Composición química	Dióxido de silicio (SiO ₂) 70 – 73 %, óxido cálcico (CaO) 7 - 11 %, óxido de magnesio (MgO) 3 - 5 %, óxido de sodio (Na ₂ O), 13 -15 %, óxido de potasio (K ₂ O) 0.2 - 0.6 %, No hay sílice libre.
Identificación de los riesgos	Evitar la permanencia superior a 8 horas en una sala en la que el aire contenga más de 10 miligramos de polvo en suspensión por metro cúbico
Primeros auxilios	Si entrara polvo a los ojos: No refregar, enjuagar con abundante agua corriente, consultar al oftalmólogo en caso de que persista la irritación.
Medidas contra incendio	Producto NO INFLAMABLE
Medidas contra el derramamiento accidental	La microesfera derramada en el piso puede generar condiciones peligrosas para caminar. Se recomienda limpiar rápidamente la zona para reducir los riesgos de caídas. El producto no es corrosivo.
Manejo y almacenamiento	Se aconseja el uso de mascarilla antipolvo y anteojos de trabajo en caso de exposición continua en un ambiente que contenga más de 10 miligramos de productos en suspensión por metro cúbico, se lo debe almacenar en lugar seco y libre de humedad, se recomienda mantener el producto en su embalaje original.
Propiedades fisicoquímicas	Estado físico es sólido partículas esféricas, es de olor inodoro, densidad aparente 2,45 a 2,5 g/ml, punto de fusión ~700 °C, insoluble en agua.
Estabilidad y reactividad	Producto estable hasta temperatura de +/- 700 °C a partir del cual se derrite sin alteración de su estructura interna.
Informaciones toxicológicas	Ninguna Toxicidad severa conocida.
Informaciones ecológicas	Fueron realizadas pruebas de contaminación de la atmósfera por microesfera. Los resultados de análisis indican que no existen tóxicos ni contaminantes específicos.

Fuente: (Cym Materiales S.A, 2014)

2.1.3. Reflexión espectral del color blanco.

Según (Guevara & Lira) en la Figura 1, se muestra un ejemplo de pintura blanca que, en este caso, no refleja nada del espectro ultravioleta (UV); es decir, es absorbida por la pintura. En cuanto a la radiación visible (V), la pintura blanca refleja la mayoría del espectro, en donde todos los colores se reflejan más o menos con la misma intensidad. La combinación de todos los colores reflejados a la misma intensidad es percibida como luz blanca. El 10% restante, es absorbido por centros de absorción presentes en la pintura. En cuanto a la radiación infrarroja (IR), este ejemplo de pintura blanca refleja muy poco y, por tanto, esta pintura no se calienta mucho.

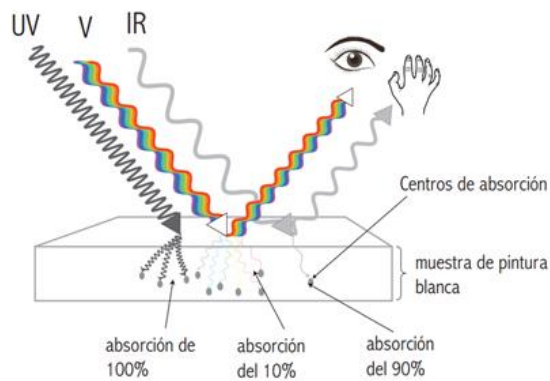


Figura 1. Interacción de la radiación - Pintura blanca
Fuente. (Guevara & Lira)

El color blanco es capaz de reflejar la mayor parte del espectro visible fenómeno por el cual contribuye al efecto retroreflectivo de las microesferas de vidrio dentro del estampado textil.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Microesferas de vidrio.

Las microesferas de vidrio permiten que las marcas viales sean visibles durante la noche gracias

a que estas esferas tienen la capacidad de devolver una parte de la luz que proviene de los faros de los vehículos, constituyéndose por lo tanto en un elemento decisivo para la seguridad vial. (Guía para el Proyecto y Ejecución de obras de Señalización Horizontal, 2012, pág. 55)

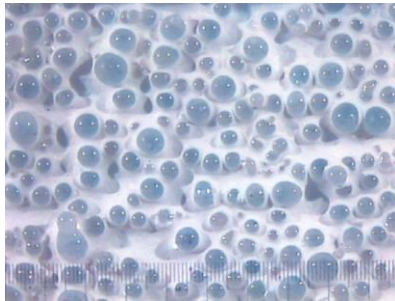


Figura 2. Microesferas de vidrio

Fuente. (Guía para el Proyecto y Ejecución de obras de Señalización Horizontal, 2012)

Las perlas de vidrio actúan como pequeños espejos que reflejan la luz de los faros hacia el observador. La retrorreflexión de la luz de los faros se realiza de acuerdo con el principio de física óptica. Primero, la luz sufre refracción al penetrar en la microesfera principio por el cual la dirección de un rayo de luz cambia de dirección a medida que pasa de un medio transparente (aire) a otro (vidrio). Posteriormente, esta luz se refleja en la parte posterior de la misma en la dirección de la que proviene. Este retorno de la luz se debe principalmente a los pigmentos usados en la base de la señalética vial. Finalmente, la luz sufre una segunda refracción cuando abandona la microesfera. (Frédéric & Tremblay, 2014, pág. 6)

2.2.2. Composición de las microesferas de vidrio.

En la **Tabla 2** se detallan todos los elementos que componen las microesferas de vidrio, así como el porcentaje en el que se encuentran formando las microesferas de vidrio.

Tabla 2
Composición de las microesferas de vidrio

<i>Compuesto</i>	<i>Porcentaje</i>
Sílice (SiO ₂)	70-73%
Óxido de sodio (Na ₂ O)	13-15%
Óxido de potasio (K ₂ O)	0,2-0,6%
Óxido de calcio (CaO)	7-11%
Óxido de magnesio (MgO)	3-5%
Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	0,5-2%

Fuente: (Cym Materiales S.A, 2014)

Mencionan (López & Martínez, 2012) que el vidrio sódico-cálcico está formado por sílice, sodio y calcio principalmente. Donde la sílice es parte de la materia prima básica, el sodio le da cierta facilidad de fusión y el calcio la provee de estabilidad química. Sin el calcio el vidrio sería soluble hasta en agua y prácticamente no serviría para nada.

2.2.3. Tintas de estampado textil.

Compuestas por resinas acrílicas y basadas en formulaciones acuosas. Habitualmente no son auto solventes, pero dado que el disolvente principal es el agua, y que esta tiene una elevada tensión de vapor, no suelen darse problemas de secado en pantalla de revelado del diseño. (Redondo Dieguez , 2013, pág. 26)

2.2.4. Tintas plastisol.

Las tintas plastisol están formuladas a base de una dispersión de resina en PVC. Normalmente no contienen disolventes, aunque en el caso de tenerlos sería siempre en una pequeña proporción. Dada su composición, los plastisoles no acarrearán problemas de secado en la pantalla, ya que para que se efectúe el secado hay que someter este tipo de pigmentos a altas temperaturas. (Redondo Dieguez , 2013, pág. 26)



Figura 3. Tintas plastisol
Fuente. (Redondo Dieguez, 2013, pág. 27)

El PVC es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. La resina que resulta de esta polimerización es la más versátil de la familia de los plásticos; pues además de ser termoplástico, a partir de ella se pueden obtener productos rígidos y flexibles. A partir de procesos de polimerización, se obtienen compuestos en forma de polvo o pellet, plastisoles, soluciones y emulsiones. Además de su gran versatilidad, el PVC es la resina sintética más compleja y difícil de formular y procesar, pues requiere de un número importante de ingredientes y un balance adecuado de éstos para poder transformarlo al producto final deseado. (Terán Gordillo, 2013, pág. 40)

2.2.4.1. Plastisol base hd transparente.

(Coldis Química, S.L., 2010) menciona que con este producto se puede obtener estampados de alto espesor, brillantes y transparentes de elevada definición, además se caracterizan por su elevada elasticidad, se seca rápidamente en la superficie mediante aire caliente, lo cual permite realizar sobre posición de estampados, para el fijado se recomienda disponer de un horno con temperatura 160 °C durante 3 minutos.

2.2.5. Auxiliar “SOLDIPLAST PA25”.

El SOLDIPLAST PA25 SUMIPRINT® es un aditivo para Plastisol. Se usa para mejorar la adherencia a sustratos sintéticos tales como lonas, tejidos de poliéster, nylon etc. El Soldiplast PA25 SUMIPRINT® genera una reacción química que promueve la adherencia entre los materiales del sustrato y los componentes del plastisol además mejora la resistencia al frote y lavado del plastisol. (Sumiprint Química y Color S.A.S, 2015)



*Figura 4. Soldiplast PA25
Fuente. Autor*

2.2.6. Serigrafía.

La serigrafía se sitúa como una de las técnicas más destacadas a la hora de trabajar en el mundo textil. Desde prendas de deporte a camisetas promocionales, bolsas ecológicas o toldos muestran publicidad y marcas impresas mediante serigrafía. La tinta que se utiliza para este sector está compuesta con una base solvente de dos componentes. Se trata de una tinta muy cubriente debido a su alta pigmentación, lo que ofrece la posibilidad de su aplicación en exteriores de larga duración, así como la resistencia al lavado (60 °C). (Isabel & Collado, 2013, pág. 19)



*Figura 5. La serigrafía es la mejor técnica de impresión para el sector textil.
Fuente. (Isabel & Collado, 2013, pág. 19)*

2.2.7. Principales elementos de la serigrafía manual.

2.2.7.1. Rasquetas o racletas.

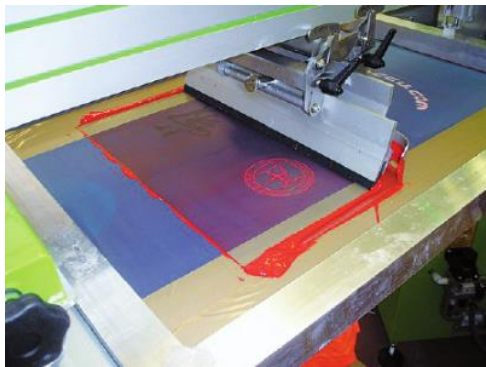
La rasqueta o racleta en serigrafía consiste en una lámina de caucho, neopreno, uretano o poliuretano sujeta a un mango que puede ser de madera o aluminio. Su función es arrastrar la tinta por toda la malla o pantalla, consiguiendo de esta forma que la tinta pase a través del tejido y quede impresa sobre el material a estampar. La calidad de la estampación dependerá directamente del manejo correcto de la rasqueta. Después de arrastrar la tinta a la malla, debe quedar limpia, opaca y sin gotas de tinta por la zona del estampado. Se debe ejercer una presión moderada sobre la rasqueta, así como un ángulo de inclinación de 50° aproximadamente, de tal forma que barra la tinta correctamente. Si la rasqueta se inclina de forma excesiva o se ejerce una presión muy elevada, pasará mayor cantidad de tinta por la pantalla, quedando defectuosa la estampación. (Redondo Dieguez , 2013, págs. 12-13)



*Figura 6. Rasqueta para impresión en serigrafía.
Fuente: (Redondo Dieguez, 2013, pág. 12)*

2.2.7.2. Pantalla de estampado.

La pantalla consta de la tela y el marco. La tela, como se sabe, es un tejido de nailon o poliéster tensado sobre un bastidor por el cual se realiza el desplazamiento de las diferentes tintas, así como la transferencia de la tinta al soporte en el que se esté realizando la impresión. El marco o bastidor es el que sujeta y mantiene fija la tela de la pantalla. Se puede encontrar fabricado en materiales como la madera y el metal. (Redondo Dieguez, 2013, pág. 21)



*Figura 7. Pantalla para impresión en serigrafía
Fuente. (Redondo Dieguez, 2013, pág. 21)*

2.2.7.3. Base de impresión.

La base de impresión es el lugar donde se situará el soporte y, al ser una superficie plana, debe poseer un sistema de fijado. Es metálica y perforada por múltiples agujeros conectados a un sistema de absorción neumático. (Redondo Dieguez , 2013, pág. 21)

2.2.7.4. Plancha de estampación.

La plancha eléctrica también conocida como termofijadora es una alternativa muy adecuada en procesos de ennoblecimiento textil, ya que cuenta con tecnología de punta donde a través de un PLC permite programar el tiempo, presiones, y temperatura haciendo más factible la estandarización de un proceso. (Iza Pullutasig & Velasteguí Erazo, 2012, pág. 40)

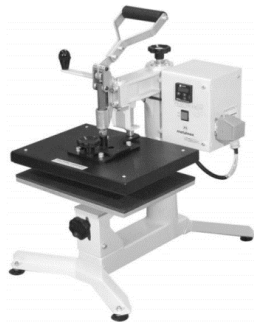


Figura 8. Termofijadora de bandeja deslizable
Fuente. (Iza Pullutasig & Velasteguí Erazo, 2012, pág. 41)

2.2.8. Descripción del proceso de serigrafía.

La serigrafía requiere un dibujo, tinta, una regleta y una pantalla (la última es, un tejido de seda tensado en un marco o bastidor). El primer paso consiste en realizar una plantilla del dibujo que después se aplica sobre la pantalla, de manera que la tinta se transfiere a la seda en las partes

en "positivo" del dibujo. A continuación, la pantalla se coloca sobre el tejido y, ejerciendo una presión uniforme con la regleta, se hace pasar la tinta a través de la pantalla, consiguiendo que la imagen quede estampada en la superficie del tejido. Después se fija el estampado con calor para que no desaparezca al lavarlo. Para crear dibujos con varios colores se utilizan distintas pantallas para cada color. Actualmente, se realiza utilizando malla de nailon o de poliéster resistente y la plantilla se obtiene con una emulsión fotográfica. (Udale, 2014, pág. 108)

2.2.9. Reflectividad.

La reflectividad no crea su propia luz, toma luz prestada de otra fuente. Las ondas de luz prestada tocan un objeto y "rebotan" de éste. La reflectividad del objeto, que es cuán brilla éste, depende de la intensidad de la luz que lo toca y de los materiales de los que está hecho. (3M, 2004)

2.2.10. La retrorreflexión.

La retrorreflexión es un tipo de reflectividad donde la capacidad que tienen algunas superficies que por su estructura pueden reflejar la luz de vuelta hacia la fuente, sin que importe el ángulo de incidencia original. Este fenómeno se produce cuando la luz procedente de los faros de un vehículo es refractada por la esfera y una parte de ella, reflejada por la superficie hundida de la esfera, vuelve en la misma dirección de incidencia. (Guía para el Proyecto y Ejecución de obras de Señalización Horizontal, 2012, pág. 20)



Figura 9. Retroreflexión
Fuente. (Valdez Coello, 2015, pág. 19)

2.2.10.1. Factores que influyen en la retrorreflexión.

(Guía para el Proyecto y Ejecución de obras de Señalización Horizontal, 2012) menciona los factores que influyen en la retrorreflexión.

- Factor R (retro). Es la relación entre la Intensidad luminosa retrorreflejada y el flujo luminoso Incidente y depende de la calidad de las microesferas de vidrio, de su grado de hundimiento y de la luminosidad (blancura) del material base.
- Factor G (geometría). Depende de la geometría de medida, en particular de los ángulos de Iluminación y observación que para una distancia de 30 metros.
- Factor Q (cantidad de esferas). Representa la fracción del flujo luminoso incidente que llega a las microesferas de vidrio y, en consecuencia, su valor depende de la cantidad de esferas que hay en la superficie. (pág. 21)

2.2.11. Retroreflectómetro.

“Los retroreflectómetros manuales que miden parámetros de retrorrefletividad en las señalizaciones horizontales y verticales. Estos equipos simulan la interacción de los focos del

vehículo, el sistema retroreflectivo y los ojos del conductor.” (Valdez Coello, 2015, pág. 48)

El retroreflectómetro mide el valor RA (coeficiente de luminancia reflectada en la noche). RA es una medida que indica la visibilidad de las señales de tránsito, indumentaria de alta visibilidad, Cintas reflectivas, y placas como las ven los conductores de los vehículos motorizados con la iluminación de las luces de los vehículos. (DELTA Dansk Elektronik, 2016, pág. 9)



*Figura 10. Retroreflectómetro manual
Fuente. (Valdez Coello, 2015, pág. 49)*

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Métodos Utilizados

Para el desarrollo de la presente investigación se usa principalmente el método experimental donde (Rodríguez Moguel, 2005, pág. 25) manifiesta que en este tipo se presenta la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

En primer lugar, se debe tener claro la función principal de las microesferas de vidrio que es la de retroreflectividad para luego escoger el procedimiento de estampación adecuado para la aplicación de las microesferas de vidrio.

La parte experimental inicia consiguiendo que las microesferas de vidrio queden sujetas en el plastisol luego de su proceso de curado mediante temperatura. La variable principal no comprobada es la cantidad de gramos de esferas a aplicar por el área que se cubre con plastisol, con la cual se decidirá la eficiencia del estampado de acuerdo con la cantidad de microesferas utilizadas.

3.2. Selección de muestra

Para la realización de este trabajo se analizaron un total de 10 muestras en las cuales se variaron la cantidad de microesferas de vidrio y el porcentaje del auxiliar soldiplast Nf, la primera variante es necesaria para mostrar cómo se obtiene mayor eficiencia de retroreflectividad y la otra variable para determinar una receta ideal para que las perlas queden fijadas en el plastisol.

La concentración de microesferas de vidrio como referencia en las instrucciones de uso del producto donde (WESCO) menciona un rendimiento de 1 Kg en 4 m². El área de del estampado establecido para el análisis de la prueba de reflectividad tendrá una superficie de 400 cm².

En la **Tabla 3** se muestran las concentraciones y porcentajes aplicados en cada muestra.

Tabla 3
Peso de microesferas por muestra

<i>Muestra N°</i>	<i>Peso de microesferas de vidrio (g)</i>	<i>Porcentaje de Soldiplast NF (%)</i>
1	1	5
2	5	5
3	10	5
4	15	5
5	20	5
6	15	5
7	15	10
8	15	15
9	15	20
10	15	25

Fuente: Autor

Las muestras se las realiza en un tejido plano con ligamento tafetán debido a que si se lo realiza en un género de punto la elasticidad de este deformaría el estampado además (Udale, 2014, pág. 81) menciona que el ligamento tafetán está construido con una urdimbre y una trama de grosor similar, consiguiendo que las telas sean lisas y resultan adecuadas para estampar, plisar o fruncir.

3.3. Estampar las muestras

3.3.1. Flujograma de procesos para realizar el estampado reflectivo.

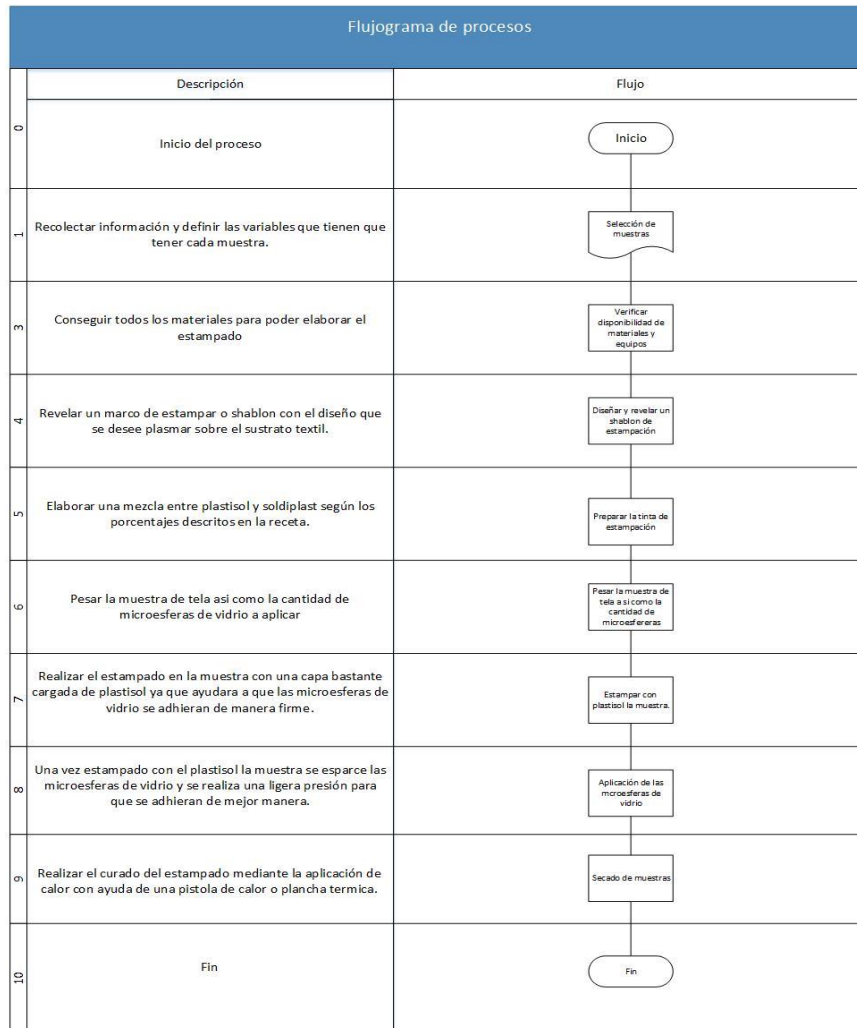


Figura 11. Flujograma de procesos para la elaboración del estampado reflectivo.

Fuente. Autor

3.3.2. Elaboración del estampado textil reflectivo.

A continuación, se presentan los materiales utilizados y se detalla el proceso que se aplicó en este trabajo, el método para fijar las microesferas de vidrio es el de estampación el cual se encuentra dentro de las áreas de acabado textil.

3.3.2.1. Materiales.

- Microesferas de vidrio (Perlas de vidrio reflectivas)
- Plastisol blanco extra C.D
- Auxiliar Soldiplast NF
- Tela (Tejido Plano)
- Pistola de calor industrial
- Plancha térmica
- Marco de estampado o shaflon
- Racleta

3.3.2.2. Procedimiento.

1. Revelar un marco de estampar o shablon, en este caso fue un cuadrado cuya superficie es de 400 cm² lo cual se requiere para el posterior análisis de las muestras.
2. Elaborar una mezcla entre la tinta de estampado Plastisol y el auxiliar Soldiplast según lo indicado en la Tabla 3.

3. Pesar la cantidad de microesferas de vidrio a espolvorear en cada muestra de la siguiente forma: para las muestras número 1, 2, 3, 4, 5 se trabaja con 1, 5, 10, 15, 20 gramos respectivamente y para las muestras número 5, 6, 7, 8, 9, 10 se aplican 15 gramos.
4. Preparar la muestra de tela recortando en forma de cuadros de 25 cm por lado y registrar sus respectivos pesos.
5. Realizar el estampado a cada una de las muestras con una capa bastante cargada de la mezcla elaborada en el paso 2 (Plastisol mas Soldiplast).
6. Esparcir las microesferas de vidrio a cada una de las muestras según las cantidades medidas en el paso 3, luego de esto se retira el exceso de perlas de vidrio con una pequeña sacudida.
7. Por último, realizar el curado a cada muestra con la ayuda de temperatura generada con la pistola de calor y de la plancha térmica por 20 segundos a 180°C.

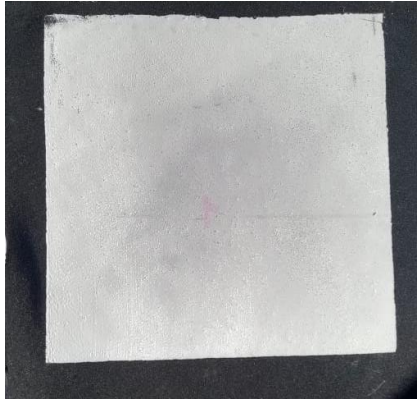
3.3.3. Detalles de las muestras

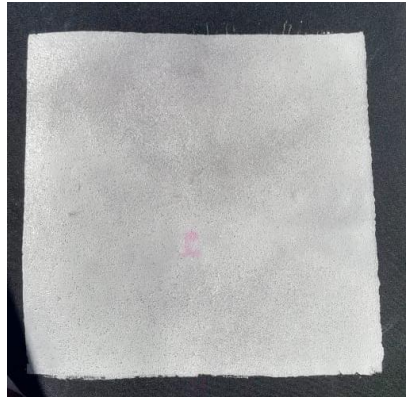
La presente investigación consta de elaborar diez muestras con el estampado reflectivo a base de microesferas de vidrio, las cuales poseen las siguientes características:

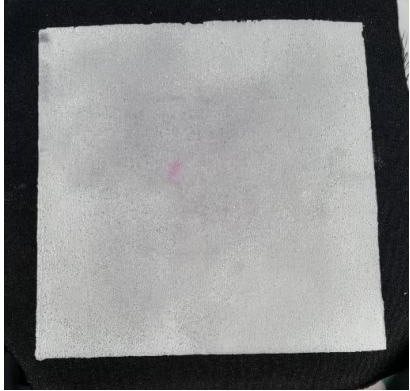
Tabla 4
Características de las muestras

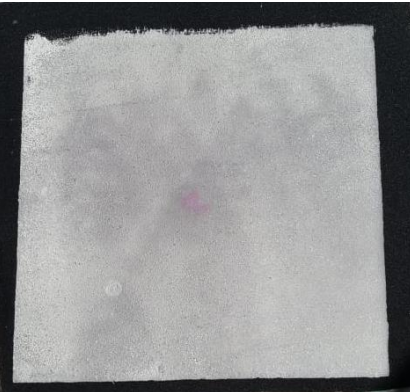
<i>Muestra N°</i>	<i>Características</i>
1	Contiene 1 gramo de microesferas de vidrio y 5% de Soldiplast NF (%).
2	Contiene 5 gramos de microesferas de vidrio y 5% de Soldiplast NF (%).
3	Contiene 10 gramos de microesferas de vidrio y 5% de Soldiplast NF (%).
4	Contiene 15 gramos de microesferas de vidrio y 5% de Soldiplast NF (%).
5	Contiene 20 gramos de microesferas de vidrio y 5% de Soldiplast NF (%).
6	Contiene 15 gramos de microesferas de vidrio y 5% de Soldiplast NF (%).
7	Contiene 15 gramos de microesferas de vidrio y 10% de Soldiplast NF (%).
8	Contiene 15 gramos de microesferas de vidrio y 15% de Soldiplast NF (%).
9	Contiene 15 gramos de microesferas de vidrio y 20% de Soldiplast NF (%).
10	Contiene 15 gramos de microesferas de vidrio y 25% de Soldiplast NF (%).

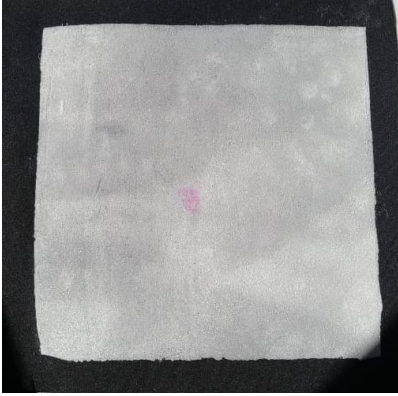
Fuente: Autor

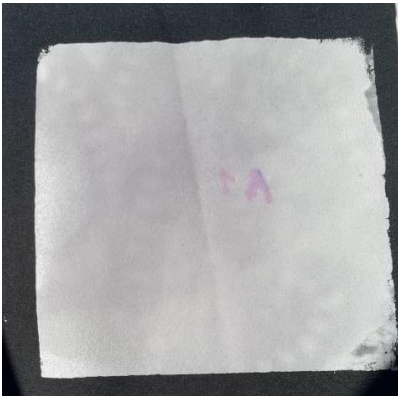
HOJA DE PRUEBA N° 1		
Elaborado por: Steven Hernández		Fecha: 04/12/2019
Tipo de tejido: Tafetán	Composición: 100% Pes	Dimensiones del estampado: 20 cm X 20 cm
Cantidad de microesferas de vidrio: 1 g		% (Soldiplast NF): 5%
Peso de tela sin estampado: 13,729 g		Peso de tela con estampado reflectivo: 33,004 g
Muestra N° 1		Observaciones
		Gran parte de la superficie del estampado se encuentra sin microesferas de vidrio.

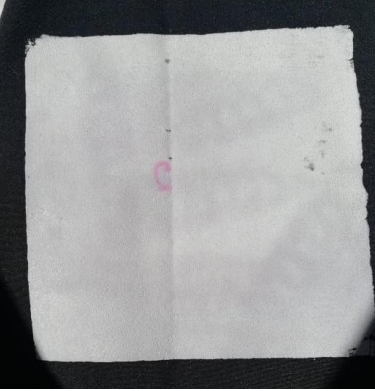
HOJA DE PRUEBA N° 2		
Elaborado por: Steven Hernández		Fecha: 04/12/2019
Tipo de tejido: Tafetán	Composición: 100% Pes	Dimensiones del estampado: 20 cm X 20 cm
Cantidad de microesferas de vidrio: 5 g		% (Soldiplast NF): 5%
Peso de tela sin estampado: 13,302 g		Peso de tela con estampado reflectivo: 35,76 g
Muestra N° 2		Observaciones
		La mayor área del estampado se encuentra cubierta con microesferas de vidrio.

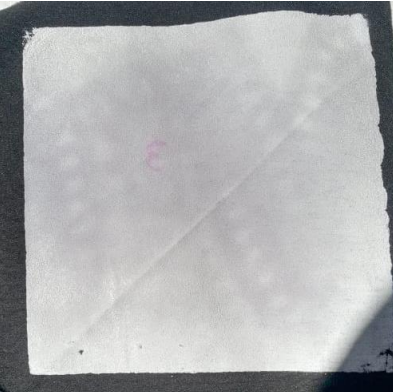
HOJA DE PRUEBA N° 3		
Elaborado por: Steven Hernández		Fecha: 04/12/2019
Tipo de tejido: Tafetán	Composición: 100% Pes	Dimensiones del estampado: 20 cm X 20 cm
Cantidad de microesferas de vidrio: 10 g		% (Soldiplast NF): 5%
Peso de tela sin estampado: 13,992 g		Peso de tela con estampado reflectivo: 40,9 g
Muestra N° 3		Observaciones
		<p> Toda el área del estampado se encuentra cubierta por las microesferas de vidrio</p>

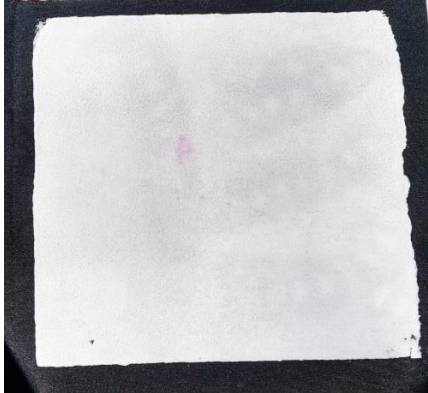
HOJA DE PRUEBA N° 4		
Elaborado por: Steven Hernández		Fecha: 04/12/2019
Tipo de tejido: Tafetán	Composición: 100% Pes	Dimensiones del estampado: 20 cm X 20 cm
Cantidad de microesferas de vidrio: 15 g		% (Soldiplast NF): 5%
Peso de tela sin estampado: 12,064 g		Peso de tela con estampado reflectivo: 43,31 g
Muestra N° 4		Observaciones
		<p> Existe desperdicio de microesferas de vidrio al estar completamente cubierta la superficie del estampado.</p>

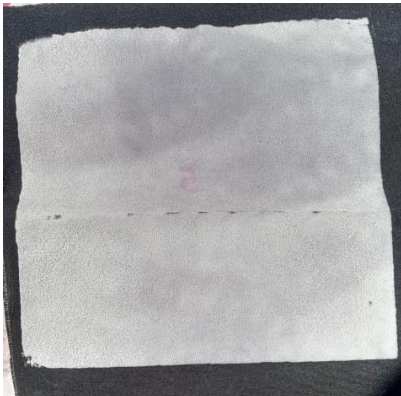
HOJA DE PRUEBA N° 5		
Elaborado por: Steven Hernández		Fecha: 04/12/2019
Tipo de tejido: Tafetán	Composición: 100% Pes	Dimensiones del estampado: 20 cm X 20 cm
Cantidad de microesferas de vidrio: 20 g		% (Soldiplast NF): 5%
Peso de tela sin estampado: 12,792 g		Peso de tela con estampado reflectivo: 44,72 g
Muestra N° 5		Observaciones
		Se nota excesivo desperdicio de microesferas de vidrio.

HOJA DE PRUEBA N° 6		
Elaborado por: Steven Hernández		Fecha: 04/12/2019
Tipo de tejido: Tafetán	Composición: 100% Pes	Dimensiones del estampado: 20 cm X 20 cm
Cantidad de microesferas de vidrio: 15 g		% (Soldiplast NF): 5%
Peso de tela sin estampado: 13,309 g		Peso de tela con estampado reflectivo: 40,302 g
Muestra N° 6		Observaciones
		El estampado tiene una excelente flexibilidad.

HOJA DE PRUEBA N° 7		
Elaborado por: Steven Hernández		Fecha: 04/12/2019
Tipo de tejido: Tafetán	Composición: 100% Pes	Dimensiones del estampado: 20 cm X 20 cm
Cantidad de microesferas de vidrio: 15 g		% (Soldiplast NF): 10%
Peso de tela sin estampado: 13,279 g		Peso de tela con estampado reflectivo: 39,09 g
Muestra N° 7		Observaciones
		El tejido pierde flexibilidad

HOJA DE PRUEBA N° 8		
Elaborado por: Steven Hernández		Fecha: 04/12/2019
Tipo de tejido: Tafetán	Composición: 100% Pes	Dimensiones del estampado: 20 cm X 20 cm
Cantidad de microesferas de vidrio: 15 g		% (Soldiplast NF): 15%
Peso de tela sin estampado: 13,351 g		Peso de tela con estampado reflectivo: 38,213 g
Muestra N° 8		Observaciones
		Se nota que las microesferas quedan más fijadas sobre la tela.

HOJA DE PRUEBA N° 9		
Elaborado por: Steven Hernández		Fecha: 04/12/2019
Tipo de tejido: Tafetán	Composición: 100% Pes	Dimensiones del estampado: 20 cm X 20 cm
Cantidad de microesferas de vidrio: 15 g		% (Soldiplast NF): 20%
Peso de tela sin estampado: 12,75 g		Peso de tela con estampado reflectivo: 37,683 g
Muestra N° 9		Observaciones
		La tela perdió flexibilidad.

HOJA DE PRUEBA N° 10		
Elaborado por: Steven Hernández		Fecha: 04/12/2019
Tipo de tejido: Tafetán	Composición: 100% Pes	Dimensiones del estampado: 20 cm X 20 cm
Cantidad de microesferas de vidrio: 15 g		% (Soldiplast NF): 25%
Peso de tela sin estampado: 12,671 g		Peso de tela con estampado reflectivo: 41,252 g
Muestra N° 10		Observaciones
		Se redujo considerablemente la flexibilidad de la tela.

3.4. Análisis de muestras

Para realizar el análisis de las muestras efectúan los ensayos de retrorreflectividad y pruebas de resistencia al lavado doméstico para obtener resultados que sustenten este trabajo.

3.4.1. Pruebas de reflectancia.

La medición de las muestras se realizará con el equipo Retro reflectómetro portátil, marca Zehntner 6014 el cual es utilizados en la evaluación de señalizaciones horizontales, cuenta con un ángulo de observación de 1.05° , ángulo de iluminación 88.76° de acuerdo con la norma ASTM E1710 la cual es correspondiente a la norma europea 1436 donde se toma en cuenta que el ángulo de iluminación es 1.24° y el de observación de 2.29° . (Promanvial Consulting CIA.LTDA., 2020)



*Figura 12. Retroreflectómetro Zehntner 6014
Fuente. (Promanvial Consulting CIA.LTDA., 2020)*

La norma europea que regula las características de los materiales de las marcas viales “EN 1436”, indica entre otras cosas, valores mínimos en el Coeficiente de Luminancia Retrorreflejada (RL) para visibilidad nocturna y el Coeficiente de Luminancia bajo Iluminación Difusa (Qd)

para visibilidad diurna para carreteras de asfalto y cemento y para marcas blancas y amarillas. (Promanvial Consulting CIA.LTDA., 2020).

3.4.1.1. Coeficiente de Luminancia Retrorreflejada (RL).

Para la medida de la retrorreflexión bajo iluminación de la luz 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 percibida por los conductores de vehículos motorizados bajo la iluminación de la luz de sus propios faros. Este coeficiente se expresa en milicandelas por metro cuadrado y por lux ($\text{mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$). Resultado que se obtiene mediante un retrorreflectómetro. En la norma EN1436 simula una geometría de 30 m de distancia con un ángulo de entrada de 1.24° y un ángulo de observación de 2.29° . (Promanvial Consulting CIA.LTDA., 2020)

La norma aplicable para Ecuador es la RTE INEN 004-2: 2011, donde se estipula lo siguiente:

Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados, como micro-esferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que aseguren su retrorreflexión. Esta propiedad permite que sean más 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.

Las señalizaciones deben presentar permanentemente los valores mínimos de retro reflexión señalados en la Tabla 5.

Tabla 5
Niveles mínimos de retroreflexión

<i>Visibilidad</i>	<i>Ángulos</i>		<i>Colores</i>	
	<i>Iluminación</i>	<i>Observación</i>	<i>Blanco</i>	<i>Amarillo</i>
A 15 m	3,5°	4,5°	150	95
A 30 m	1,24°	2,29°	150	70

Fuente: (RTE INEN 004-2: 2011)

3.4.2. Prueba de resistencia al lavado doméstico

Esta prueba se la realizará en la lavadora (Electrolux Wascator FOM 71 CLS) Tipo A – Tambor horizontal, carga frontal, tomando como referencia la norma ISO 6330:2012. Procedimientos de lavado y de secado domésticos para los ensayos de textiles, siendo útiles para la evaluación de la calidad y comportamiento de los productos textiles, incluyendo; apariencia de la suavidad, cambio dimensional, eliminación de arrugas, repelencia al agua, solidez del color al lavado doméstico, y el etiquetado de conservación indicado entre otros. Para la presente investigación se usa únicamente los procedimientos de lavado y secado, los restantes se omitirán al no tener relevancia su estudio.



Figura 13. Lavadora para ensayos Electrolux Wascator FOM 71 CLS
Fuente. (Hames Heal, 2017)

3.5. Obtención de resultados

Para observar los resultados del estampado se realizaron pruebas de retro-reflectividad a las diez muestras a continuación, se presentan los datos obtenidos.

3.5.1. Pruebas de reflectancia

En la Tabla 6 se presentan los resultados de las mediciones de retro-reflectividad cuya unidad de medida es el coeficiente de luminancia retrorreflejada (mcd/lx.m^2).

Tabla 6

Resultados prueba retro-reflectividad

N° Muestra	Color de Fondo	Ángulo		RL (mcd/lx.m^2) – Visibilidad Nocturna			
		Iluminación	Observación	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
1	Blanco	1.24	2.29	77	77	77	77
2	Blanco	1.24	2.29	272	261	243	259
3	Blanco	1.24	2.29	217	217	217	217
4	Blanco	1.24	2.29	202	201	201	201
5	Blanco	1.24	2.29	321	322	322	322
6	Blanco	1.24	2.29	35	31	31	32
7	Blanco	1.24	2.29	108	108	108	108
8	Blanco	1.24	2.29	79	79	79	79
9	Blanco	1.24	2.29	79	79	79	79
10	Blanco	1.24	2.29	31	30	30	30

Fuente. Autor

3.5.2. Resistencia al lavado doméstico.

En la Tabla 7 se realiza la comparación de una muestra que no se le ha realizado la prueba resistencia al lavado domestico con otra que haya sido sometida a este ensayo permitiendo determinar si el estampado es eficiente a los lavados domésticos.

Tabla 7
Resultados Prueba resistencia al lavado domestico

Norma de referencia	ISO 6330:2012. Procedimientos de lavado y de secado domésticos para los ensayos de textiles				
Condiciones de la prueba	Equipo	Lavadora - Electrolux Wascator FOM 71 CLS			
	Temperatura	20 °C			
	Detergente	ECE Formulation Non Phosphate Reference detergent (A) Without Optical Brightener			
RL (mcd/lx. m²) – Visibilidad Nocturna					
Nº Muestra	Inicial Referencia	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Final
6	201	35	31	31	32
7	201	108	108	108	108
8	201	79	79	79	79
9	201	79	79	79	79
10	201	31	30	30	30

Fuente. Autor

3.6. Evaluación de resultados

Con las pruebas realizadas se pudieron observar los siguientes resultados; la elaboración de un estampado reflectivo a base de microesferas de vidrio desempeña su función principal para la cual fue creado puesto que las muestras cumplen con los valores mínimos de retro reflexión según la norma RTE INEN 004-2: 2011, sin embargo luego de aplicar el procedimiento de lavado y secado domestico en base a la norma ISO 6330:2012 se pudo notar el desprendimiento de una gran cantidad de microesferas afectando a la retro reflexión impidiendo tener el requerimiento mínimo de 150 RL (mcd/lx. m²) establecido en la norma RTE INEN 004-2: 2011.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Resultados

Una vez aplicado el estampado en el sustrato textil se puede observar un cambio en su textura volviéndolo de carácter áspero y rígido también es importante mencionar que el color del plastisol pierde brillo al no quedar una superficie completamente lisa, otro aspecto importante a resaltar es el incremento del peso desde un 140% a 259% con lo cual se puede determinar que al hacer este tipo de acabados afecta considerablemente en confort de esta.

Luego de hacerles las pruebas de reflectividad a las diferentes muestras donde se puede notar que la cantidad de microesferas de vidrio influyen en los resultados tal como se los esperaba obtener. Para todas estas pruebas los ángulos de iluminación y observación son constantes de 1.24 y 2.29 respectivamente.

En la Tabla 8 se indican los resultados de las mediciones de visibilidad nocturna RL (mcd/lx. m²) en relación con la cantidad de microesferas de vidrio.

Tabla 8
Mediciones de visibilidad Nocturna RL (mcd/lx. m²)

RL g (Microesferas)	Medición 1	Medición 2	Medición 3
1	77	77	77
5	272	261	243
10	217	217	217
15	202	201	201
20	321	322	322

Fuente. Autor

En la Tabla 9 se presentan los resultados de las mediciones de visibilidad nocturna RL (mcd/lx. m²) en relación con el porcentaje de Soldiplast NF (luego del ensayo de resistencia al lavado doméstico).

Comentado [SAHH1]:

Tabla 9.
Mediciones de visibilidad Nocturna RL (mcd/lx. m²)

RL % (Soldiplast NF)	Medición 1	Medición 2	Medición 3
5	35	31	31
10	108	108	108
15	79	79	79
20	79	79	79
25	31	30	30

Fuente. Autor

4.2. Discusión de resultados

Todos los datos obtenidos luego de realizar pruebas se les realiza una evaluación con diferentes métodos estadísticos que se encuentran en el software Past3 2013 para comprobar su confiabilidad.

4.2.1. Análisis de la varianza.

En la Tabla 10 se presenta el análisis de la varianza correspondiente a las pruebas de retrorreflectividad sin aplicar el ensayo de resistencia al lavado doméstico.

Tabla 10
Análisis de la varianza

Univariate statistics			
	A	B	C
N	5	5	5
Min	77	77	77
Max	321	322	322
Sum	1089	1078	1060
Mean	217,8	215,6	212
Std. error	41,02609	40,50136	39,64341
Variance	8415,7	8201,8	7858
Stand. dev	91,73712	90,56379	88,64536
Median	217	217	217
25 prcntil	139,5	139	139
75 prcntil	296,5	291,5	282,5
Skewness	-0,8294826	-0,7670911	-0,6584536
Kurtosis	1,091833	1,318494	1,706754
Geom. mean	196,7321	195,0422	192,2745
Coeff. var	42,11989	42,00547	41,81385

Fuente. Past 3

Con los datos obtenidos en las pruebas de “Visibilidad Nocturna RL (mcd/lx.m²)” en relación a la cantidad de microesferas de vidrio tenemos; como valor mínimo 77 RL (mcd/lx.m²) que corresponde a la muestra que contiene 1 g de microesferas de vidrio sobre el área estampada de 400 cm² y un valor máximo de 322 RL (mcd/lx.m²) que corresponde a la muestra que contiene 20 g de microesferas de vidrio sobre la misma área mencionada anteriormente.

En la Tabla 11 se presenta el análisis de la varianza correspondiente a las pruebas de retrorreflectividad luego de aplicar el ensayo de resistencia al lavado doméstico.

Tabla 11
Análisis de la varianza

Univariate statistics			
	A	B	C
N	5	5	5
Min	31	30	30
Max	108	108	108
Sum	332	327	327
Mean	66,4	65,4	65,4
Std. error	14,64104	15,20066	15,20066
Variance	1071,8	1155,3	1155,3
Stand. dev	32,73836	33,9897	33,9897
Median	79	79	79
25 prcntil	33	30,5	30,5
75 prcntil	93,5	93,5	93,5
Skewness	0,007968316	-0,02896484	-0,02896484
Kurtosis	-1,919751	-2,069417	-2,069417
Geom. mean	59,26817	57,46881	57,46881
Coeff. var	49,30475	51,97202	51,97202

Fuente. Past 3

Con los datos obtenidos de las pruebas de “Visibilidad Nocturna RL (mcd/lx.m²)” en relación al Porcentaje del auxiliar Soldiplast NF tenemos; como valor mínimo 30 RL (mcd/lx.m²) que corresponde a la muestra que ha sido sometida a la prueba de resistencia al lavado domestico la misma que contiene 5% de Soldiplast NF en relación a la cantidad de plastisol y un valor máximo de 108 RL (mcd/lx.m²) que corresponde a la muestra que ha sido sometida a la prueba de resistencia al lavado domestico la misma que contiene 10% de Soldiplast NF en relación a la cantidad de plastisol.

4.2.2. Test de normalidad

A todos los datos obtenidos se realizó el test de normalidad para comprobar la confiabilidad de los mismos con diferentes métodos estadísticos como son: Jarque-Bera JB p(normal), p (Monte Carlo)

y χ^2 ; utilizando el software de estadística Past 3 2013 con los cuales se obtuvo un valor de p mayor a 0,05 lo cual muestra que esta información está dentro del 95% de confiabilidad.

La Tabla 12 presenta los datos del test de normalidad realizados a los resultados de la prueba de retrorreflectividad sin aplicar el ensayo de resistencia al lavado doméstico.

Tabla 12
Test de normalidad

Tests for normal distribution			
	B	C	D
N	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,9525	0,9584	0,9519
p(normal)	0,7553	0,7967	0,7507
Anderson-Darling A	0,2354	0,2326	0,2644
p(normal)	0,6068	0,6175	0,518
p(Monte Carlo)	0,7221	0,7294	0,6031
Lilliefors L	0,2316	0,236	0,2506
p(normal)	0,5113	0,4812	0,3847
p(Monte Carlo)	0,5077	0,4743	0,3819
Jarque-Bera JB	0,3681	0,3143	0,2311
p(normal)	0,8319	0,8546	0,8909
p(Monte Carlo)	0,7675	0,8391	0,9108

Fuente. Past 3

La Tabla 13 presenta los datos del test de normalidad realizados a los resultados de la prueba de retrorreflectividad luego de aplicar el ensayo de resistencia al lavado doméstico.

Tabla 13
Test de normalidad

Tests for normal distribution			
	A	B	C
N	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,8908	0,8706	0,8706
p(normal)	0,361	0,2687	0,2687
Anderson-Darling A	0,3546	0,3929	0,3929
p(normal)	0,2922	0,2244	0,2244
p(Monte Carlo)	0,3226	0,2525	0,2616
Lilliefors L	0,2498	0,2555	0,2555
p(normal)	0,3896	0,3551	0,3551
p(Monte Carlo)	0,3963	0,3478	0,3528
Jarque-Bera JB	0,4563	0,48	0,48
p(normal)	0,796	0,7866	0,7866
p(Monte Carlo)	0,6252	0,5727	0,5793

Fuente. Past 3

4.2.3. Gráficos estadísticos.

A continuación, tenemos una descripción de los gráficos estadísticos donde nos permite observar como influyen las diferentes variables en los resultados de las mediciones.

4.2.3.1. Gráfico general.

La Figura 14 corresponde al gráfico general de la prueba retrorreflectividad sin de aplicar el ensayo de resistencia al lavado doméstico, en el cual se puede observar cómo actúan las microesferas de vidrio según su concentración dentro del área específica del estampado la cantidad varia dese 1 g a 20 g.

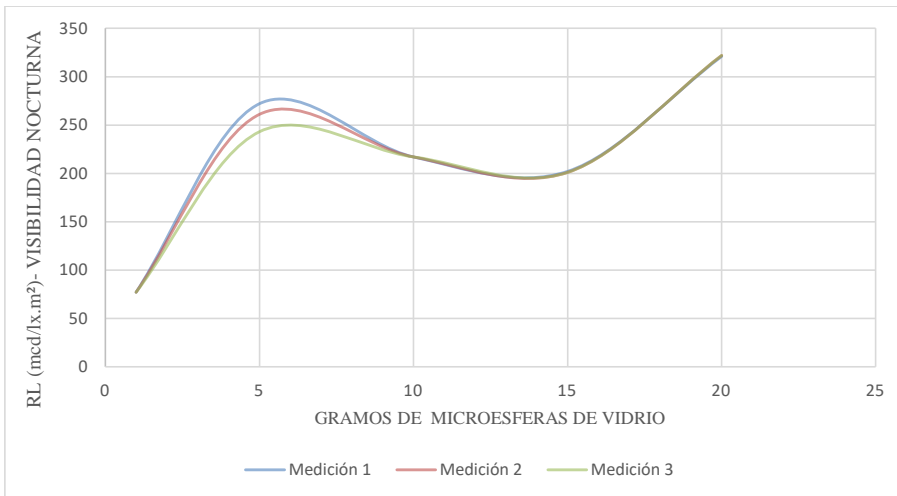


Figura 14. Gráfico general
Fuente. Autor

Las mediciones inician con la muestra que contiene 1g de microesferas de vidrio en un área de 400 cm² en la cual se obtiene el valor más bajo de la medición que es de 77 RL (mcd/lx.m²), la misma está por debajo de 150 RL que pide como mínimo de retrorreflexión para las señalizaciones la norma RTE INEN 004-2: 2011.

Con las concentraciones de 5, 10, 15 y 20 g de perlas los valores de RL se encuentran por encima de los 150 RL que pide como mínimo para la retro reflectividad de señales según la norma RTE INEN 004-2: 2011, lo cual indica que todas estas muestras cumplen con su función.

El pico más alto se lo alcanzó con la aplicación de 20 g en el área de 400 cm² arrojando un resultado de 322 RL (mcd/lx.m²).

La Figura 15 corresponde al gráfico general de la prueba retrorreflectividad luego de aplicar el ensayo de resistencia al lavado doméstico, en el cual se puede observar cómo el auxiliar soldiplast NF actúa en la fijación de las microesferas de vidrio al sustrato textil por medio de la estampación

con plastisol, las concentraciones aplicadas a las diferentes muestras son de 5, 10, 15, 20 y 25%, las mediciones de retro reflectividad fueron realizadas luego de realizarles el ensayo de resistencia al lavado doméstico.

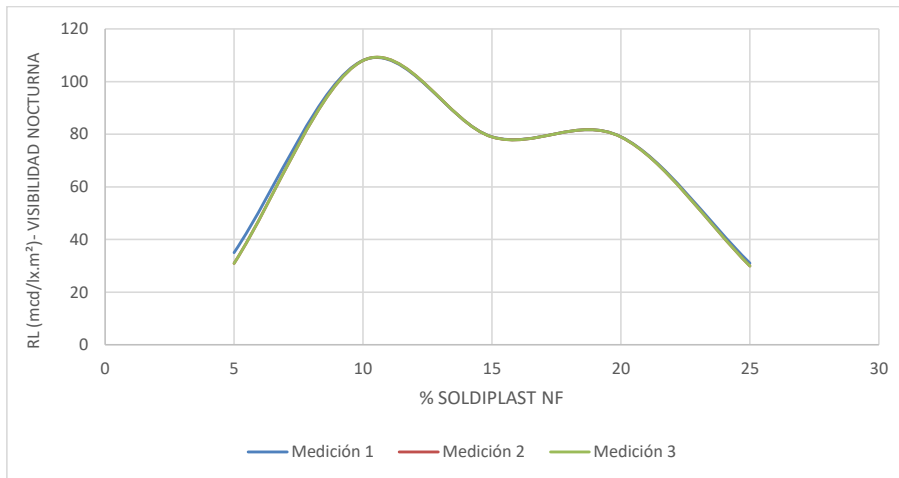


Figura 15. Gráfico general
Fuente. Autor

Se puede observar que las mediciones más bajas se obtienen cuando se le aplicó 5 y 25% de soldiplast NF, lo cual demuestra que con estas concentraciones se desprendió la mayor parte de las microesferas de vidrio.

El pico más alto se lo obtuvo cuando se le aplicó 10 % del auxiliar dando un valor de 108 RL (mcd/lx.m^2), lo cual no cumple con el valor mínimo que es 150 RL según la norma RTE INEN 004-2: 2011.

4.2.3.2. Desviación estándar

La Figura 16 corresponde a la desviación estándar de los datos obtenidos en la prueba retrorreflectividad sin de aplicar el ensayo de resistencia al lavado doméstico, donde se puede observar el límite superior que es de 322 RL con la muestra que contiene 20 g de microesferas de vidrio y el límite inferior que es de 77 RL. También se visualiza que 4 de las 5 muestras están por encima del valor de 150 RL de retro reflectividad que pide la norma RTE INEN 004-2: 2011. Para las señales reflectivas.

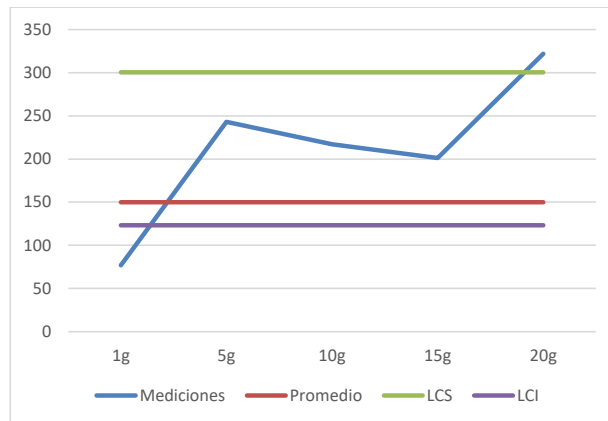


Figura 16. Desviación estándar
Fuente. Autor

La Figura 17 corresponde a la desviación estándar de los datos obtenidos en la prueba retrorreflectividad luego de aplicar el ensayo de resistencia al lavado doméstico, en el que se puede apreciar que ninguna de las muestras cumple con las especificaciones de la norma RTE INEN 004-2: 2011 para considerarse señales retro reflectivas, ya que no superan los 150 RL.

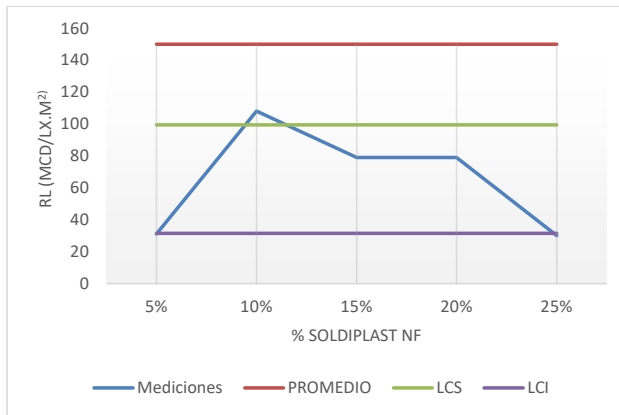


Figura 17. Desviación estándar prueba
Fuente. Autor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

- De acuerdo con las investigaciones realizadas en cuanto a el proceso de estampación por serigrafía y las tintas plastisol que se encuentran en el capítulo 2 se concluye que si es factible realizar este método al cual se le agrega el auxiliar Soldiplast NF en un 10% para obtener la mejor fijación de las microesferas de vidrio obteniendo el mayor resultado de reflectividad (108 RL) luego de realizar la prueba de resistencia al lavado doméstico. (Tabla 11)
- Se encontró que la cantidad de microesferas de vidrio más apropiada es de 5 g por 400 cm² porque cumple con el valor mínimo para señales retroreflectivas según la norma RTE INEN 004-2: 2011 y no existe desperdicio de perlas de vidrio. Según con las pruebas de retroreflectividad realizadas se demuestra que si se aumenta la cantidad de microesferas de vidrio se obtiene mayor eficiencia del estampado, teniendo como resultado en la muestra número 5 (322 RL). (Tabla 8)
- Mediante la realización de la prueba de resistencia al lavado doméstico se obtiene como resultado que las microesferas de vidrio se desprenden del estampado por lo que no es recomendable aplicar en prendas. (Tabla 9)
- Al realizar este tipo de estampado aumenta considerablemente el peso de la prenda estampada lo cual sería una desventaja en cuanto a su uso. (Páginas 41, 42, 43, 44, 45)
- En base a lo observado en las muestras en cuanto a la excesiva aplicación del auxiliar Soldiplast NF la tela pierde gran parte de su flexibilidad. (Páginas 41, 42, 43, 44, 45)

5.2. Recomendaciones

- No aplicar más de 10 gramos de microesferas de vidrio en un área de 400 centímetros cuadrados, al quedar saturado el estampado con las perlas existe desperdicio de estas.
- Disponer de un método estandarizado para el esparcimiento de las microesferas de vidrio sobre el textil, de esta manera se garantizará su distribución homogénea en toda el área del estampado.
- Al utilizar el auxiliar Soldiplast NF se debe mezclar solo la cantidad necesaria para trabajar en ese momento, puesto que una vez realizada la combinación con el plastisol se suele solidificar en un plazo de 6 horas.
- Investigar nuevas formas para aplicar las microesferas de vidrio a un textil por medio de resinas o ligantes, las cuales deben tener buenas calificaciones luego de las pruebas de retroflectividad y resistencia al lavado doméstico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hames Heal. (2017). *Instrumentos Hames Heal*. Obtenido de Wascator: <https://www.james-heal.co.uk/wp-content/uploads/2018/01/JH-Wascator-Flyer.pdf>
- 3M. (2004). Reflectividad. *División de sistemas de seguridad de tráfico*.
- Coldis Química, S.L. (Octubre de 2010). Información Técnica . Platisol base HD transparente .
- Coniex. (15 de Agosto de 2015). *Todas las novedades del sector*. Obtenido de Aplicaciones de las Microesferas de Vidrio en Sectores Industriales II: <https://www.coniex.com/aplicaciones-de-las-microesferas-de-vidrio-en-sectores-industriales-ii/>
- Cym Materiales S.A. (10 de Septiembre de 2014). *Abrasivos – Microesfera de Vidrio – Ficha de seguridad*. Obtenido de <https://cym.com.ar/informes/microesfera-de-vidrio-ficha-de-seguridad/>
- DELTA Dansk Elektronik, L. &. (2016). RetroSign GRX Retroreflectometro, Manual de usuario.
- Frédéric, B., & Tremblay, M. (2014). *Guide sur la rétro réflexion du marquage router (Principes et évaluation)*.
- Guevara, A., & Lira , A. (s.f.). Reflectancia de la radiación electromagnética en materiales opacos.
- Guía para el Proyecto y Ejecución de obras de Señalización Horizontal. (2012). Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento.
- Isabel, R., & Collado, A. R. (2013). *Preparación de la impresión en serigrafía (UF1523)*. IC Editorial.

Iza Pullutasig, T. M., & Velasteguí Erazo, S. R. (2012). Diseño y construcción de una máquina termofijadora para entretelas stretch fusionables en trajes de vestir aplicando un sistema de control de temperatura y tiempo para los diferentes tipos de textiles . Riobamba.

López, T., & Martínez, A. (2012). *El mundo mágico del vidrio*. Fondo de Cultura Económica.

Promanvial Consulting CIA.LTDA. (2020). *Medición de retro reflectividad*. Quito.

Redondo Dieguez , M. (2013). *Impresión en serigrafía (UF 1524)*. IC Editorial.

Rodríguez Moguel, E. A. (2005). *Metodología de la Investigación*.

Sumiprint Química y Color S.A.S. (30 de Septiembre de 2015). SOLDIPLAST / PA25. Medellín, Colombia.

Terán Gordillo, A. E. (2013). *Diseño, construcción y puesta en funcionamiento de una máquina mezcladora para la producción de pinturas plastisol*. Ibarra.

Udale, J. (2014). *Diseño textil: tejidos y técnicas (2a. ed.)*. Editorial Gustavo Gili.

Valdez Coello, F. A. (2015). *Análisis de retrorreflectividad de las señales verticales y horizontales de un muestreo de la red vial estatal, a cargo de la dirección provincial de los ríos*. Guayaquil.

WESCO, P. (s.f.). Duravial perlas de vidrio reflectivas.

ANEXOS

Anexo 1. Instrucciones de aplicación de las perlas de vidrio

w W-60331/01

wesco
PINTURAS

Duravial

PERLAS DE VIDRIO REFLECTIVAS

Instrucciones de Aplicación

- 

En el interior encontrará la malla que tiene la forma y tamaño adecuados para ubicar en la boca del envase, asegúrese de tener cinta de embalaje y tijeras.
- 

Corte pedazos de cinta adhesiva para fijar provisionalmente la malla. Ubique la malla de forma que cubra al envase, de manera proporcionada y fije en 4 puntos en cruz.
- 

Una vez que la malla este fijada sobre la boca del envase, aplique la cinta de embalaje, haciendo que la mitad de su ancho adhiera sobre el envase y la otra mitad sobre la malla. La correcta fijación de la malla evitará vertidos no deseados o desperdicios.
- 

Aplique las perlas de vidrio agitando el envase, como un salero, sobre la última mano de pintura de señalización Duravial aún húmeda, la cantidad a usar depende de la necesidad de reflectividad en la pintura.

Cantidades de Aplicación

Consumo recomendado:
1 Kg x litro de Pintura

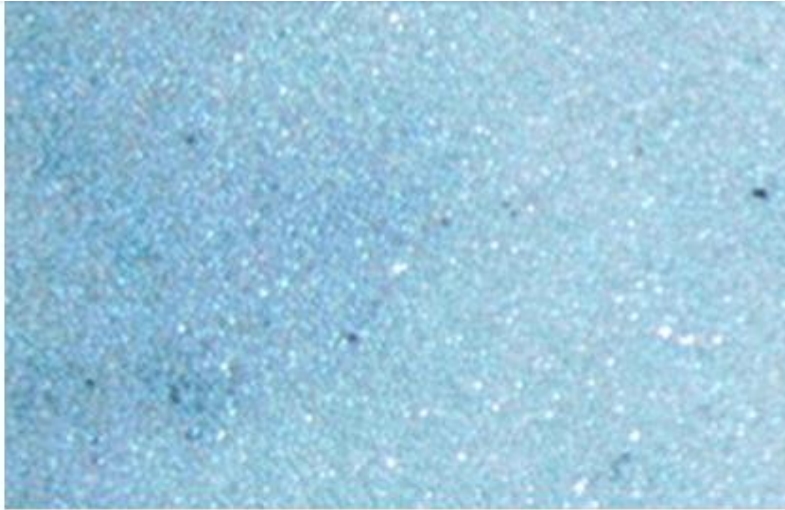
Rendimiento:
1 Kg rinde 4m² o 25m lineales a un ancho de línea de 15cm

Productos para Obras

www.pinturaswesco.com

Anexo 2. Ficha de Seguridad de la Microesfera de Vidrio

INFORMES TECNICOS



Microesfera de Vidrio

Ficha de Seguridad

Identificación del producto

Microesfera de vidrio de silicato sódico calcio granulado

Composición química

Denominación	Porcentaje
SiO ₂	70 a 73 %
CaO	7 a 11 %
MgO	3 a 5 %
Na ₂ O	13 a 15 %
K ₂ O	0.2 a 0.6 %

NO HAY SILICE LIBRE



CYM - 1

CYM MATERIALES SA

www.cym.com.ar // info@cym.com.ar

Identificación de riesgos

- Evitar la permanencia superior a 8 horas en una sala en la que el aire contenga más de 10 miligramos de polvo en suspensión por metro cúbico.

Primeros auxilios

- Si entrara polvo a los ojos:
 - No refregar
 - Enjuagar con abundante agua corriente
 - Consultar al oftalmólogo en caso que persista la irritación.
- El usuario deberá decidir las medidas a tomar en función del tipo de polvo que se genere en el proceso de granallado.

Medidas contra incendio

Producto NO INFLAMABLE

Medidas contra el derramamiento accidental

La microesfera derramada en el piso puede generar condiciones peligrosas para caminar. Se recomienda limpiar rápidamente la zona para reducir los riesgos de caídas.

El producto no es corrosivo, por lo que es suficiente con eliminarlo por los métodos habituales.

Manejo y almacenamiento

- Prevención de riesgos de incendio y explosión:

Cuando exista riesgo de incendio o explosión, se deberá tomar precauciones especiales en el proyecto de construcción e instalaciones. Los trabajos de mantenimiento deberán seguir los procedimientos especiales para cada caso.

Se aconseja el uso de mascarilla anti-polvo y anteojos de trabajo en caso de explosión continua en un ambiente que contenga más de 10 miligramos de productos en suspensión por metro cúbico.
- Precauciones en el manejo del producto:

No se conoce riesgo alguno.

El producto es embalado en bolsas de 25kg. Debe ser manipulado con cuidado.



CYM - 2

CYM MATERIALES SA
www.cym.com.ar // info@cym.com.ar

- Almacenamiento:
 - En lugar seco y libre de humedad.
 - No se conoce sustancias incompatibles
 - Se recomienda mantener el producto en su embalaje original.

Control de riesgo protección del personal

- Control de riesgos:

El usuario debe conocer la naturaleza exacta del polvo que se ha generado en la operación y deberá tomar las medidas necesarias para protegerse.
- Equipamiento para protección individual:

Durante el proceso el responsable de la planta deberá proveer a todos los operarios expuestos el siguiente equipo: Casco, ropa de protección, calzado de seguridad, protector auricular y lentes.

Propiedades fisico-químicas

- Estado físico: sólido partículas esféricas (polvo)
- Olor: inodoro
- Peso específico: Redonda: 7.4
Angular: 7.6
- Densidad aparente: 2,45 a 2,5 g/ml
- Punto de llama: no es aplicable
- Punto de fusión: ~700° c
- Solubilidad: insoluble en agua
- Ph: no aplicable
- Explosividad: no aplicable

Estabilidad y reactividad

- Producto estable hasta temperatura de +/- 700°C a partir del cual se derrite sin alteración de su estructura interna.

Informaciones toxicológicas

- Toxicidad severa conocida: ninguna
- Efectos locales conocidos: ninguno



CYM - 3

CYM MATERIALES SA
www.cym.com.ar // info@cym.com.ar

Informaciones ecológicas

Fueron realizadas pruebas de contaminación de la atmósfera por microesfera. Los resultados de análisis indican que no existen tóxicos ni contaminantes específicos.

Otras informaciones

La información contenida en esta ficha está basada en los conocimientos a la fecha. En consecuencia, cualquier persona u organismo que desee hacer algún comentario o crítica, nos debe informar. Por otro lado, la información contenida en este documento no es exhaustiva, por lo tanto, el usuario tiene que estar totalmente informado y aplicar los reglamentos aplicables en vigor.



CYM - 4

CYM MATERIALES SA
www.cym.com.ar // info@cym.com.ar

CYM MATERIALES S.A.

Soluciones Industriales

Administración y Fábrica

Brig. Estanislao Lopez N° 6
[S2108AIB] Soldini - Santa Fé - Argentina
Tel: [54-341] 490 1100 | Fax: [54-341] 490 1366
E-mail: info@cym.com.ar
www.cym.com.ar

Metalcym Brasil

Rua Mário Junqueira da Silva nº 684 - Jd Eulina
Campinas - SP - Brasil - CEP.13063-000
Tel: [55-19] 3242-9777 - Fax: [55-19] 3243-7236
E-mail: metalcy@metalcy.com.br
www.metalcy.com.br



Anexo 3. Informe de la medición de retroreflectividad

PMV PROMANVIAL
CONSULTING CIA. LTDA.

“MEDICIÓN DE RETRO REFLECTIVIDAD”

PREPARADO POR:

PROMANVIAL CONSULTING CIA. LTDA.

Teléfonos: +5932 2503382 / +5932542959

Av. Los Shyris 134 y Av. 6 de Diciembre
Edificio Torrenova, 9no. Piso, Of. 9ª

ENERO 2020

PMV PROMANVIAL CONSULTING CIA. LTDA.

1.- INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de su tesis el Sr. Steven Hernández ha pedido a Promanvial Consulting la medición de reflectancia en muestras que van a ser utilizadas en la elaboración de indumentaria de seguridad industrial. La medición de muestras se realizará con el equipo Retro reflectometro portátil, marca Zehntner 6014.



Figura 1– Retro-reflectometro Zehntner 6014

2 – MARCO TEÓRICO

El Retro-reflectometro portátil Zehntner 6014 utilizado para medir la reflectancia de los materiales utilizados en la señalización horizontal cuenta con un ángulo de observación de 1.05° , ángulo de iluminación 88.76° de acuerdo a la norma ASTM E1710 la cual es correspondiente a la norma europea 1436 donde se toma en cuenta que el ángulo de iluminación es 1.24° y el de observación de 2.29° . En la siguiente figura se muestra un esquema de lo ángulos para cada norma.



Figura 2- Esquema de Ángulos de Iluminación y Observación

La norma europea que regula las características de los materiales de las marcas viales EN 1436, indica entre otras cosas, valores mínimos en el Coeficiente de Luminancia Retroreflejada (RL) para visibilidad nocturna y el Coeficiente de Luminancia bajo iluminación Difusa (Qd) para visibilidad diurna para carreteras de asfalto y cemento y para marcas blancas y amarillas.

Coeficiente de Luminancia Retroreflejada (RL)

Para la medida de la retroreflexión bajo iluminación de la luz de los faros de un vehículo, se emplea el coeficiente de luminancia retroreflejada RL, que representa el brillo de una marca vial tal como es percibida por los conductores de vehículos motorizados bajo la iluminación de la luz de sus propios faros. Este coeficiente se expresa en milicandelas por metro cuadrado y por lux ($\text{mcd} \times \text{m}^{-2} \times \text{lx}^{-1}$). Resultado que se obtiene mediante un retroreflectómetro.

En la norma EN1436 simula una geometría de 30 m de distancia con un ángulo de entrada de 1.24° y un ángulo de observación de 2.29° .



La norma aplicable para Ecuador es la RTE INEN 004-2: 2011, donde se estipula lo siguiente:

- Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados, como micro-esferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que aseguren su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz

PMV PROMANVIAL CONSULTING CIA. LTDA.

que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. Las señalizaciones deben presentar permanentemente los valores mínimos de retro reflexión señalados en siguiente tabla.

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
a 15.00 m	3.5°	4.5°	150	95
a 30.00 m	1.24°	2.29°	150	70

Tabla. 1 Valores mínimos aceptables de reflectividad en pinturas sobre pavimento (mcd/lx.m²)

En este caso aplicaremos los valores de reflectancia para visibilidad a 30 m donde los valores mínimos del coeficiente RL para el color blanco es de 150 mcd/lx.m² y para el color amarillo 70 mcd/lx.m²

3 – RESULTADOS

Se realizó las medidas de retro-reflectividad en 10 muestras de tela de aproximadamente 20 x 20 cm, las cuales tenían en la superficie un área de microesferas de vidrio reflectivas con pintura de color blanco. En cada muestra se tomaron tres lecturas para poder realizar el promedio de reflectancia. A continuación, se muestra los resultados obtenidos.

N° Muestra	Color Pintura	Ángulo		RL (mcd/lx.m ²) - Visibilidad Nocturna				Qd (mcd/lx.m ²) - Visibilidad Diurna				NORMA INEN 004-2:2011	
		Iluminación	Observación	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio	RL min (mcd/lx.m ²)	Resultado
1	Blanco	1.24	2.29	77	77	77	77	196	196	196	196	150	NO CUMPLE
2	Blanco	1.24	2.29	272	261	243	259	251	251	146	149	150	CUMPLE
3	Blanco	1.24	2.29	217	217	217	217	156	156	156	156	150	CUMPLE
4	Blanco	1.24	2.29	202	201	201	201	147	146	146	146	150	CUMPLE
5	Blanco	1.24	2.29	321	322	322	322	133	133	133	133	150	CUMPLE
6	Blanco	1.24	2.29	35	31	31	32	305	301	101	102	150	NO CUMPLE
7	Blanco	1.24	2.29	108	108	108	108	154	154	154	154	150	NO CUMPLE
8	Blanco	1.24	2.29	79	79	79	79	302	302	102	102	150	NO CUMPLE
9	Blanco	1.24	2.29	79	79	79	79	121	121	121	121	150	NO CUMPLE
10	Blanco	1.24	2.29	31	30	30	30	302	302	102	102	150	NO CUMPLE

Nota : Los valores mínimos de retro-reflectancia diurna no constan en la norma

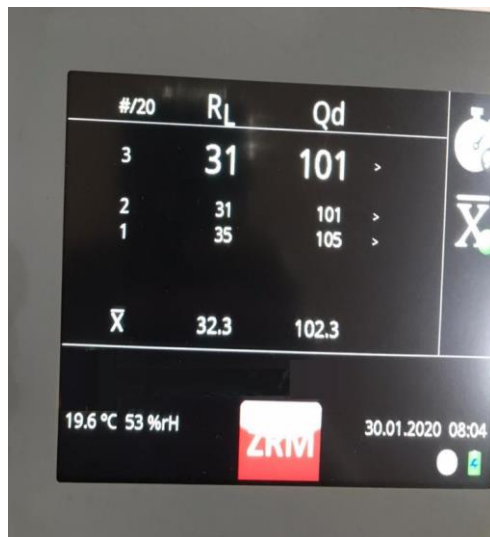
4- CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos se tiene que 6 muestras (60%) de las 10 evaluadas no cumplen con el valor mínimo de reflectancia de 150 mcd/lx.m². Se recomienda adecuar la superficie de las muestras que no cumplieron con más material reflectivo (microesferas de vidrio).

Quito, 30 de enero de 2020

Anexo 4. Lectura del RL (mcd/lx.m²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°1)Anexo 5. Lectura del RL (mcd/lx.m²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°2)


Anexo 6. Lectura del RL (mcd/lx.m²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°3)Anexo 7. Lectura del RL (mcd/lx.m²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°4)

Anexo 8. Lectura del RL (mcd/lx.m²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°5)Anexo 9. Lectura del RL (mcd/lx.m²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°6)

Anexo 10. Lectura del RL (mcd/lx.m²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°7)Anexo 11. Lectura del RL (mcd/lx.m²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°8)


Anexo 12. Lectura del RL (mcd/lx.m²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°9)

#/20	RL	Qd	
3	79	121	>
2	79	121	>
1	79	121	>
\bar{X}	79.0	121.0	

19.8 °C 53 %rH  30.01.2020 08:06

Anexo 13. Lectura del RL (mcd/lx.m²) – Visibilidad Nocturna (Muestra N°10)

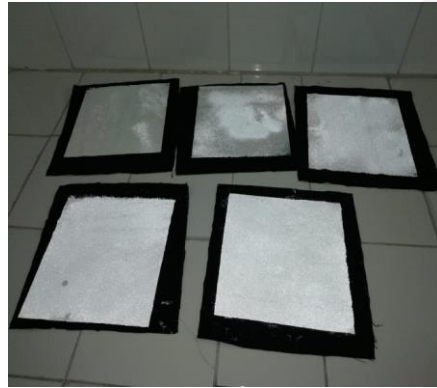
#/20	RL	Qd	
3	30	102	>
2	30	102	>
1	31	102	>
\bar{X}	30.3	102.0	

19.9 °C 52 %rH  30.01.2020 08:07

Anexo 14. Proceso de estampación



Anexo 15. Estampado terminado



Anexo 16. Pruebas de retrorreflectividad



Anexo 17. Ensayo de resistencia al lavado doméstico

