



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Influencia del tipo de pavimento y pintura de señalización
horizontal para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco
– Lucre 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera civil**

AUTORA:

Ticona Estofanero, Pamela Gabriela (ORCID: 0000-0003-3745-7357)

ASESOR:

Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis queridos padres, por todo el apoyo que me brindaron y por toda la dedicación para sacar adelante a sus hijas. A mi amado hijo Salvador Valente que fue mi mayor alegría e inspiración. A Dios por darme salud y permitirme cumplir mis metas.

Agradecimiento

A la escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo por acogerme y brindarme educación de calidad, al asesor Mg. Gustavo Adolfo Aybar Arriola por brindar y compartir todos sus conocimientos hacia sus alumnos. A la sede Callao - Lima de la universidad Cesar Vallejo por habernos acogido en su casa universitaria, a los profesionales del laboratorio y a todas las personas que hicieron posible la culminación de este trabajo.

Índice de Contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y Diseño de investigación	19
3.2. Variable y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	20
3.4. Técnica e instrumentos de Recolección de datos	21
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de Análisis de datos	37
3.7. Aspectos Éticos.....	37
IV. RESULTADOS	38
V. DISCUSIÓN.....	51
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS.....	59

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Requerimientos de la pintura Base Agua</i>	6
Tabla 2. <i>Coordenadas cromáticas de los vértices del polígono de color</i>	7
Tabla 3. <i>Requerimientos de la Pintura Base Solvente</i>	7
Tabla 4. <i>Requerimientos del material termoplástico</i>	8
Tabla 5. <i>Clasificación del material plástico preformado</i>	10
Tabla 6. <i>Requerimientos del material plástico preformado</i>	11
Tabla 7. <i>Adhesión</i>	11
Tabla 8. <i>Requerimientos del plástico en frío de dos componentes</i>	12
Tabla 9. <i>Gradación de las esferas y micro esferas de vidrio</i>	13
Tabla 10. <i>Gradación de las esferas y micro esferas de vidrio</i>	14
Tabla 11. <i>Tramos seleccionados al azar</i>	21
Tabla 12. <i>Validez de los Instrumentos por Profesionales</i>	22
Tabla 13. <i>Pintura base solvente del eje central color amarillo</i>	24
Tabla 14. <i>Pintura base solvente del eje lateral derecho color blanco</i>	25
Tabla 15. <i>Pintura base solvente del eje lateral izquierdo color blanco</i>	26
Tabla 16. <i>Pintura base agua del eje central color amarillo</i>	27
Tabla 17. <i>Pintura base agua del eje lateral derecho color blanco</i>	28
Tabla 18. <i>Pintura base agua del eje lateral izquierdo color blanco</i>	29
Tabla 19. <i>Pintura base solvente del eje central color amarillo</i>	30
Tabla 20. <i>Pintura base solvente del eje lateral central derecho color blanco</i>	31
Tabla 21. <i>Pintura base solvente del eje lateral izquierdo color blanco</i>	32
Tabla 22. <i>Pintura base agua del eje central color amarillo</i>	33
Tabla 23. <i>Pintura base agua del eje lateral derecho color blanco</i>	34
Tabla 24. <i>Pintura base agua del eje lateral izquierdo color blanco</i>	35

Tabla 25. <i>Eje central pintado con base solvente y base agua de color amarillo ...</i>	38
Tabla 26. <i>N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx</i>	40
Tabla 27. <i>Eje lateral derecho blanco</i>	40
Tabla 28. <i>N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx</i>	42
Tabla 29. <i>Eje lateral izquierdo blanco</i>	42
Tabla 30. <i>N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx</i>	44
Tabla 31. <i>Resultados de la retroreflectividad comparando el tipo de pintura</i>	44
Tabla 32. <i>N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx</i>	43
Tabla 33. <i>Eje lateral derecho.....</i>	46
Tabla 34. <i>N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx</i>	48
Tabla 35. <i>Eje lateral izquierdo.....</i>	48
Tabla 36. <i>N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx</i>	50

Índice de figuras

Figura 1. Retroreflectómetro portátil.....	22
Figura 2. N° días vs retroreflectividad base solvente eje central.....	36
Figura 3. N° días vs retroreflectividad base solvente eje lateral derecho.....	36
Figura 4. N° días vs retroreflectividad base solvente eje lateral izquierdo	37
Figura 5. N° días vs retroreflectividad de pintura solvente eje central amarillo	40
Figura 6. N° días vs retroreflectividad de pintura base agua eje central amarillo....	40
Figura 7. N° días vs retroreflectividad del eje lateral derecho con base solvente ...	42
Figura 8. N° días vs retroreflectividad del eje lateral derecho con base agua.....	42
Figura 9. N° días vs retroreflectividad con base solvente eje izquierdo	44
Figura 10. N° días vs retroreflectividad de base agua eje izquierdo	45
Figura 11. N° días vs retroreflectividad del eje central con pintura amarilla MAC	46
Figura 12. N° días vs retroreflectividad del eje central con pintura amarilla TSB.....	47
Figura 13. N° días vs retroreflectividad del eje lateral derecho blanca MAC.....	48
Figura 14. N° días vs retroreflectividad del eje lateral derecho blanca TSB.....	49
Figura 15. N° días vs retroreflectividad del eje lateral izquierdo blanca MAC	50
Figura 16. N° días vs retroreflectividad del eje lateral izquierdo blanca TSB	51
Figura 17. Vista de la carretera Cusco a Lucre.....	59
Figura 18. Pintado de eje derecho de la vía cusco – lucre.....	60
Figura 19. Evidencia del control de pintado vía Cusco - Lucre	60
Figura 20. Midiendo la retroreflectividad de las líneas horizontales vía Cusco - Lucre	
61	
Figura 21. Maquina delineadora pintado.....	61
Figura 22. Eje después de instantes de pintado en la vía Cusco – Lucre.....	62
Figura 23. Medición de retroreflectividad del eje central	62
Figura 24. Eje después de un mes de pintado en la vía Cusco – Lucre	63

Figura 25. Líneas peatonales después de dos meses y medio de pintado en la vía Cusco – Lucre	63
Figura 26. Eje derecho después de tres meses de pintado en la vía Cusco – Lucre	64
Figura 27. Eje después de tres meses de pintado en la vía Cusco – Lucre.....	64
Figura 28. Eje central después de un mes y medio de pintado en la vía Cusco - Lucre	65
Figura 29. Evidencia del verificado de la retroreflectividad en horas de la tarde ...	65
Figura 30. Verificando la retroreflectividad de pintado en la vía Cusco – Lucre.....	66
Figura 31. Eje derecho después de instantes de pintado den la vía Lucre – Cusco	66
Figura 32. Eje Izquierdo después de dos meses y medio de pintado en la vía Cusco - Lucre	67
Figura 33. Certificado de trabajo para la veracidad de los resultados.....	68

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la influencia del tipo de pavimento y pintura en el marcado horizontal en la retroreflectividad de la carretera Cusco-Lucre periodo 2020-2021. Se Tomó como metodología un enfoque cuantitativo de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental. La población tomada fue la carretera Cusco-Lucre que es de 23 kilómetros, para luego ser seleccionada una muestra de 4 km, con 100 lecturas por kilómetro y por línea ya sea blanca o amarilla, por cada unidad de análisis. Los tipos de pavimentos incluidos al estudio fueron: Mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa, pintadas con dos tipos de pintura, de base solvente y de base agua, los principales resultados fueron: la mezcla asfáltica en caliente tiene valores mayores de retroreflectividad que el tratamiento superficial bicapa, La pintura de base solvente y la pintura de base agua no tienen diferencia significativa en su medida de retroreflectividad, la pintura blanca conserva menos tiempo su retroreflectividad que la pintura amarilla.

Finalmente, la presente investigación concluye que el tiempo mínimo para pintar las carreteras es de 5 meses para pintura blanca ya sea de base solvente o base agua y 6 meses para pintura amarilla de base solvente y base agua y se recomienda el pintado periódico infalible para evitar accidentes que tenga como causa la señalización horizontal en las carreteras.

Palabras clave: Señalización horizontal, pinturas retroreflectivas, carretera, influencia, pavimento.

Abstract

The present research aims to evaluate the influence of the type of pavement and paint on the horizontal marking on the retroreflectivity of the Cusco-Lucre highway for the period 2020-2021. A quantitative approach of applied type, explanatory level and experimental design was taken as a methodology. The population taken was the Cusco-Lucre highway is 23 kilometers, and then a 2 km sample was selected, with 100 readings per kilometer and per line either white or yellow, making a total of 600 retroreflectivity readings, for each unit of analysis. The types of pavements included in the study were: hot asphalt mix and two-layer surface treatment, painted with two types of paint, solvent-based and water-based, the main results were: hot asphalt mix has higher retroreflectivity values than Two-coat surface treatment, Solvent-based paint and water-based paint do not have a significant difference in their retroreflectivity measurement, white paint retains its retroreflectivity for less time than yellow paint.

Finally, the present investigation concludes that the minimum time to paint the roads is 5 months for white paint either solvent-based or water-based and 6 months for solvent-based and water-based yellow paint and infallible periodic painting is recommended to avoid accidents caused by road markings.

Keywords: Road marking, retro-reflective paintings, road, influence, pavement.

I. Introducción

La demarcación de las carreteras con pintura amarilla en el eje central y blanca en los ejes laterales cobran importancia en la medida de que los accidentes se incrementan por la poca visibilidad o ninguna de la separación de los carriles especialmente en horas de la noche y con presencia de lluvias, como sucede en la vía Cusco-Lucre. Entre los problemas que se observa en esta vía es que el pintado lo realizan en periodos de tiempo distintos, el pintado reciente es ensuciado por el paso de los vehículos, el efecto de retroreflectividad dura menos de 3 meses y no preparan la superficie antes de pintarla. Las causas de esta realidad observable son, la falta de planificación de la medida de retroreflectividad y los periodos de tiempo para el repintado, pinturas poco resistentes a los efectos climáticos de la zona y pinturas de baja calidad que duran menos de 3 meses. Las consecuencias que puede tener el problema de escasa retroreflectividad en los pavimentos son la alta probabilidad de accidentes debido a causas de visibilidad de la señalización horizontal de la carretera Cusco-Lucre 2021, especialmente en los meses de noviembre a marzo que es tiempo de lluvias intensas.

Por consiguiente, se formula el problema general. ¿Cómo influye el tipo de pavimento y pintura de señalización horizontal para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021? Cuyos problemas específicos son: “¿Cómo influye el tipo de pavimento en la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021? Y ¿Cómo influye el tipo de pintura de señalización horizontal para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021?

A partir de lo cual se tiene la justificación técnica del estudio, ya que propone soluciones prácticas para minimizar la probabilidad de accidentes de tránsito, como es el repintado periódico cada 5 meses (eje central amarillo y ejes laterales blanco) con pinturas de base en pavimentos de tipo mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa. Se justifica socialmente ya que el interés principal es salvaguardar la vida del peatón y del conductor, al tener las carreteras pintadas con una retroreflectividad mayor a 80 mcd/m²/lx disminuimos la probabilidad de tener accidentes de tránsito que tienen por causa la visibilidad del pintado de las señalización horizontal y por último se justifica teóricamente

ya que en la norma no estipula el periodo adecuado de tiempo para el repintado que conserve el mínimo de retroreflectividad de 80 mcd/m²/lx.

El presente estudio lleva como objetivo general. Evaluar la influencia del tipo de pavimento y pintura de señalización horizontal para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021 Y como objetivos específicos Determinar la influencia del tipo de pavimento para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021 y Determinar el tipo de pintura de señalización horizontal para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021. Teniendo como **hipótesis general**: El tipo de pavimento y pintura de señalización horizontal influye positivamente en el análisis la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021. Y las **hipótesis específicas**: El tipo de pavimento influye positivamente en el análisis la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021 y El tipo de pintura de señalización horizontal influye positivamente en el análisis la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021

II. MARCO TEÓRICO

Dentro de los Antecedentes **nacionales**, Arroyo (2017) Universidad César Vallejo efectuó un estudio cuyo objetivo era desarrollar el control de la calidad de la pintura para la señalización horizontal de acuerdo a la norma vigente del MTC en el Circuito los Héroes – Huancayo – Junín, cuyo diseño es explicativo no experimental. En este estudio, fue el Circuito Los Héroes, donde se utilizó la técnica de observación directa de hechos y análisis o consulta documental. Los investigadores concluyeron que el control de calidad de las pinturas que son más adecuadas - aquellas que cumplen con las especificaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, probando la calidad de las pinturas utilizadas en los letreros horizontales afecta la durabilidad. Cuando se aplica al pavimento, la certificación de pintura de un laboratorio competente según especificaciones técnicas afecta a las marcas horizontales ya que dependerá de su durabilidad en el campo.

Cáceres (2020) Universidad San Antonio Abad del Cusco realizó un estudio cuyo objetivo era determinar el grado de influencia del tiempo en el coeficiente de retroreflectividad de la demarcación superficial ejecutada en la carretera panamericana sur PE-1S, cuyo diseño es descriptiva. En dicho estudio se consideró el conjunto de unidades de análisis como es el MAC lateral izquierdo, lateral derecho y central por otro lado el TSB lateral izquierdo, lateral derecho y central con un total de 150 mediciones donde usaron la guía de observación. Los investigadores llegaron a las siguientes conclusiones: primero, la evolución de la curva de degradación por retrorreflexión, que se manifiesta en la demarcación de la Carretera Panamericana Sur PE-1S de 2013 a 2014, según el tipo de cobertura, es más favorable para la MAC. pavimento ya que alcanza 80 mcd / m² / lx en 188,04 ± 7,77 días, mientras que el tipo de pavimento TSB llega a 100 en 181,07 ± 7,71 días. De acuerdo con la evolución de la curva de degradación por retrorreflexión, que se demuestra en la delimitación de la Carretera Panamericana Sur PE-1S de 2013 a 2014 a lo largo del eje de la vía, en todos los casos es lineal, alcanzando un valor de 80 mcd / m² / lx: la línea central durante 174,88 ± 4,32 días, el eje lateral izquierdo después de 188,99 ± 5,13 días y el eje lateral derecho después de 189,79 ± 4,93 días. En tercer lugar, el tiempo recomendado para repintar las vías utilizando letreros reflectantes con

pintura para carreteras a base de solvente o letreros reflectantes con pintura para carreteras a base de agua es de cinco meses para el eje central y seis meses para los ejes laterales. Cuarto, el comportamiento del coeficiente de retrorreflexión en la demarcación de la carretera Panamericana Sur PE-1S en el período de 2013 a 2014 muestra un comportamiento lineal negativo, alcanzando el límite de 80 mcd / m² / lux en el caso del eje central. a los 174 días y el eje lateral a los 189 días. En consecuencia, el clima influyó significativamente en el coeficiente de retrorreflexión en la delimitación de la superficie de la Carretera Panamericana Sur PE-1S entre 2013 y 2014.

En lo **internacional**, Thamizharasan, Sarasua y Clarke (2002) Clemson University, Clemson donde realizaron un estudio con el fin de discutir el desarrollo de una metodología para saber el ciclo de vida de la retroreflectividad de la señal de pavimento de la autopista interestatal en Carolina del sur en los EE. UU, cuyo diseño fue experimental. Este estudio analizó más de 150 ubicaciones seleccionadas en la red interestatal de Carolina del Sur. Los investigadores llegaron a las siguientes conclusiones: Los factores más significativos que afectan la calidad de la señalización de la calzada de acuerdo con el modelo resultante son: tipo de superficie del pavimento, material de señalización, color de la señalización y acciones de mantenimiento; Para una caracterización más precisa de los perfiles de fractura, la demarcación se dividió en categorías como material termoplástico sobre asfalto, material epoxi blanco sobre hormigón, entre otros; y se encontró que el volumen de tráfico diario promedio (TPD) de la carretera no es una variable significativa en la degradación del material.

Kopf (2004) University Washington, Washington Se realizó un estudio con el fin de Para desarrollar curvas de degradación de retrorreflectividad, estas curvas se utilizarán para definir características de demarcación en el tiempo y así permitir programar trabajos de señalización vial, el diseño utilizado fue experimental. Este estudio asumió que un retrorreflectómetro Laserlux móvil mediría aproximadamente 80 secciones en todo el estado de Washington para pinturas a base de agua y a base de solventes. El investigador llegó a las siguientes conclusiones; Primero, los valores de reflectividad de áreas con la misma TPD tienen una variabilidad significativa, esto puede deberse a varios factores, tales como: variabilidad interna creada por el equipo de medición, la dificultad de

calibrar el dispositivo, diferentes condiciones ambientales durante el viaje. recopilación de datos, o simplemente que las mediciones de reflectividad pueden ser inconsistentes.

Aktan & Schenell (2004) University of Iowa, Iowa donde realizaron un estudio con el fin Para evaluar la visibilidad nocturna de los tres tipos de marcas en el pavimento, las simulaciones de lluvia y visibilidad húmeda y seca también se evaluarán en el Centro de Investigación de Transporte de 3M en Cottage Grove, Minnesota, donde los investigadores llegaron a las siguientes conclusiones. En términos de rango de detección, la cinta preformada con microesferas de alto índice de refracción se desempeñó mejor en los tres climas estudiados. En condiciones húmedas y lluviosas, los tres tipos de marcas lograron resultados comparables. En condiciones secas, tanto la pintura como las microesferas gruesas tuvieron los resultados más desfavorables.

TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

Materiales para demarcación: Se han realizado diversos tipos de avances tecnológicos en la producción de materiales de demarcación, por lo que se han desarrollado nuevos tipos de materiales que de alguna manera pueden satisfacer requisitos específicos y condiciones ambientales, lo que ha llevado a la necesidad de utilizar materiales de demarcación de calidad. en medio de nosotros.

Pintura para demarcación Según MTC (2013) La demarcación de carreteras, calles o avenidas de una de estas redes viarias es vital para el correcto funcionamiento de la seguridad vial y vehicular. En consecuencia, la pintura de demarcación, que se conceptualiza como pintura que se puede aplicar sobre pavimento asfáltico o de hormigón hidráulico, además, este tipo de pintura debe tener mayor resistencia a determinados cambios, ya sea de temperatura, humedad, grasas., Aceites que se derivan de petróleo y fuerte abrasión.

Según el ministerio de transportes y comunicaciones (2013) Esta pintura de demarcación podrá ser de dos tipos: Pintura base agua: Debe estar listo para su uso en aceras, ya sea de asfalto o de hormigón, cuya composición debe cumplir los requisitos que se establecen a continuación. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013).

Tabla 1 : Requerimientos de la pintura Base Agua

Característica Evaluada	Requerimiento	
	Mínimo	Máximo
Densidad (g/mL)	1,59	.-
Viscosidad (KU)	80	90
Fineza (Escala Hegman)	3	.-
Tiempo de Secado (No pick Up), Minutos	.-	10
Materia No Volátil (%)	73	.-
Pigmento (%)	60	.-
Sólidos en Volumen (%)	60	.-
Resistencia a la abrasión (Litros de arena)	150	.-
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la tabla N°2	
Factor de Luminancia (β)	<ul style="list-style-type: none"> - Blanco $\geq 0,85$ - Amarillo $\geq 0,40$ 	
Opacidad (Rc)	<ul style="list-style-type: none"> - Blanco $\geq 0,95$ - Amarillo $\geq 0,90$ 	
Sangrado	$\Delta \beta \leq 0,05$ y las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la tabla N°2	
Flexibilidad	La película de pintura no debe presentar agrietamiento, astillamiento, laminación o pérdida de adhesión, luego de ser doblada sobre un mandril a un diámetro de 12,7 mm (½ pulgada)	
Resistencia al agua	La película de pintura no debe presentar: Ablandamiento, empollamiento, arrugamiento, pérdida de adhesión, cambio de color u otra evidencia de deterioro.	
Compuesto Orgánico Volátil (g/L)	.-	150
Estabilidad I Congelamiento y el Deshielo (3 ciclos)	La pintura no debe mostrar coagulación o floculación, ni cambio en la viscosidad en más de 10 KU del valor indicado en esta Tabla	

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Tabla 2 : Coordenadas cromáticas de los vértices del polígono de color

	1		2		3		4	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Blanco	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375
Amarillo	0,560	0,440	0,490	0,510	0,420	0,440	0,460	0,400

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Pintura base solvente: La pintura debe estar lista para su uso en aceras, ya sea asfalto, cuya composición debe cumplir los requisitos que se establecen a continuación. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013)

Tabla 3 :Requerimientos de la Pintura Base Solvente

Característica Evaluada	Requerimiento	
	Mínimo	Máximo
Densidad (g/mL)		
Blanco	1,40	--
Amarillo	1,36	--
Viscosidad (KU)		
Blanco	75	90
Amarillo	80	90
Fineza (Escala Hegman)	3	--
Tiempo de Secado (No pick Up), Minutos		10
Materia No Volátil (%)		
Blanco	71	--
Amarillo	70	--
Pigmento (%)		
Blanco	53	--
Amarillo	50	--
Resistencia a la abrasión (Litros de arena)	150	--
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la tabla N°2	
Factor de Luminancia (β)		
- Blanco	$\geq 0,85$	
- Amarillo	$\geq 0,40$	
Opacidad (Rc)		
- Blanco	$\geq 0,95$	
- Amarillo	$\geq 0,90$	
Sangrado	$\Delta \beta \leq 0,05$ y las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la tabla N°2	

Flexibilidad	La película de pintura no debe presentar agrietamiento, astillamiento, laminación o pérdida de adhesión, luego de ser doblada sobre un mandril a un diámetro de 12,7 mm (½ pulgada)	
Resistencia al agua	La película de pintura no debe presentar: Ablandamiento, ampollamiento, arrugamiento, pérdida de adhesión, cambio de color u otra evidencia de deterioro.	
Compuesto Orgánico Volátil (g/L)	-.-	150

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Retrorreflectividad de las pinturas para demarcación: Las pinturas son retro reflectantes cuando es necesario hacer más visible la demarcación en la acera de noche o en la oscuridad o en condiciones de niebla, esto se logra mediante el uso de esferas y / o microesferas de vidrio. (MTC, 2013)

Pinturas sin características retrorreflectivas: Corresponden a pinturas a base de disolvente y a base de agua que no contienen perlas de vidrio o microesferas. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, pág. 8)

Material termoplástico: Según el MTC (2013) El material termoplástico es un material que se puede aplicar en caliente sobre pavimentos asfálticos o de hormigón hidráulico a base de resinas sintéticas que se ablandan cuando se calientan y endurecen cuando se exponen al frío sin alterar ninguna de las propiedades del material.

Tabla 4 : Requerimientos del material termoplástico

Característica Evaluada	Requerimiento
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.
Factor de Luminancia (β)	≥ 0,85 ≥ 0,40

Resistencia al Agrietamiento de Bajas Temperaturas	Después de calentar el material durante 240 min. \pm 5 min. a una temperatura de $218\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, aplicar a un bloque de concreto y enfriar a $-9,4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, el material no debe presentar grietas.
Resistencia al impacto	Después de calentar el material durante 240 min. \pm 5 min. a una temperatura de $218\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, y formación de muestras de ensayo, la resistencia al impacto debe ser como mínimo de 1,13 J.
Punto de ablandamiento	Después de calentar el material durante 240 min. \pm 5 min. a una temperatura de $218\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y ser ensayado, el material debe tener un punto de ablandamiento de $102,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
Resistencia al Flujo	< 20%, cuando es sometida a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24horas.
Índice de Amarillez	El material de color blanco no debe exceder de un Índice de Amarillez de 0,12.
Estabilidad al Calor	Luego de ser ensayado, el factor de luminancia no debe variar en más de 0,05 respecto al valor original, y las coordenadas cromáticas deben permanecer dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.
Envejecimiento Artificial Acelerado	Luego de ser ensayado, el factor de luminancia no debe variar en más de 0,05 respecto al valor original, y las coordenadas cromáticas deben permanecer dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02
Vida en Almacenaje	El material debe cumplir los requerimientos anteriores y debe fundirse de manera uniforme sin evidencias de piel o partículas sin fundir por un periodo de un año. Cualquier material que dentro de este período no cumpla los requerimientos anteriores debe ser reemplazado por el Contratista.

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Material plástico pre formado: Según el MTC (2013) Es preformado contiene una parte mineral inorgánica y una parte orgánica convenientemente plastificada con

formas y tamaños determinados durante el proceso de fabricación, que se colocan sobre la calzada con un producto adhesivo. Se aplica en frío y se puede aplicar sobre pavimentos asfálticos o de hormigón hidráulico.

Clasificación: El material plástico preformado se clasifica según el nivel de retrorreflexión (I o II), según la clase de adhesivo (1, 2 o 3) y el nivel de resistencia al deslizamiento. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, pag.9)

Tabla 5 :Clasificación del material plástico preformado

Niveles Retro reflectivos	El material cuando es nuevo, debe cumplir con los valores requeridos de la Tabla N° 07.
Clases de Adhesivo	Clase 1: Material sin adhesivo recubierto, para su aplicación con cemento de contacto líquido. Clase 2: Material con adhesivo recubierto sensible a la presión, para su aplicación con o sin adhesivo o imprimante para preparación de superficie. Clase 3: Material con adhesivo recubierto sensible a la presión, protegido y aislado con una cubierta fácilmente removible.
Nivel de Resistenciaal Deslizamiento	Nivel de resistencia al deslizamiento A: Material que cuando nuevo, tiene un valor de resistencia al deslizamiento de al menos 45 SRT. Nivel de resistencia al deslizamiento B: Material que cuando nuevo, tiene un valor de resistencia al deslizamiento de al menos 55 SRT.

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Requerimientos: El material plástico preformado debe ser flexible y moldeable para adaptarse a la superficie de la carretera. Debe adherirse al pavimento de asfalto o concreto hidráulico cuando se aplica de acuerdo con los procedimientos recomendados por el fabricante. (MTC, 2013, pag.10)

Tabla 6 :Requerimientos del material plástico preformado

Característica Evaluada	Requerimiento
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.
Factor de Luminancia (β)	0,80 0,40
Dimensiones	El material, en su forma de suministro, debe estar libre de grietas y tener bordes alineados, definidos y sin roturas. El ancho inicial del material no debe ser menor al ancho nominal (establecido), y no más grande de este ancho en 3 mm. La longitud del material no debe ser menor de la longitud establecida.
Retroreflectancia	El material debe ser retroreflectivo, fácilmente visible cuando es observado con los faros del automóvil durante la noche, y debe tener los valores de retroreflectancia iniciales mínimos establecidos en la Tabla 7.
Adhesión	Una muestra de material, de 25,4 mm de ancho, aplicadode acuerdo a las recomendaciones del fabricante debe tener los valores de adhesión mínimos mostrados en la Tabla 8.

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Tabla 7 :Adhesión

Temperatura de Aplicación, °C	Temperatura de Ensayo, °C	Adhesión Mínimo, N
10	10	4,88
24	24	4,88
46	46	4,88

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Plástico en frío de dos componentes: Según el MTC (2013) El material plástico en frío de dos composiciones que deben mezclarse inmediatamente antes de aplicarse, esta mezcla debe de hacerse hasta que se tenga una mezcla homogénea, ya que generalmente endurece por una reacción química.

Tabla 8 Requerimientos del plástico en frío de dos componentes

Característica Evaluada	Requerimiento
Densidad Relativa	No debe variar en $\pm 2\%$ respecto al valor indicado por el fabricante para cada componente.
Tiempo de secado "No pick-up"	No debe ser superior a 30 min.
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.
Factor de Luminancia β	Blanca $\geq 0,80$ Amarilla $\geq 0,40$
Envejecimiento Artificial Acelerado	Luego de ser ensayado, la variación del factor de luminancia no debe ser superior a 0,05 respecto al valor original y las coordenadas cromáticas deben permanecer dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Si se han realizado diferentes ensayos, será necesario preparar probetas con características específicas para cada uno de ellos, aplicando con las características, tolerancias y método especificados por el fabricante, teniendo en cuenta la textura y uso del material. El fabricante también debe indicar la cantidad de muestra a preparar y las proporciones de cada componente. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, pag.11)

Esferas y micro esferas de vidrio Según el Ministerio de transportes y comunicaciones (2013) Las esferas y microesferas de vidrio son uno de los materiales que se utilizan para los materiales de demarcación, ya que proporcionan su retroreflexión debido a los faros de los vehículos, mejoran la

visibilidad nocturna o las condiciones limitantes de iluminación, por ejemplo, provocadas por agentes atmosféricos.

Tabla 9 :Gradación de las esferas y micro esferas de vidrio

Designación de Tamiz	Porcentaje de material que pasa						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Tamiz N° 8							100
Tamiz N° 10						100	95-100
Tamiz N° 12						95-100	80-95
Tamiz N° 14						80-95	10-40
Tamiz N° 16	100	100				10-40	0-5
Tamiz N° 18					100	0-5	0-2
Tamiz N° 20	95-100	95-100	100		90-100	0-2	
Tamiz N° 30	75-95	55-75	90-100		10-30		
Tamiz N° 40		15-35					
Tamiz N° 50	15-35	0-5	18-35	100	0-5		
Tamiz N° 70	0-5						
Tamiz N° 80	0-5		0-10	15-55			
Tamiz N° 100							
Tamiz N° 140			0-2				
Tamiz N° 200	0-5						
Tamiz N° 230				0-10			

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Las microesferas de tipo II se utilizarán en aeropuertos en calles de rodaje de aeronaves; Además, se recomienda su uso en carreteras en áreas de alta accidentalidad y en áreas con niebla. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, pag.12)

Tabla 10 : Gradación de las esferas y micro esferas de vidrio

Característica Evaluada	Requerimiento
Densidad de masa (g/cm ³)	<u>Tipo I, III, IV, V, VI y VII</u> : 2,4 a 2,6 <u>Tipo II</u> : 4,0 a 4,5
Apariencia de Defectos: En general: limpias, claras, redondas, incoloras y exentas de material extraño.	<u>Tipo I, II, III y IV</u> Un máximo del 3% podrán estar quebradas o contener partículas de vidrio sin fundir o elementos extraños. Un máximo de 20% podrán ser fragmentos ovoides deformados, bolsas gaseosas o con germinados. <u>Tipo V</u> Un máximo del 1% podrán estar quebradas o contener partículas de vidrio sin fundir o elementos extraños. Un máximo de 10% podrán ser fragmentos ovoides deformados, bolsas gaseosas o con germinados. <u>Tipo VI y VII</u> Un máximo del 1% podrán estar quebradas o contener partículas de vidrio sin fundir o elementos extraños. Un máximo de 15% podrán ser fragmentos ovoides deformados, bolsas gaseosas o con germinados.
Índice de Refracción	<u>Tipo I, III, IV, V, VI y VII</u> : mínimo 1,50 <u>tipo II</u> : mínimo 1,90
Resistencia a los Ácidos	No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañados.
Resistencia a la Solución de Cloruro Cálcico	No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.
Resistencia a la Solución de Sulfato de Sodio	No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.
Contenido de metales pesados	No deben contener más de 75 ppm (total) de arsénico, 200 ppm (total) de antimonio y no más de 200 ppm (total) de plomo.

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Si las esferas o microesferas de vidrio tienen algún recubrimiento especial, se debe verificar la presencia de este recubrimiento. (MTC, 2013, p.13)

Criterios de selección: Según el MTC (2013) se debe tener algunos factores cuando se determina el material que se va a usar en la obra, uno de ellos es la zona laboral, tiempo de ejecución, temperatura ambiente, temperatura de pulverización, temperatura de recubrimiento, tiempo de apertura del tráfico, entre otras cosas, valores que se tienen en cuenta. Todo lo requerido son lo mínimo exigido y se exhorta que si los materiales presentan valores y/o márgenes de tolerancia cercanos a los límites se evite su uso para que no haya inconvenientes respecto a los agentes externos o factores diversos, esto se debe seguir con cualquier contratista ya sea del país o importado.

Informe de programa de trabajo: Se hace un informe donde se indica detalladamente su programa de ejecución, esto se debe presentar antes de que se inicie la demarcación y se debe incluir la fecha de entrega de los materiales ya sea de forma total o parcial. Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Señalización y seguridad de las obras: El contratista debe tener en consideración medidas de seguridad y protección para el personal y el medio ambiente durante la aplicación y secado, estas medidas deben ser aprobadas por el encargado de la obra, y deben estar familiarizados con el manual de dispositivos de control de tráfico para calles y carreteras, para que las señales, rótulos y las banderas deben ser publicadas. El contratista debe contar con su material de seguridad y salud y su manual, el cual debe estar al alcance de todo el personal de trabajo. Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Control previo de los materiales: Antes de iniciar la demarcación, es necesario verificar la calidad de los materiales de demarcación, con el fin de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta especificación, se tomarán muestras de cada lote seleccionado por personal con conocimiento del manejo de los materiales. para la demarcación, evitando reclamos posteriores por negligencia. Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Empaque y almacenamiento de los materiales: Cualquier envase de los materiales debe estar bien y deben ser de rápida apertura, además dichos envases deben tener información necesaria como exacto en el material, color, cantidad, entre otros. Todos estos materiales y sus componentes deben ser protegidos siendo así que el almacenamiento tenga el rango de temperatura ideal recomendado por el fabricante. Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Preparación de la superficie Antes de la demarcación es obligatorio realizar una inspección del pavimento para así ver su estado superficial y sus defectos, después de esto se deben llevar a cabo una limpieza superficial adecuada siendo de esta forma que se elimine la suciedad y cualquier elemento que influya negativamente en la calidad y durabilidad de la demarcación.

Premarcado: A falta de un tipo de broche adecuado, se colocarán en el eje de delimitación o en su línea de base, se separan de los círculos con un diámetro no mayor a 30 mm, pintados del mismo color que se utilizará para la delimitación final. entre sí a una distancia de no más de 5 m en curva y 10 m en línea recta. En casos especiales donde se requiera una mayor precisión, utilice un marcado preliminar cada 50 cm. (MTC, 2013, p.16)

Limitaciones climáticas: La aplicación debe realizarse cuando la temperatura del soporte se encuentre al menos 3 °C por encima del punto de rocío. La aplicación no debe realizarse en momentos de lluvia, si el pavimento está mojado, la temperatura ambiente no se encuentra entre 5°C y 40°C, o si la velocidad del viento supera los 25 km / h. (MTC, 2013, p.17)

Aplicación: Una vez realizadas todas las recomendaciones anteriores, se debe aplicar el material de demarcación, que debe asegurar la correcta dosificación, uniformidad longitudinal y lateral y perfilado de línea, de manera que en ningún punto no exista exceso o deficiencia y que no se permitan diferencias tonales. en la misma sección.

Control de obra: antes de la aplicación

- Inspección visual de la calzada delimitada.
- Limpieza de la superficie del pavimento a demarcar.
- Control de la ubicación de la estructura
- Compruebe la presencia de la alarma de tiempo mínimo. (MTC, 2013, p.17)
- Control de obra: durante la aplicación
- Control de la velocidad de aplicación de la máquina de revestimiento
- Control de la geometría de la demarcación
- Control del consumo de materiales
- Control de las condiciones ambientales (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, pag.18)

Retroreflectancia: La retrorreflectividad inicial debe tener un coeficiente mínimo de retrorreflexión (geometría 30 m) en el color original, para distinguir entre blanco y amarillo, debe ser respectivamente de 230 mcd.lx⁻¹m⁻² y 175 mcd.lx⁻¹m⁻². Ministerio de transportes y comunicaciones (2013)

Color: Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono coloreado que se muestra en la Tabla 02. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, pag.27)

Factor de luminancia: Para la demarcación blanca y amarilla, los valores del factor de luminancia deben ser mayores o iguales a 0.4 y 0.2, respectivamente. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, pag.27)

Iluminancia: Es la luz visible que cae sobre una superficie, mide la intensidad de luz sobre esta.

$$\text{Lux} = \text{Lum}/\text{m}^2 = [\text{Luz}]$$

Luminancia: Es la luz que viene de una superficie debido a la reflexión.

$$\text{Luminancia} = \text{Candela}/\text{m}^2 = [\text{Cd}/\text{m}^2]$$

Coefficiente de retroreflectividad (retroreflexión): Relación entre la luminancia de la superficie retroreflectividad (demarcación) y la iluminancia de la fuente de luz (faro del vehículo)

$$\text{Coeficiente de retroreflexión} = R_L = \frac{\text{Luminancia}}{\text{Iluminación}} = \frac{\frac{\text{Cd}}{\text{m}^2}}{[\text{lux}]} = [\text{Cd lux}^{-1}\text{m}^{-2}]$$

Coefficientes mínimos de retroreflexión para la demarcación: Especificaciones técnicas de pinturas para obras. (Resolución Directoral N° 851-98-MTC/15.17)

- Demarcación de color blanco = 230 mcd/m²/lx.
- Demarcación de color amarillo = 175 mcd/m²/lx.

Coefficientes de retroreflexión para el repintado: Especificaciones técnicas de pinturas para obras viales (Resolución Directoral N° 851-98-MTC/15.17)

- Demarcación de color blanco =< 80 mcd/m²/lx.
- Demarcación de color amarillo =< 80 mcd/m²/lx.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo Aplicativo, ya que intenta resolver un problema de la realidad observable con conocimiento de investigación básica como es la retroreflectividad, según (Lozada, 2016). La investigación aplicada fomenta la producción de conocimiento con aplicación directa a los inconvenientes de la producción o nuestra sociedad. Esta tiene como base elementalmente en los descubrimientos en tecnología de la investigación básica, haciéndose cargo del proceso de unión entre la teoría y el producto. (Arispe et al., 2020) "Tiene como objetivo identificar, a través del conocimiento científico, los medios (metodologías, tecnologías y protocolos) mediante los cuales puede contribuir a atender una necesidad reconocida, práctica y específica ". (p. 62)

Nivel de investigación.

La investigación es de nivel Descriptivo-Explicativo, porque tiene por causa el tipo de pavimento y el tipo de pintura de la señalización horizontal y por efecto la medida de retroreflectividad, y además es descriptivo por que intenta caracterizar las causas que influyen en la retroreflectividad, según (Monjarás, Bazán, Pacheco, Rivera y Zamarripa, 2019) "Tiene como objetivo identificar, a través del conocimiento científico, los medios (metodologías, tecnologías y protocolos) mediante los cuales puede contribuir a atender una necesidad reconocida, práctica y específica".

Diseño de investigación

El estudio por su forma de buscar la validez de la hipótesis tiene el diseño Experimental, ya que manipula las variables independientes como es el tipo de asfalto (mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa) y el tipo de pintura (pintura con base solvente y pintura con base agua) según (Gerardo y Od, 2012). "Se considera al modo experimental en investigación al proceso que es someter a un solo individuo u objeto o también un grupo de objetos o también individuos, a condiciones variables, diferentes estímulos o tratamientos (V.I), para observar el producto de los efectos o reacciones vistas (V.D). Akhtar, Dr. Md Inaam, (2016) conceptualiza que el diseño experimental "utiliza para probar un diseño de investigación de relación causal en una situación controlada se denomina diseño experimental. en otras palabras, podemos decir que es un

diseño en el que se manipulan algunas de las variables que se estudian”. (Alvarez,2020) ratifica que el diseño experimental es “Cuando los datos se obtienen por observación de hechos condicionados por el investigador, en donde se manipula una sola variable y se espera la respuesta de otra variable”.

3.2. Variables y operacionalización

Variable de independiente: Tipo de pavimento

Variable dependiente: Retroreflectividad.

La matriz de operacionalización de variables se adjunta en el anexo

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

En el presente trabajo de investigación la población se refiere a la totalidad de lecturas a lo largo de la carretera Cusco-Lucre que tiene una longitud de 23 kilómetros. Para cada línea de pintado ya sea amarilla central o blanca laterales, la lectura de retroreflectividad es cada metro, haciendo un total de 1200 lecturas en el eje central y 2.400 lecturas en los ejes laterales. Para Arias, (2012) cuando hablamos de población se refiere al grupo finito o infinito de individuos que presentan características en común que son amplias las conclusiones de investigación. La población ha de ser seleccionada y limitada según el problema y los objetivos de estudio y para (López, 2004) la población es definida como el conjunto de personas u objetos investigados y se quiere entender algo de ellos.

Muestra

La muestra se comprende como el subconjunto que representa una fracción del universo o población, se selecciona con una diversidad de metodologías según la conveniencia del investigador, con el objetivo de priorizar la representación de la población en general. Ñaupas et al., (2014). Se utilizaron datos estadísticos obtenidos a partir de fórmulas para determinar el tamaño de la muestra a emplear. (Arias, 2012)

Por lo tanto, se realizó 4 tramos de 100 metros para las lecturas de coeficiente de retroreflectividad

El método de muestreo aplicado es de tipo probabilístico o aleatorio el cual se caracteriza porque se seleccionó de 23 kilómetros, la unidad de análisis fue 100

metros lo que significada que se tiene 230 unidades de análisis cada una de 100 metros y de estas se hizo un sorteo seleccionando a 4: km 5 tramo 9, km 11 tramo 2, km 13 tramo 4 y km 19 tramo 5.

Tipo de muestreo se tomó el “Muestreo al azar simple”, método que presenta la particularidad de que cada elemento tiene la misma probabilidad de ser seleccionado. Arias, (2012)

Tabla 11: Tramos seleccionados al azar

SELECCIÓN DE MUESTRAS		
kilometraje	Tramo de 100 metros	Numero de datos
Km 5	9	300
Km 11	2	300
Km 13	4	300
Km 19	5	300
Total, 4 kilómetros	Total 400 metros	1200 observaciones

Fuente: Elaboracion propia

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Según (Arispe et al., 2020) las técnicas son la serie de pasos, acciones y actividades que lleva a cabo el investigador a obtener la información, estos permiten lograr los objetivos y de esta manera poner a prueba la hipótesis de investigación. (p. 78) para la siguiente investigación se aplicará la técnica de la “observación directa” para la documentación de la información.

Instrumentos de recolección de datos

Es un instrumento de recolección de datos según (Arias, 2012) es “cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. (Pg. 68). Este trabajo de investigación utilizo fichas de recopilación de datos usando formatos e instrumentos estandarizados en todos los ensayos de laboratorio, en los cuales se registró todos los datos utilizados y resultados obtenidos, para luego realizar los análisis correspondientes.

Figura 1. *Retroreflectómetro portátil*



Validez de los Instrumentos

La prueba de viabilidad de los instrumentos “se basa en un proceso de validación que es realizado por expertos en materiales con una calificación educativa mínima de posgrado y un mínimo de experiencia por cinco años con experiencia en el ámbito de la Geotecnia” (Suhairiani & otros,2020). Para la “validez de los instrumentos” estos fueron verificados por profesionales expertos en ingeniería del tránsito.

Tabla 12. Validez de los Instrumentos por Profesionales

N°	Grado Académico	Nombre y Apellidos	CIP	Ver anexo N°
1	Ingeniero Civil	Sergio I. Liendo Vargas	65074	03
2	Ingeniero Civil	Román Villegas, Eigner	66285	03
3	Ingeniero Civil	Noé Arriola Valencia	15004	03

Fuente: Elaboracion propia

La Confiabilidad de los Instrumentos

La confiabilidad para Rafael, (2017) “es el nivel de precisión y exactitud de la medida, esto se evidencia si al aplicar la misma prueba al mismo sujeto bajo condiciones iguales los resultados son inalterables”. (p. 104). Por lo tanto, para el presente trabajo de investigación, los instrumentos cuentan con la certificación de calibración vigente utilizados en los ensayos de laboratorio como son:

3.5. Procedimientos

Etapa 01: estudios de campo

Verificación de las pinturas

Organización de los operarios

Limpieza del pavimento

Preparación del equipo de pintado

Pintado del eje lateral izquierdo

Pintado del eje central

Pintado del eje lateral derecho

Etapa 02: Medida de la retroreflectividad

Medida de la retroreflectividad por semana con pintura base solvente y en un pavimento de mezcla asfáltico en caliente.

Tabla 13. Pintura base solvente del eje central color amarillo

TIPO DE PAVIMENTO: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		
EJE CENTRAL COLOR AMARILLO		
PINTURA BASE SOLVENTE		
	NUMERO DE	COEFIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	310
04-abr	8	280
11-abr	15	290
18-abr	22	340
25-abr	29	310
02-may	36	300
09-may	43	330
16-may	50	240
23-may	57	250
30-may	64	180
06-jun	71	200
13-jun	78	230
20-jun	85	170
27-jun	92	200
04-jul	99	190
11-jul	106	100
18-jul	113	110
25-jul	120	130
01-ago	127	160
08-ago	134	120
15-ago	141	110
22-ago	148	100
29-ago	155	90
05-sep	162	150
12-sep	169	130
19-sep	176	110
26-sep	183	120

Tabla 14. Pintura base solvente del eje lateral derecho color blanco

TIPO DE PAVIMENTO: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		
EJE LATERAL DERECHO COLOR BLANCO		
PINTURA BASE SOLVENTE		
	NUMERO DE	COEFIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	290
04-abr	8	340
11-abr	15	290
18-abr	22	350
25-abr	29	270
02-may	36	340
09-may	43	310
16-may	50	300
23-may	57	230
30-may	64	240
06-jun	71	260
13-jun	78	240
20-jun	85	170
27-jun	92	220
04-jul	99	160
11-jul	106	240
18-jul	113	140
25-jul	120	120
01-ago	127	100
08-ago	134	110
15-ago	141	120
22-ago	148	140
29-ago	155	130
05-sep	162	100
12-sep	169	110
19-sep	176	100
26-sep	183	90

Tabla 15. Pintura base solvente del eje lateral izquierdo color blanco

TIPO DE PAVIMENTO: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		
EJE LATERAL IZQUIERDO COLOR BLANCO		
PINTURA BASE SOLVENTE		
	NUMERO DE	COEFICIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	280
04-abr	8	320
11-abr	15	290
18-abr	22	280
25-abr	29	300
02-may	36	310
09-may	43	340
16-may	50	330
23-may	57	250
30-may	64	260
06-jun	71	250
13-jun	78	250
20-jun	85	220
27-jun	92	210
04-jul	99	190
11-jul	106	180
18-jul	113	150
25-jul	120	160
01-ago	127	150
08-ago	134	160
15-ago	141	90
22-ago	148	100
29-ago	155	110
05-sep	162	100
12-sep	169	110
19-sep	176	90
26-sep	183	100

Medida de la retroreflectividad por semana con pintura base agua y en un pavimento de mezcla asfaltico en caliente.

Tabla 16. Pintura base agua del eje central color amarillo

TIPO DE PAVIMENTO: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		
EJE CENTRAL COLOR AMARILLO		
PINTURA BASE AGUA		
	NUMERO DE	COEFIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	270
04-abr	8	300
11-abr	15	320
18-abr	22	280
25-abr	29	320
02-may	36	310
09-may	43	300
16-may	50	250
23-may	57	250
30-may	64	180
06-jun	71	200
13-jun	78	240
20-jun	85	230
27-jun	92	170
04-jul	99	180
11-jul	106	140
18-jul	113	110
25-jul	120	150
01-ago	127	130
08-ago	134	140
15-ago	141	80
22-ago	148	90
29-ago	155	100
05-sep	162	110
12-sep	169	100
19-sep	176	90
26-sep	183	80

Tabla 17. Pintura base agua del eje lateral derecho color blanco

TIPO DE PAVIMENTO: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		
EJE LATERAL DERECHO COLOR BLANCO		
PINTURA BASE AGUA		
	NUMERO DE	COEFIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	310
04-abr	8	320
11-abr	15	320
18-abr	22	330
25-abr	29	300
02-may	36	340
09-may	43	300
16-may	50	250
23-may	57	200
30-may	64	220
06-jun	71	180
13-jun	78	240
20-jun	85	230
27-jun	92	260
04-jul	99	200
11-jul	106	190
18-jul	113	180
25-jul	120	100
01-ago	127	140
08-ago	134	130
15-ago	141	100
22-ago	148	90
29-ago	155	80
05-sep	162	140
12-sep	169	100
19-sep	176	130
26-sep	183	120

Tabla 18. Pintura base agua del eje lateral izquierdo color blanco

TIPO DE PAVIMENTO: MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		
EJE LATERAL IZQUIERDO COLOR BLANCO		
PINTURA BASE AGUA		
	NUMERO DE	COEFIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	290
04-abr	8	340
11-abr	15	300
18-abr	22	340
25-abr	29	290
02-may	36	310
09-may	43	300
16-may	50	240
23-may	57	160
30-may	64	240
06-jun	71	260
13-jun	78	190
20-jun	85	240
27-jun	92	250
04-jul	99	270
11-jul	106	110
18-jul	113	110
25-jul	120	120
01-ago	127	140
08-ago	134	150
15-ago	141	150
22-ago	148	160
29-ago	155	140
05-sep	162	130
12-sep	169	90
19-sep	176	90
26-sep	183	100

Medida de la retroreflectividad por semana con pintura base solvente y en un pavimento con tratamiento superficial bicapa

Tabla 19. Pintura base solvente del eje central color amarillo

TIPO DE PAVIMENTO: TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA		
EJE CENTRAL COLOR AMARILLO		
PINTURA BASE SOLVENTE		
	NUMERO DE	COEFIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	350
04-abr	8	310
11-abr	15	300
18-abr	22	310
25-abr	29	320
02-may	36	330
09-may	43	340
16-may	50	280
23-may	57	250
30-may	64	260
06-jun	71	250
13-jun	78	200
20-jun	85	190
27-jun	92	240
04-jul	99	170
11-jul	106	180
18-jul	113	110
25-jul	120	100
01-ago	127	120
08-ago	134	130
15-ago	141	90
22-ago	148	100
29-ago	155	90
05-sep	162	100
12-sep	169	110
19-sep	176	90
26-sep	183	80

Tabla 20. Pintura base solvente del eje lateral central derecho color blanco

TIPO DE PAVIMENTO: TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA		
EJE LATERAL DERECHO COLOR BLANCO		
PINTURA BASE SOLVENTE		
	NUMERO DE	COEFIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	310
04-abr	8	300
11-abr	15	350
18-abr	22	290
25-abr	29	310
02-may	36	300
09-may	43	290
16-may	50	310
23-may	57	200
30-may	64	260
06-jun	71	210
13-jun	78	250
20-jun	85	180
27-jun	92	240
04-jul	99	230
11-jul	106	220
18-jul	113	200
25-jul	120	130
01-ago	127	120
08-ago	134	100
15-ago	141	110
22-ago	148	140
29-ago	155	150
05-sep	162	140
12-sep	169	130
19-sep	176	110
26-sep	183	100

Tabla 21. Pintura base solvente del eje lateral izquierdo color blanco

TIPO DE PAVIMENTO: TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA		
EJE LATERAL IZQUIERDO COLOR BLANCO		
PINTURA BASE SOLVENTE		
	NUMERO DE	COEFIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	340
04-abr	8	330
11-abr	15	270
18-abr	22	310
25-abr	29	290
02-may	36	320
09-may	43	310
16-may	50	300
23-may	57	250
30-may	64	200
06-jun	71	170
13-jun	78	160
20-jun	85	240
27-jun	92	230
04-jul	99	250
11-jul	106	160
18-jul	113	150
25-jul	120	140
01-ago	127	130
08-ago	134	120
15-ago	141	100
22-ago	148	100
29-ago	155	150
05-sep	162	150
12-sep	169	100
19-sep	176	110
26-sep	183	90

Medida de la retroreflectividad por semana con pintura base agua y en un pavimento con tratamiento superficial bicapa

Tabla 22. Pintura base agua del eje central color amarillo

TIPO DE PAVIMENTO: TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA		
EJE CENTRAL COLOR AMARILLO		
PINTURA BASE AGUA		
	NUMERO DE	COEFIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	350
04-abr	8	320
11-abr	15	320
18-abr	22	340
25-abr	29	320
02-may	36	310
09-may	43	340
16-may	50	330
23-may	57	250
30-may	64	240
06-jun	71	230
13-jun	78	200
20-jun	85	210
27-jun	92	200
04-jul	99	190
11-jul	106	190
18-jul	113	180
25-jul	120	210
01-ago	127	150
08-ago	134	120
15-ago	141	150
22-ago	148	130
29-ago	155	120
05-sep	162	100
12-sep	169	100
19-sep	176	90
26-sep	183	80

Tabla 23. Pintura base agua del eje lateral derecho color blanco

TIPO DE PAVIMENTO: TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA		
EJE LATERAL DERECHO COLOR BLANCO		
PINTURA BASE AGUA		
	NUMERO DE	COEFIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	310
04-abr	8	300
11-abr	15	350
18-abr	22	290
25-abr	29	310
02-may	36	300
09-may	43	290
16-may	50	310
23-may	57	200
30-may	64	260
06-jun	71	210
13-jun	78	250
20-jun	85	180
27-jun	92	240
04-jul	99	230
11-jul	106	220
18-jul	113	200
25-jul	120	130
01-ago	127	120
08-ago	134	100
15-ago	141	110
22-ago	148	140
29-ago	155	150
05-sep	162	140
12-sep	169	130
19-sep	176	110
26-sep	183	100

Tabla 24. Pintura base agua del eje lateral izquierdo color blanco

TIPO DE PAVIMENTO: TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA		
EJE LATERAL IZQUIERDO COLOR BLANCO		
PINTURA BASE AGUA		
	NUMERO DE	COEFICIENTE
FECHA	DIAS	DE RETROREFLECTIVIDAD
28-mar	1	350
04-abr	8	340
11-abr	15	300
18-abr	22	340
25-abr	29	290
02-may	36	310
09-may	43	300
16-may	50	340
23-may	57	270
30-may	64	280
06-jun	71	200
13-jun	78	250
20-jun	85	250
27-jun	92	260
04-jul	99	260
11-jul	106	180
18-jul	113	200
25-jul	120	160
01-ago	127	130
08-ago	134	120
15-ago	141	160
22-ago	148	120
29-ago	155	90
05-sep	162	110
12-sep	169	100
19-sep	176	130
26-sep	183	140

ETAPA 03: PROCESAMIENTO DE DATOS Y ELABORACIÓN DE TABLAS

Medida de la retroreflectividad por semana con pintura base solvente y en un pavimento de mezcla asfáltico en caliente

Figura 2. *N° días vs retroreflectividad base solvente eje central*

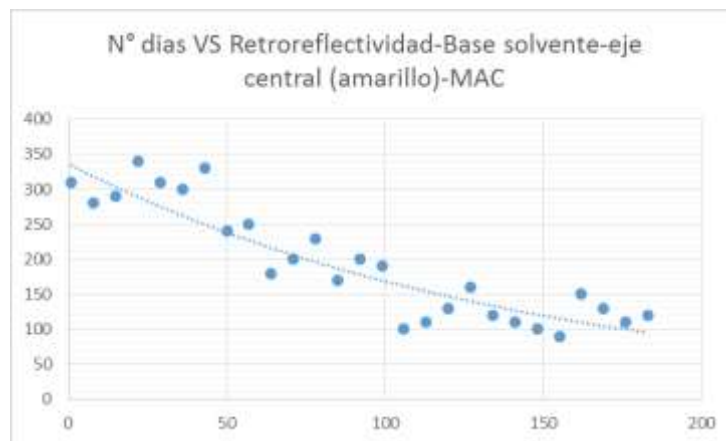


Figura 3. *N° días vs retroreflectividad base solvente eje lateral derecho*

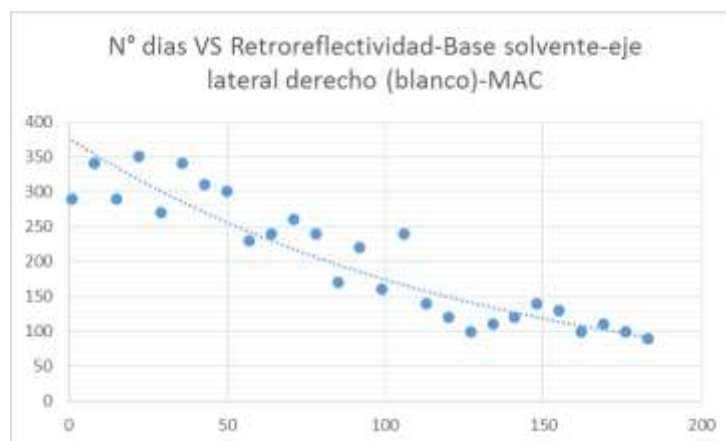
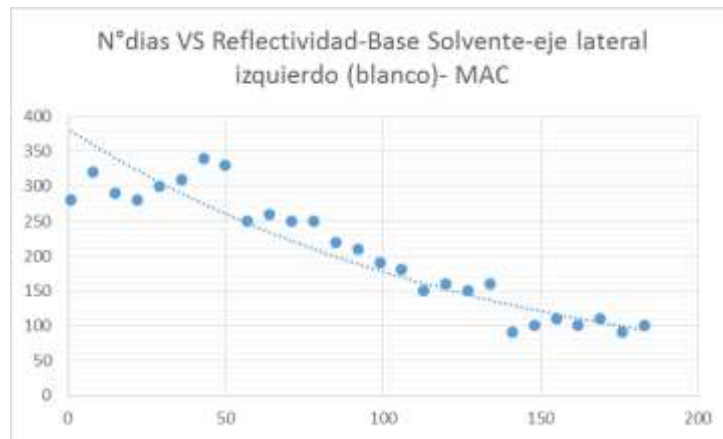


Figura 4. *N° días vs retroreflectividad base solvente eje lateral izquierdo*



Medida de la retroreflectividad por semana con pintura base agua y en un pavimento de mezcla asfáltico en caliente. Medida de la retroreflectividad por semana con pintura base solvente y en un pavimento tratamiento superficial bicapa.

3.6. Método de análisis de datos

“El análisis se lleva a cabo a partir de los niveles de medición de las variables y mediante la estadística, esto es útil para estimar parámetros y probar hipótesis basadas en la distribución muestra que pueden ser descriptivas”. (Fernandez et all, 2014).

Para la presente investigación, los resultados arrojados por las pruebas de retroreflectividad en sus distintos tipos de pavimento y tipos de pintura, se realizaron cuadros comparativos, análisis estadísticos y gráficos representativos; se utilizó la herramienta de Microsoft Excel y SPSS para el procesamiento de datos recolectados.

3.7. Aspectos éticos

Este trabajo de investigación se desarrolló con principios éticos, de respeto a los trabajos de investigación tomados como referencia, siendo estas citadas a cada uno de los autores, cumpliendo con todas las bases de anti plagio y originalidad de la investigación, lo cual será filtrado por la herramienta web turnitin para su verificación.

IV. RESULTADOS

Resultados de la retroreflectividad comparando el tipo de pavimento: mezcla asfáltica en caliente y tratamiento superficial bicapa.

Tabla 25. Eje central pintado con base solvente y base agua de color amarillo

	NUMERO DE	B.SOLVENTE	BASE AGUA	B.SOLVENTE	BASE AGUA
FECHA	DIAS	MAC	MAC	TSB	TSB
28-mar	1	310	270	350	350
04-abr	8	280	300	310	320
11-abr	15	290	320	300	320
18-abr	22	340	280	310	340
25-abr	29	310	320	320	320
02-may	36	300	310	330	310
09-may	43	330	300	340	340
16-may	50	240	250	280	330
23-may	57	250	250	250	250
30-may	64	180	180	260	240
06-jun	71	200	200	250	230
13-jun	78	230	240	200	200
20-jun	85	170	230	190	210
27-jun	92	200	170	240	200
04-jul	99	190	180	170	190
11-jul	106	100	140	180	190
18-jul	113	110	110	110	180
25-jul	120	130	150	100	210
01-ago	127	160	130	120	150
08-ago	134	120	140	130	120
15-ago	141	110	80	90	150
22-ago	148	100	90	100	130
29-ago	155	90	100	90	120
05-sep	162	150	110	100	100
12-sep	169	130	100	110	100
19-sep	176	110	90	90	90
26-sep	183	120	80	80	80

Figura 5. *N° días vs retroreflectividad de pintura solvente eje central amarillo*



Se observa en la figura que los primeros 80 días, la pintura amarilla de base solvente en el pavimento con tratamiento superficial bicapa tenga la tendencia de valores superiores del coeficiente de retroreflectividad (Kf) en comparación a los valores de Kf del pavimento con mezcla asfáltica en caliente. Pero tomando en cuenta el mínimo valor de la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx, el valor de Kf para el pavimento de mezcla asfáltica en caliente llega hasta los 205 días superando en 27 días a los valores de Kf del tratamiento superficial bicapa

Figura 6. *N° días vs retroreflectividad de pintura base agua eje central amarillo*



Se observa en la figura los valores del Kf de la pintura amarilla con base agua en un pavimento con tratamiento superficial bicapa permanecen con tendencia siempre mayor que el pavimento con mezcla asfáltica en caliente. Lo que se puede comprobar con el mínimo valor de retroreflectividad que impone la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx. El valor de Kf para el pavimento con

tratamiento superficial bicapa llega a los 203 días superando en 15 días el valor de Kf del pavimento con mezcla asfáltica en caliente.

Tabla 26. N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx

N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m ² /lx (pintura amarilla- eje central)		
Bases	Mezcla asfáltica en caliente	Tratamiento superficial bicapa
Base solvente	205.2 días	178.8 días
Base agua	187.9 días	202.5 días

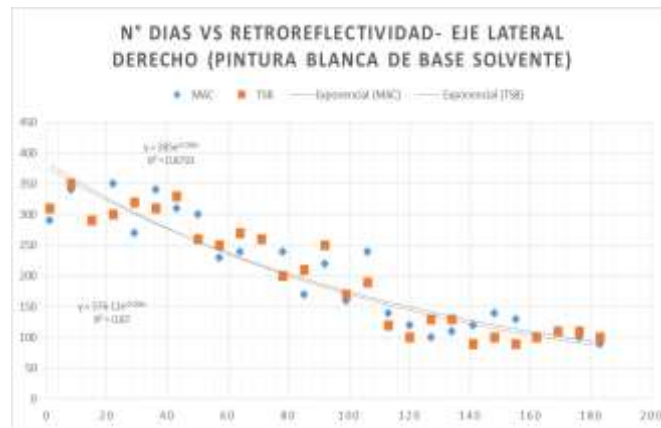
En la tabla se observa que la pintura amarilla de base solvente reacciona mejor en un pavimento de mezcla asfáltica en caliente, llegando al mínimo impuesto por la Norma Técnica Peruana en 205 días, lo que indica que el repintado se realizaría cada una semana antes de cumplir los 7 meses (6 meses con 25 días)

Tabla 27. Eje lateral derecho blanco

RETROREFLECTIVIDAD EJE DERECHO COLOR BLANCO					
FECHA	NUMERO DE DIAS	SOLVENTE	AGUA	SOLVENTE	AGUA
		MAC	MAC	TSB	TSB
28-mar	1	290	310	310	310
04-abr	8	340	320	350	300
11-abr	15	290	320	290	350
18-abr	22	350	330	300	290
25-abr	29	270	300	320	310
02-may	36	340	340	310	300
09-may	43	310	300	330	290
16-may	50	300	250	260	310
23-may	57	230	200	250	200
30-may	64	240	220	270	260
06-jun	71	260	180	260	210
13-jun	78	240	240	200	250
20-jun	85	170	230	210	180
27-jun	92	220	260	250	240
04-jul	99	160	200	170	230
11-jul	106	240	190	190	220
18-jul	113	140	180	120	200
25-jul	120	120	100	100	130
01-ago	127	100	140	130	120
08-ago	134	110	130	130	100
15-ago	141	120	100	90	110
22-ago	148	140	90	100	140
29-ago	155	130	80	90	150
05-sep	162	100	140	100	140

12-sep	169	110	100	110	130
19-sep	176	100	130	110	110
26-sep	183	90	120	100	100

Figura 7. N° días vs retroreflectividad del eje lateral derecho con base solvente



Se observa en la figura que los primeros 40 días, la pintura blanca de base agua en el pavimento con tratamiento superficial bicapa tiene la tendencia de valores ligeramente superiores del coeficiente de retroreflectividad (Kf) en comparación a los valores de Kf del pavimento con mezcla asfáltica en caliente. Pero tomando en cuenta el mínimo valor de la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx, el valor de Kf para el pavimento con tratamiento superficial bicapa llega hasta los 196 días superando en 3 días a los valores de Kf del pintado en un pavimento con mezcla asfáltica en caliente, es decir prácticamente no hay diferencia alguna.

Figura 8. N° días vs retroreflectividad del eje lateral derecho con base agua



Se observa en la figura los valores del Kf de la pintura blanca con base agua en un pavimento con tratamiento superficial bicapa permanecen con tendencia ligeramente mayor que el pavimento con mezcla asfáltica en caliente. Lo que se puede comprobar con el mínimo valor de retroreflectividad que impone la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx. El valor de Kf para el pavimento con

tratamiento superficial bicapa llega a los 215 días superando en 2 días el valor de Kf del pavimento con mezcla asfáltica en caliente. Lo que se concluye que prácticamente coinciden en el tiempo de repintado.

Tabla 28. N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx

N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m ² /lx		
Bases	Mezcla asfáltica en caliente	Tratamiento superficial bicapa
Base solvente	193.49 días	196.4 días
Base agua	212.77 días	215.11 días

En la tabla se observa que la pintura blanca de base agua reacciona mejor en un pavimento de tratamiento superficial bicapa, llegando al mínimo impuesto por la Norma Técnica Peruana en 215 días, lo que indica que el repintado se realizaría cada, una semana después de cumplir los 7 meses.

Tabla 29. Eje lateral izquierdo blanco

RETROREFLECTIVIDAD EJE LATERAL IZQUIERDO					
	NUMERO DE	SOLVENTE	AGUA	SOLVENTE	AGUA
FECHA	DIAS	MAC	MAC	TSB	TSB
28-mar	1	280	290	340	350
04-abr	8	320	340	330	340
11-abr	15	290	300	270	300
18-abr	22	280	340	310	340
25-abr	29	300	290	290	290
02-may	36	310	310	320	310
09-may	43	340	300	310	300
16-may	50	330	240	300	340
23-may	57	250	160	250	270
30-may	64	260	240	200	280
06-jun	71	250	260	170	200
13-jun	78	250	190	160	250
20-jun	85	220	240	240	250
27-jun	92	210	250	230	260
04-jul	99	190	270	250	260
11-jul	106	180	110	160	180
18-jul	113	150	110	150	200
25-jul	120	160	120	140	160
01-ago	127	150	140	130	130
08-ago	134	160	150	120	120
15-ago	141	90	150	100	160
22-ago	148	100	160	100	120
29-ago	155	110	140	150	90
05-sep	162	100	130	150	110
12-sep	169	110	90	100	100
19-sep	176	90	90	110	130
26-sep	183	100	100	90	140

Figura 9. N° días vs retroreflectividad con base solvente eje izquierdo



Se observa en la figura que los primeros 100 días, la pintura blanca de base solvente en el pavimento con mezcla asfáltica en caliente tiene la tendencia de valores superiores del coeficiente de retroreflectividad (Kf) en comparación a los

valores de Kf del pavimento con tratamiento superficial bicapa. Pero tomando en cuenta el mínimo valor de la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx, el valor de Kf para el pavimento con tratamiento superficial bicapa llega hasta los 215 días superando en 19 días a los valores de Kf del pintado en un pavimento con mezcla asfáltica en caliente.

Figura 10. N° días vs retroreflectividad de base agua eje izquierdo



Se observa en la figura los valores del Kf de la pintura blanca con base agua en un pavimento con tratamiento superficial bicapa permanecen con tendencia mayor que el pavimento con mezcla asfáltica en caliente. Lo que se puede comprobar con el mínimo valor de retroreflectividad que impone la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx. El valor de Kf para el pavimento con tratamiento superficial bicapa llega a los 227 días superando en 16 días el valor de Kf del pavimento con mezcla asfáltica en caliente.

Tabla 30. N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx

N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m ² /lx		
Bases	Mezcla asfáltica en caliente	Tratamiento superficial bicapa
Base solvente	195.59 días	214.57 días
Base agua	211.97 días	227.64 días

En la tabla se observa que la pintura blanca de base agua reacciona mejor en un pavimento de tratamiento superficial bicapa, llegando al mínimo impuesto por la Norma Técnica Peruana en 228 días, lo que indica que el repintado se realizaría cada, dos semanas después de cumplir los 7 meses (7 meses con 18 días)

Tabla 31. Resultados de la retroreflectividad comparando el tipo de pintura: con base solvente y con base agua

FECHA	NUMERO DE DIAS	MAC		TSB	
		B. SOLVENTE	BASE AGUA	B. SOLVENTE	BASE AGUA
28-mar	1	310	270	350	350
04-abr	8	280	300	310	320
11-abr	15	290	320	300	320
18-abr	22	340	280	310	340
25-abr	29	310	320	320	320
02-may	36	300	310	330	310
09-may	43	330	300	340	340
16-may	50	240	250	280	330
23-may	57	250	250	250	250
30-may	64	180	180	260	240
06-jun	71	200	200	250	230
13-jun	78	230	240	200	200
20-jun	85	170	230	190	210
27-jun	92	200	170	240	200
04-jul	99	190	180	170	190
11-jul	106	100	140	180	190
18-jul	113	110	110	110	180
25-jul	120	130	150	100	210
01-ago	127	160	130	120	150
08-ago	134	120	140	130	120
15-ago	141	110	80	90	150
22-ago	148	100	90	100	130
29-ago	155	90	100	90	120
05-sep	162	150	110	100	100
12-sep	169	130	100	110	100
19-sep	176	110	90	90	90
26-sep	183	120	80	80	80

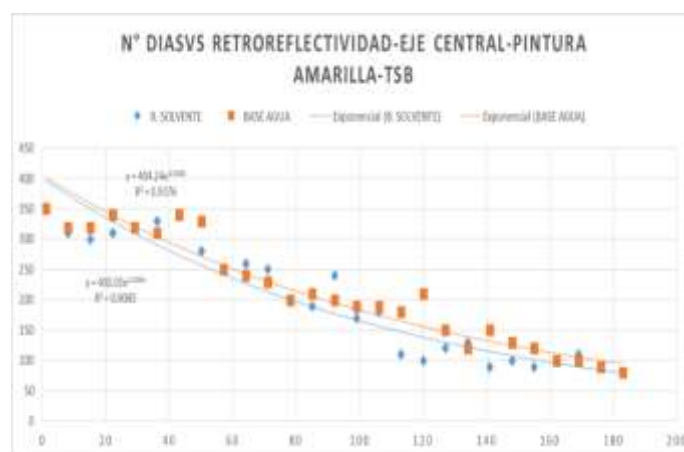
Figura 11. N° días vs retroreflectividad del eje central con pintura amarilla MAC



Se observa en la figura que los primeros 50 días, la pintura de color amarillo del eje central en el pavimento con mezcla asfáltica en caliente, con base agua tiene

la tendencia de valores superiores del coeficiente de retroreflectividad (Kf) en comparación a los valores de Kf de la pintura de base solvente. Pero tomando en cuenta el mínimo valor de la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx, el valor de Kf para la pintura de base solvente llega hasta los 205 días superando en 17 días a los valores de Kf del pintado en un pavimento con base agua.

Figura 12. N° días vs retroreflectividad del eje central con pintura amarilla TSB



Se observa en la figura que la pintura de color amarillo del eje central en el pavimento con tratamiento superficial bicapa, con base agua tiene la tendencia de valores superiores del coeficiente de retroreflectividad (Kf) en comparación a los valores de Kf de la pintura de base solvente. Pero tomando en cuenta el mínimo valor de la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx, el valor de Kf para la pintura de base agua llega hasta los 202 días superando en 24 días a los valores de Kf del pintado en un pavimento con base solvente.

Tabla 32. N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx

N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m ² /lx		
Bases	Mezcla asfáltica en caliente	Tratamiento superficial bicapa
Base solvente	205.16 días	178.84 días
Base agua	187.87 días	202.5 días

En la tabla se observa que la pintura amarilla de base solvente reacciona mejor en un pavimento de mezcla asfáltica en caliente, llegando al mínimo impuesto por la Norma Técnica Peruana en 205 días, lo que indica que el repintado se realizaría cada, una semana antes de cumplir los 7 meses (6 meses con 25 días)

Tabla 33. Eje lateral derecho

RETROREFLECTIVIDAD EJE DERECHO COLOR BLANCO					
	NUMERO DE	MAC	MAC	TSB	TSB
FECHA	DIAS	ASE SOLVENT	BASE AGUA	ASE SOLVENT	BASE AGUA
28-mar	1	290	310	310	310
04-abr	8	340	320	350	300
11-abr	15	290	320	290	350
18-abr	22	350	330	300	290
25-abr	29	270	300	320	310
02-may	36	340	340	310	300
09-may	43	310	300	330	290
16-may	50	300	250	260	310
23-may	57	230	200	250	200
30-may	64	240	220	270	260
06-jun	71	260	180	260	210
13-jun	78	240	240	200	250
20-jun	85	170	230	210	180
27-jun	92	220	260	250	240
04-jul	99	160	200	170	230
11-jul	106	240	190	190	220
18-jul	113	140	180	120	200
25-jul	120	120	100	100	130
01-ago	127	100	140	130	120
08-ago	134	110	130	130	100
15-ago	141	120	100	90	110
22-ago	148	140	90	100	140
29-ago	155	130	80	90	150
05-sep	162	100	140	100	140
12-sep	169	110	100	110	130
19-sep	176	100	130	110	110
26-sep	183	90	120	100	100

Figura 13. N° días vs retroreflectividad del eje lateral derecho blanca MAC



Se observa en la figura que los primeros 40 días, la pintura de color blanco del eje lateral derecho en el pavimento con mezcla asfáltica en caliente, con base

solvente tiene la tendencia de valores ligeramente superiores del coeficiente de retroreflectividad (Kf) en comparación a los valores de Kf de la pintura de base agua. Pero tomando en cuenta el mínimo valor de la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx, el valor de Kf para la pintura de base agua llega hasta los 217 días superando en 24 días a los valores de Kf del pintado en un pavimento con base solvente.

Figura 14. N° días vs retroreflectividad del eje lateral derecho blanca TSB



Se observa en la figura que en los primeros 40 días, la pintura de color blanco del eje lateral derecho en el pavimento con tratamiento superficial bicapa, con base solvente tiene la tendencia de valores ligeramente superiores del coeficiente de retroreflectividad (Kf) en comparación a los valores de Kf de la pintura de base agua. Pero tomando en cuenta el mínimo valor de la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx, el valor de Kf para la pintura de base agua llega hasta los 215 días superando en 19 días a los valores de Kf del pintado en un pavimento con base solvente.

Tabla 34. N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx

N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m ² /lx		
Bases	Mezcla asfáltica en caliente	Tratamiento superficial bicapa
Base solvente	193.49 días	196.4 días
Base agua	216.74 días	215.11 días

En la tabla se observa que la pintura blanca de base agua reacciona mejor en un pavimento de mezcla asfáltica en caliente, llegando al mínimo impuesto por la Norma Técnica Peruana en 216 días, lo que indica que el repintado se realizaría cada, una semana antes de cumplir los 7 meses (6 meses con 25 días)

Tabla 35. Eje lateral izquierdo

RETROREFLECTIVIDAD EJE LATERAL IZQUIERDO					
	NUMERO DE	MAC	MAC	TSB	TSB
FECHA	DIAS	ASE SOLVENT	BASE AGUA	ASE SOLVENT	BASE AGUA
28-mar	1	280	290	340	350
04-abr	8	320	340	330	340
11-abr	15	290	300	270	300
18-abr	22	280	340	310	340
25-abr	29	300	290	290	290
02-may	36	310	310	320	310
09-may	43	340	300	310	300
16-may	50	330	240	300	340
23-may	57	250	160	250	270
30-may	64	260	240	200	280
06-jun	71	250	260	170	200
13-jun	78	250	190	160	250
20-jun	85	220	240	240	250
27-jun	92	210	250	230	260
04-jul	99	190	270	250	260
11-jul	106	180	110	160	180
18-jul	113	150	110	150	200
25-jul	120	160	120	140	160
01-ago	127	150	140	130	130
08-ago	134	160	150	120	120
15-ago	141	90	150	100	160
22-ago	148	100	160	100	120
29-ago	155	110	140	150	90
05-sep	162	100	130	150	110
12-sep	169	110	90	100	100
19-sep	176	90	90	110	130
26-sep	183	100	100	90	140

Figura 15. N° días vs retroreflectividad del eje lateral izquierdo blanca MAC



Se observa en la figura que los primeros 100 días, la pintura de color blanco del eje lateral izquierdo en el pavimento con mezcla asfáltica en caliente, con base

solvente tiene la tendencia de valores superiores del coeficiente de retroreflectividad (Kf) en comparación a los valores de Kf de la pintura de base agua. Pero tomando en cuenta el mínimo valor de la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx, el valor de Kf para la pintura de base agua llega hasta los 212 días superando en 16 días a los valores de Kf del pintado en un pavimento con base solvente.

Figura 16. N° días vs retroreflectividad del eje lateral izquierdo blanca TSB



Se observa en la figura que la pintura de color blanco del eje lateral izquierdo en el pavimento con tratamiento superficial bicapa, con base agua tiene la tendencia de valores superiores del coeficiente de retroreflectividad (Kf) en comparación a los valores de Kf de la pintura de base solvente. Pero tomando en cuenta el mínimo valor de la norma técnica peruana de 80 mcd/m²/lx, el valor de Kf para la pintura de base agua llega hasta los 228 días superando en 13 días a los valores de Kf del pintado en un pavimento con base solvente.

Tabla 36. N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m²/lx

N° de días para llegar al mínimo de 80mcd/m ² /lx		
Bases	Mezcla asfáltica en caliente	Tratamiento superficial bicapa
Base solvente	195.59 días	214.57 días
Base agua	211.97 días	227.64 días

En la tabla se observa que la pintura blanca de base agua reacciona mejor en un pavimento de con tratamiento superficial bicapa, llegando al Kf mínimo impuesto por la Norma Técnica Peruana en 228 días, lo que indica que el repintado se realizaría cada, dos semanas después de cumplir los 7 meses (7 meses con 18 días)

V. DISCUSIÓN

Hipótesis general: El tipo de pavimento y pintura de señalización horizontal influye positivamente en el análisis de la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021.

De acuerdo con los resultados de la retroreflectividad de la carretera de Cusco – Lucre se tiene una mejora, está dependiendo del tipo de pavimento y pintura que se use en la ejecución de la obra. Esto se puede constatar con los resultados que se obtuvieron pues para llegar al mínimo 80 mcd/m²/lx según la normativa técnica la mezcla asfáltica en caliente con pintura de base solvente necesita 205.2 (comparando el pavimento) y 205.16 (comparando el tipo de pintura) días para poder llegar a lo mínimo establecido, está correspondiendo al eje central y con una pintura de color amarillo. El tratamiento superficial bicapa con una pintura en base de agua necesita 227.64 días para llegar al mínimo de 80 mcd/m²/lux, esto comparando con el tipo de pavimento y comparando el tipo de pintura. Con lo que anteriormente se puede decir que el pavimento con tratamiento superficial y con una pintura en base a agua y de color blanco va tener mejor eficacia al momento del análisis de retroreflectividad. Esto se puede contrastar con Arroyo (2017) Universidad César Vallejo efectuó un estudio cuyo objetivo era desarrollar el controlar la calidad de la pintura para la señalización horizontal de acuerdo a la norma vigente del MTC en el Circuito los Héroes – Huancayo –Junín, se llegó a la conclusión que la implementación de los controles de calidad de las pinturas que las más adecuadas son las que cumplen especificaciones técnicas del ministerio de transportes y comunicaciones, los ensayos de calidad de las pinturas empleadas en la señalización horizontal influye en la durabilidad de ellos al momento de ser aplicadas sobre el pavimento, la certificación de las pinturas otorgado por un laboratorio competente en conformidad con las especificaciones técnicas influye sobre la señalización horizontal ya que ello dependerá su durabilidad en campo. Con lo anteriormente mencionado podemos decir que nuestra hipótesis general es correcta ya que el pavimento y pintura influye positivamente en el análisis de la retroreflectividad de la carretera de cusco-lucre-2021

Hipótesis específicas 1: El tipo de pavimento influye positivamente en el análisis la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021

De acuerdo con los resultados de retroreflectividad que se obtuvieron en esta investigación, se indica que esta tiene una mejora positiva, pues va a depender del tipo de pavimento que se colocara en la ejecución de la obra. Esto se puede contrastar con los resultados que se obtuvieron pues para llegar a lo mínimo recomendado por la normativa, que es de 80 mcd/m²/lux. Con el tratamiento superficial bicapa se llega al mínimo recomendado a los 227.64 (eje izquierdo) y 215.11 (eje derecho) días, esto en comparación con la mezcla asfáltica en caliente el cual para llegar al mínimo se necesita un total de 205.2 días, con lo anteriormente mencionado se puede decir que el pavimento con tratamiento asfáltico bicapa va a tener una mejor eficacia al momento de evaluar la retroreflectividad. Esto se puede contrastar con Cáceres (2020) Universidad San Antonio Abad del Cusco realizo un estudio cuyo objetivo era determinar el grado de influencia del tiempo en el coeficiente de retroreflectividad de la demarcación superficial ejecutado en la carretera panamericana sur PE-1S. en el periodo 2013 a 2014 según el tipo de pavimento se muestra más favorable para el pavimento MAC puesto que alcanza al valor de 80 mcd/m²/lx en 188.04 ± 7.77 días en tanto que el tipo de pavimento TSB alcanza al valor de 100 en 181.07 ± 7.71 días. Con lo anteriormente mencionado podemos decir que nuestra hipótesis específica 1 es correcta ya que el tipo de pavimento influye de manera positiva en el análisis de la retroreflectividad de la carretera en Cusco-Lucre-2021

Hipótesis específicas 2: El tipo de pintura de señalización horizontal influye positivamente en el análisis de la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021

De acuerdo con los resultados de retroreflectividad que se obtuvieron en esta investigación, se indica que esta tiene mejora positiva, pues esta dependerá del tipo de pintura que se le vaya a colocar. Esto se puede contrastar con los resultados que se obtuvieron pues para llegar al mínimo recomendado por la normativa, que es de 80 mcd/m²/lux. Con la pintura en base de agua llega a lo mínimo recomendado en 216.74 (mezcla asfáltica caliente) y 227.64 (tratamiento superficial bicapa) días, esto en comparación con la pintura en base a solvente pues esta para llegar al mínimo necesita una cantidad de días inferior a la de la

pintura en base a agua, los días necesarios para que llegue a lo establecido por la normativa es de 205.15. con esto podemos decir que la pintura en base a agua afecta de manera significativa en el análisis de la retroreflectividad. Esto se puede contrastar con Thamizharasan, Sarasua y Clarke (2002) Clemson University, Clemson donde realizaron un estudio con el fin de discutir el desarrollo de una metodología para estimar el ciclo de vida de la retroreflectividad de la señal de pavimento de la autopista interestatal en Carolina del sur en los Estados Unidos. Los investigadores llegaron a las siguientes conclusiones los factores más significativos en el desempeño de la demarcación del pavimento según el modelo obtenido incluyen: tipo de superficie del pavimento, material de la demarcación, color de la demarcación y actividades de mantenimiento; para una caracterización más precisa de los perfiles de degradación la demarcación se subdividió en categorías como material termoplástico sobre asfalto, material epóxico blanco sobre concreto, entre otras. Con lo anteriormente mencionado podemos decir que nuestra hipótesis específica 2 es correcta ya que el tipo de pintura influye de manera positiva en el análisis de la retroreflectividad de la carretera en Cusco-Lucre-2021

VI. CONCLUSIONES

Objetivo general. Evaluar la influencia del tipo de pavimento y pintura de señalización horizontal para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021.

Se evaluó la influencia del tipo de pavimento y pintura para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco-Lucre-2021. Y se concluye que con el tratamiento superficial bicapa se llega al mínimo recomendado a los 227.64 (eje izquierdo) y 215.11 (eje derecho) días, esto en comparación con la mezcla asfáltica en caliente el cual para llegar al mínimo se necesita un total de 205.2 días, con lo anteriormente mencionado se puede decir que el pavimento con tratamiento asfáltico bicapa va a tener una mejor eficacia al momento de evaluar la retroreflectividad.

Objetivo específico 1: Determinar la influencia del tipo de pavimento para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021.

Se determinó la influencia del tipo de pavimento para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco-Lucre-2021. Y se concluyó los resultados con el tratamiento superficial bicapa se llega al mínimo recomendado a los 227.64 (eje izquierdo) y 215.11 (eje derecho) días, esto en comparación con la mezcla asfáltica en caliente el cual para llegar al mínimo se necesita un total de 205.2 días, con lo anteriormente mencionado se puede decir que el pavimento con tratamiento asfáltico bicapa va a tener una mejor eficacia al momento de evaluar la retroreflectividad.

Objetivo específico 2: Determinar el tipo de pintura de señalización horizontal para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre-2021.

Se determinó el tipo de pintura de señalización horizontal para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco-Lucre-2021. Y se concluyó que con la pintura en base de agua llega a lo mínimo recomendado en 216.74 (mezcla

asfáltica caliente) y 227.64 (tratamiento superficial bicapa) días, esto en comparación con la pintura en base a solvente pues esta para llegar al mínimo necesita una cantidad de días inferior a la de la pintura en base a agua, los días necesarios para que llegue a lo establecido por la normativa es de 205.15. con esto podemos decir que la pintura en base a agua afecta de manera significativa en el análisis de la retroreflectividad.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los investigadores continuar los estudios de señalización, para garantizar, el tiempo de duración de la intensidad de luminancia de las marcaciones, debido a que es importancia mantener la señalización en óptimas condiciones y de esta forma disminuir los accidentes en la carretera Cusco-Lucre debido a las señalizaciones horizontales.
- Las mediciones de retroreflectividad y el pintado de las señalizaciones horizontales, deben estar a cargo de entidades diferentes, de manera tal que exista un mejor control de las mediciones de retroreflectividad.
- El tiempo recomendable para realizar el repintado de las vías utilizando marcas retroreflectivas con pintura de tráfico base solvente para el eje central en 6 meses con 25 días y en lo que corresponde a los ejes laterales es recomendable las marcas retroreflectivas con pintura de tráfico base agua en 7 meses con 18 días.

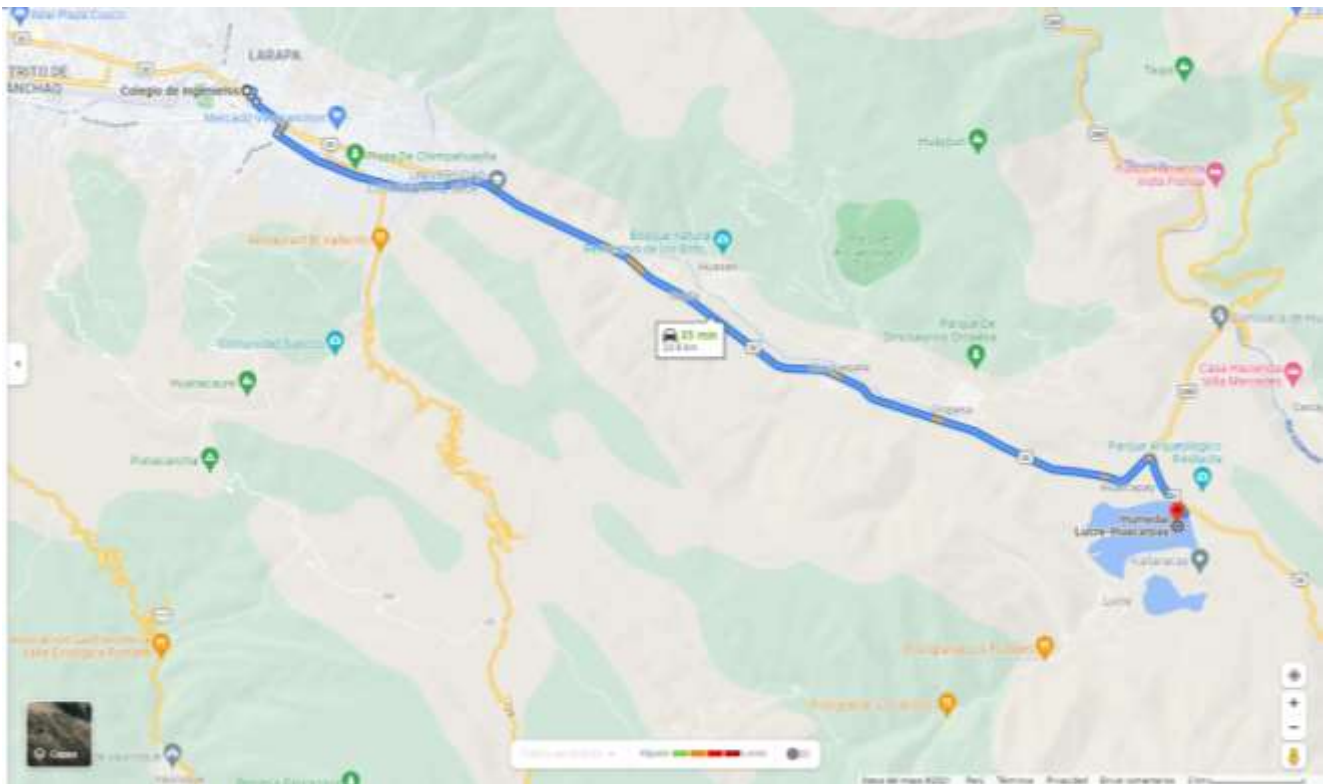
REFERENCIAS

- Aktan, & Schnell. (2004). Performance evaluating of pavement markings under dry, wet, and rainy conditions in the field. Minnesota: Centro de Investigación en Transportes de 3M.
- Fu, & Wilmot. (2012). Evaluating alternative pavement marking materials. Louisiana: SAGE.
- Hollingsworth. (2012). Understanding the impact of bead type on paint and thermoplastic pavement markings. Ohio: Instituto de Tecnología de la Fuerza Aérea.
- Holzschuher, Choubane, Fletcher, Sevearance, & Lee. (2010). Repeatability of mobile retroreflectometer unit for measurement of pavement markings. Florida: Estados Unidos.
- Hummer, J., Rasdorf, W., & Zhang, G. (2011). Linear mixed – effects models for paint pavement – marking retrorreflectivity data. Carolina del Norte: ASCE.
- Kopf, J. (2004). Reflectivity of pavement markings: Analysis of retroreflectivity degradations curves. Washington: Comisión de transporte del estado de Washington.
- MTC. (2013). Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Rasdorf, W., Hummer, J., Zhang, G., & Sitzabee, W. (2009). Pavement marking performance analysis. . Carolina del Norte: Departamento de transporte de Carolina del Norte.
- Robertson, J., Sarasua, W., Jonhson, J., & Davis, W. (2012). A methodology for estimating and comparing the lifecycles of high – build and conventional waterborne pavement markings on primary and secondary roads in South Carolina. Carolina del Sur: SAGE.

- Sarasua, W., Davis, W., Robertson, J., & Johnson, J. (2013). A methodology for evaluating centerline markings in temperate climates. *Revista de transporte del Instituto de Ingenieros en Transporte*, 17-30.
- Thamizharasan, A., Sarasua, W., David, C., & David, W. (2002). A methodology for estimating the lifecycle of interstate highway pavement marking retroreflectivity. Carolina del Sur: Informe Numero 03-3867.
- Tsyganov, Machemehl, Warrenchuck, & Wang. (2006). Before – After comparison of edgeline effects on rural two – lane highways. Texas: Deporte de transporte de Texas.
- USDOT FHWA. (2007). Updates to research on recommended minimum levels for pavement marking retroreflectivity to meet driver night visibility needs. (Informe número: FHWAT- HRT-07-059). Virginia: Departamento de transporte de los Estados Unidos.
- Zhang, Hummer, & Rasdorf. (2009). The impact of irectionality on paint pavement marking retroreflectivity. Carolina del Norte: Sage.

ANEXOS

Figura 17. Vista de la carretera Cusco a Lucre



Fuente: Google Maps.

Figura 18. *Pintado de eje derecho de la vía cusco – lucre*



Fuente: Propia

Figura 19. *Evidencia del control de pintado vía Cusco - Lucre*



Fuente: Propia

Figura 20. *Midiendo la retroreflectividad de las líneas horizontales vía Cusco - Lucre*



Fuente: Propia con colaboración de la empresa Traffic Sur

Figura 21. *Maquina delineadora pintado*



Fuente: Propia

Figura 22. *Eje después de instantes de pintado en la vía Cusco – Lucre*



Fuente: Propia

Figura 23. *Medición de retroreflectividad del eje central*



Fuente: Propia con colaboración de la empresa Trafic sur

Figura 24. *Eje después de un mes de pintado en la vía Cusco – Lucre*



Fuente: Propia

Figura 25. *Líneas peatonales después de dos meses y medio de pintado en la vía Cusco – Lucre*



Fuente: Propia

Figura 26. *Eje derecho después de tres meses de pintado en la vía Cusco – Lucre*



Fuente: Propia

Figura 27. *Eje después de tres meses de pintado en la vía Cusco – Lucre*



Fuente: Propia

Figura 28. *Eje central después de un mes y medio de pintado en la vía Cusco - Lucre*



Fuente: Propia

Figura 29. *Evidencia del verificado de la retroreflectividad en horas de la tarde*



Fuente: Propia

Figura 30. *Verificando la retroreflectividad de pintado en la vía Cusco – Lucre*



Fuente: Lucre

Figura 31. *Eje derecho después de instantes de pintado den la vía Lucre – Cusco*



Fuente: Propia

Figura 32. *Eje Izquierdo después de dos meses y medio de pintado en la vía
Cusco - Lucre*



Fuente: Propia

Figura 33. Certificado de trabajo para la veracidad de los resultados



CERTIFICADO DE TRABAJO

La que suscribe, Marina Ferro Palomino, con DNI N° 41711828, titular de la empresa **TRAFIC SUR CONSTRUCTORES E.I.R.L.**, con RUC N° 20490654420.

CERTIFICA

Que, la Srta **PAMELA GABRIELA TICONA ESTOFANERO** con DNI N° 73194676, A laborado en esta empresa, desde 01/03/2021 hasta la actualidad, ocupando el cargo de **asistente de campo en Seguridad vial (señalización)** control de Marcas en el pavimento en los tramos de San Jerónimo Pte Urcos, Cusco Abancay – Chalhuanca Puquio.

Durante su permanencia en la empresa viene demostrando en todo momento eficiencia y responsabilidad en las tareas encomendadas.

Se expide el presente documento, de acuerdo a ley, para los fines que el interesado crea conveniente.

Cusco, 09 de diciembre de 2021.



Marina Ferro Palomino
GERENTE
TRAFIC SUR CONSTRUCTORES

APV. AYLLU RAU RAU SAN JERONIMO CUSCO
Telf: 989366641 984832013 986860819 Telf: 084-605663
Email: amayta@traficsur.com . mferro@traficsur.com . grviz@traficsur.com