



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Retroreflectividad de las microesferas en la
señalización horizontal según el tipo de
pavimentos en vías urbanas

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Vasquez Mendoza, Jairo
ORCID: 0000-0002-5458-8335

Vera Giraldo, Bruno Martin
ORCID: 0000-0001-7723-2318

ASESOR

Huaman Guerrero, Néstor Wilfredo
ORCID: 0000-0002-7722-8711

Lima, Perú

2022

Metadatos Complementarios

Datos del autor(es)

Vasquez Mendoza, Jairo

DNI: 48207288

Vera Giraldo, Bruno Martin

DNI: 75920790

Datos de asesor

Huaman Guerrero, Néstor Wilfredo

DNI: 10281360

Datos del jurado

JURADO 1

Támara Rodriguez Joaquin Samuel

DNI: 31615059

ORCID: 0000-0002-4568-9759

JURADO 2

Arevalo Lay, Victor Eleuterio

DNI: 04434662

ORCID: 0000-0002-2518-8201

JURADO 3

Pereyra Salardi, Enriqueta

DNI: 06743824

ORCID: 0000-0002-6949-1317

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 02.01.01

Código del Programa: 732016

Retroreflectividad de las microesferas en la señalización horizontal según el tipo de pavimentos en vías urbanas

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	3%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Americana Trabajo del estudiante	1%
7	www.peruvias.pe Fuente de Internet	1%
8	vsip.info Fuente de Internet	1%
9	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, abuelos, hermanos, compañeros y amigos quienes me brindaron apoyo consejos, y conocimientos a lo largo de mis años de estudio.

(Vera Giraldo Bruno Martin)

La presente tesis es dedicada a mis padres, hermanos y amigos que fueron pilares para mi desarrollo personal y profesional a lo largo de mi etapa universitaria.

(Vasquez Mendoza Jairo)

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a nuestros amigos y compañeros que nos apoyaron a lo largo de todo este camino brindando conocimiento de esta carrera, así como todas personas que de alguna manera nos apoyaron en el desarrollo de la tesis, por las experiencias y las risas.

A la Universidad Ricardo Palma y sus docentes, por los conocimientos brindados, en especial a Dios que nos bendice durante nuestro recorrido.
(Vasquez Mendoza, Jairo y Vera Giraldo, Bruno Martin)

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivo general y específico	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Importancia y justificación del estudio	2
1.4.1 Importancia.....	2
1.4.2 Justificación.....	2
1.5 Limitaciones.....	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes del estudio de investigación (Marco Histórico)	4
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	4
2.2.1 Investigación Nacionales.....	4
2.2.3 Investigación Internacionales	6
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	8
2.3.1 Pavimento.....	8
2.3.2 Tipos de pavimentos.....	8
2.3.3 Señalización horizontal	9
2.3.4 Retrorreflexión en la señalización horizontal.....	13
2.5.5 Microesferas	16
2.2.6 Pintura de trafico	18
2.4 Estructura técnica normativa	23
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	24
3.1 Hipótesis	24
3.1.1 Hipótesis General	24

3.1.2 Hipótesis Específicas.....	24
3.2 Variable.....	24
3.2.1 Variable Independiente	24
3.2.2 Variable Dependiente	24
3.3 Sistema de Variable	24
3.3.1 Definición conceptual	24
3.3.2 Definición operacional	25
3.3.3 Operacionalización de las variables	25
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
4.1 Método de la investigación	26
4.2 Orientación de la investigación.....	26
4.3 Enfoque de la investigación	26
4.4 Fuente de información	26
4.5 Tipo de la investigación.....	26
4.6 Nivel de investigación	26
4.7 Diseño de la investigación	26
4.8 Población y muestra.....	27
4.8.1 Población.....	27
4.8.2 Muestra.....	28
4.9 Unidad de análisis.....	29
4.10 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
4.11 Descripción de procedimientos de análisis	30
4.12 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos	30
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	31
5.1 Proceso de señalización horizontal	31
5.1.1 Charla de seguridad.....	31
5.1.2 Verificación del pavimento	32
5.1.3 Verificación tipo de pintura.....	33
5.1.4 Limitación climática.....	33
5.1.5 Calibración de maquinas	34
5.1.6 Ensayos Previos.....	34
5.1.7 Trazo.....	35
5.1.8 Pintado.....	36
5.2 Proceso de recolección de datos	36

5.2.1 Medidas reflectivas en pavimento hidráulico en base agua	38
5.2.2 Medidas reflectivas en pavimento asfaltico en base solvente	39
5.2.3 Medidas reflectivas en pavimento asfaltico en base agua.....	40
5.2.4 Medidas reflectivas en pavimento asfaltico en base solvente	41
5.3 Análisis e interpretación de resultados	42
5.3.1 Análisis de reflectividad en Pavimento Hidráulico.....	42
5.3.2 Análisis de reflectividad en Pavimento Asfaltico	43
5.4 Contrastación de Hipótesis	46
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS.....	51
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	51
Anexo 2: Certificado del permiso del estudio de las obras.....	52
Anexo 3: Certificado de calibración de equipo Reflectómetro.....	53
Anexo 4: Certificado de calibración de equipo Reflectómetro.....	54
Anexo 5: Certificado de calibración de equipo Reflectómetro.....	54
Anexo 6: Certificado de calidad de pintura	55
Anexo 7: Certificado de calidad de pintura	56
Anexo 8: Señalización de la Av. El Sol – Pavimento Hidráulico.....	57
Anexo 09: Ensayo de medición de la reflectividad de pintura a base agua en Av. El Sol (Villa María del Triunfo)	60
Anexo 10: Señalización Av. Los Próceres (Santiago de Surco).....	63
Anexo 11: Ensayo de medición de la reflectividad de pintura a base solvente en Av. Los Proceres (Santiago de Surco).....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de Retro reflectancia.....	14
Tabla 2. Gradación de las Esferas y Microesferas de Vidrio.....	17
Tabla 3. Requerimientos de las Esferas y Microesferas de Vidrio.....	17
Tabla 4. Requerimientos de la pintura base agua	19
Tabla 5. Coordenadas cromáticas de los vértices del polígono de color	19
Tabla 6. Requerimientos de la pintura base solvente.....	20
Tabla 7. Requerimientos de la pintura Termo plasto.....	21
Tabla 8. Matriz de operacionalidad	25
Tabla 9. Ubicación del Pavimento Hidráulico.....	27
Tabla 10. Ubicación del Pavimento Asfáltico	28
Tabla 11. Retrorreflectómetro Clásico Horizontal	29
Tabla 12. Especificaciones técnicas del Clásico Retrorreflectómetro	30
Tabla 13. Medidas reflectivas en pavimento hidráulico	38
Tabla 14. Medidas reflectivas en pavimento hidráulico.....	39
Tabla 15. Medidas reflectivas en pavimento flexible	40
Tabla 16. Medidas reflectivas en pavimento flexible	41
Tabla 17. Comparación en pavimento hidráulico.....	42
Tabla 18. Comparación en pavimento asfáltico.....	43
Tabla 19. Análisis de reflexión en pavimento en base agua.....	44
Tabla 20. Análisis de reflexión en pavimento en base solvente.	45

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1:Sección del Pavimento Asfáltico.....	9
Figura 2:Sección del Pavimento Hidráulico	9
Figura 3:Reflexión Especular Adaptado.....	12
Figura 4:Reflexión Difusa Adaptado.....	13
Figura 5:Retroreflexión de la Luz Adaptado.....	13
Figura 6:Geometría Retroreflectividad. Adaptado	15
Figura 7:Microesfera de vidrio presionada entre 40% y 60% de profundidad.....	16
Figura 8:Charla de Seguridad	32
Figura 9:Verificación del Pavimento.....	32
Figura 10:Condiciones Inapropiados	33
Figura 11:Calibración de ancho de pintura.....	34
Figura 12:Verificación de espesor de pintura	35
Figura 13:Trazo de señalización vial	35
Figura 14:Señalización en el pavimento	36
Figura 15:Ensayo de Reflectividad.....	37
Figura 16:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Antes de la Señalización Zona 01 ..	57
Figura 17:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) - Antes de la Señalización Zona 02...	57
Figura 18:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Durante la Señalización Zona 01 ...	58
Figura 19:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) - Durante la Señalización Zona 02	58
Figura 20:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) Después de la señalización Zona 01..	59
Figura 21:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) -Después de la señalización Zona 2 ..	59
Figura 22:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Después de la señalización Zona 2.	60
Figura 23:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Zona 1.....	60
Figura 24:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) - Medida de Reflectividad Zona 1.....	61
Figura 25:El Sol. (Villa María del Triunfo) – Zona 2.	61
Figura 26:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Medida de reflectividad Zona 2	62
Figura 27:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Zona 2.....	62
Figura 28:Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Medida de reflectividad Zona 2	63
Figura 29:Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Antes de la señalización Zona 1 ...	63
Figura 30:Av. Los Próceres (Santiago de Surco) - Antes de la señalización Zona 1 ...	64
Figura 31:Av. Los Próceres (Santiago de Surco) -Antes de la señalización Zona 2	64
Figura 32:Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Durante la señalización Zona 1.....	65

Figura 33: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) - Durante la señalización Zona 1	65
Figura 34: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) - Durante la señalización Zona 2	66
Figura 35: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Después de la señalización Zona 1	66
Figura 36: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Después de la señalización Zona 2	67
Figura 37: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Zona 1	67
Figura 38: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Medida de Reflectividad Zona 1...	68
Figura 39: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Zona 2	68
Figura 40: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Medida de reflectividad zona 2....	69
Figura 41: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Zona 2	69
Figura 42: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Medida de Reflectividad Zona 2...	70

RESUMEN

Actualmente en nuestro país existe un déficit en la señalización horizontal, aunado a ello el escaso o nulo mantenimiento que se les realiza después de su ejecución agrava esta situación, siendo los principales afectados los conductores y los peatones, quienes son los usuarios de la vía.

La inexistencia de la señalización horizontal o la baja visibilidad de las mismas, sobre todo en horarios nocturnos, incrementa año tras años los índices de accidentes de tránsito vinculados a la señalización vial horizontal, por lo que esta es de vital importancia ejecutarlas, logrando así disminuir los índices de accidentabilidad, elevando la seguridad vial y salvaguardando la integridad de usuarios de la vía.

Cabe resaltar que los materiales e insumos utilizados para realizar la señalización horizontal juegan un papel importante ya que dependerá la clara visibilidad o reflectividad que esta genere en las marcas realizada en la calzada, así como también la durabilidad que tenga sobre la misma.

Por lo que el presente trabajo de investigación se ha llevado a cabo, con la finalidad de establecer el tipo pintura y adecuados tiempos de mantenimientos, lo cual dependerá del tipo de pavimento sobre la cual se realizara la Señalización Horizontal, para determinar lo expuesto se realizó un análisis de la reflectometría de la pintura aplicada sobre la señalización horizontal ejecutada en dos tipos de pavimento utilizados en las vías urbanas de la ciudad de Lima-Perú.

Palabras Clave: Señalización Horizontal, Reflectometría, Pavimentos, pintura y Usuario de la Vía

ABSTRACT

Currently in our country there is a deficit in horizontal signage, added to this the little or no maintenance that is carried out after its execution aggravates this situation, the main affected being drivers and pedestrians, who are road users.

The non-existence of horizontal signs or their low visibility, especially at night, increases year after year the rates of traffic accidents linked to horizontal road signs, for which it is of vital importance to execute them, thus managing to reduce accident rates, increasing road safety and safeguarding the integrity of road users.

It should be noted that the materials and supplies used to carry out the horizontal signage play an important role since the clear visibility or reflectivity that it generates in the marks made on the road will depend on, as well as the durability that it has on it.

Therefore, the present research work has been carried out, with the purpose of establishing the type of painting and adequate maintenance times, which will depend on the type of pavement on which the Horizontal Signage will be carried out, to determine what was exposed. an analysis of the reflectometry of the paint applied on the horizontal signaling executed in two types of pavements used in the urban roads of the city of Lima-Perú.

Key words: Horizontal signage, reflectometry, pavements, paint and road user

INTRODUCCIÓN

La inexistencia e inadecuada calidad de señalización horizontal ejecutada en vías urbanas de la Ciudad de Lima -Perú, afecta directamente a los usuarios de la vía, los cuales son representados por los conductores y los peatones, quienes ponen en peligro su seguridad e integridad, sumándose a las estadísticas de accidentes de tránsito.

Por lo que, habiéndose identificado esta problemática, nuestro trabajo de investigación está enmarcado en determinar el tipo de pintura a utilizar y tiempos de mantenimientos a realizar sobre la señalización horizontal, lo cual dependerá del tipo de pavimento sobre donde se realizara dicha aplicación y seguimiento del mismo, para esto se eligieron dos vías con distintos tipos de pavimento situadas en Av. El Sol (Pavimento Hidráulico) y la Av. Proceres (Pavimento Asfáltico), en los distritos de Villa María del Triunfo y Santiago de Surco, respectivamente.

En el capítulo I iniciamos la investigación con el planteamiento de la problemática que existe en nuestro país acerca de la Señalización Horizontal, la cual genera un gran índice de accidentabilidad. En el capítulo II, recopilamos información y base teórica, la cual será de ayuda para justificar nuestra investigación basándonos de teorías o investigaciones relacionadas con nuestro tema presentado. En el capítulo III, planteamos las hipótesis, teniendo en cuenta como hipótesis general la influencia del tipo de pavimento en el análisis de Retroreflectividad en vías urbanas. En el capítulo IV se indica que para realizar este análisis se utilizó un Reflectómetro Horizontal, el cual mide la Retroreflectividad que emite las partículas de microesfera sobre la base de pintura las cual puede ser base agua o base solvente, esto se mide en unidades de mili candela por metro cuadro por lux ($\text{mcd}/\text{m}^2/\text{lx}$). Dichas pinturas fueron aplicadas en los dos tipos de pavimento, tanto el Hidráulico o Asfáltico, a los cuales se les realizo un seguimiento a entre abril y Setiembre del año 2021. En el capítulo V, se determinó que los resultados obtenidos durante los seis meses de ensayos fueron recopilados en tablas y comparados, determinando que los tiempos óptimos para realizar el mantenimiento de la señalización horizontal sobre la vía deberían ser dentro de los 5 a 6 primeros meses después de la primera demarcación, ya no cumplen con los estándares de calidad, así mismo se determinó que la pintura más adecuada para realizar la demarcación horizontal, es la pintura base solvente.

Con esta investigación se podrá recabar información valiosa para realizar los mantenimientos adecuados a las vías, así como también el material adecuado para ser utilizado para cada pavimento, estos resultados podrían proponer como mejora y ser

mencionado en la norma técnica C.E 010 Pavimentos Urbanos, ya que el tipo de pintura usada para cada tipo de pavimento no está en dicha norma, así como también el tiempo óptimo para realizar mantenimientos y otras especificaciones para ser mencionadas en la norma peruana.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

En la actualidad la señalización horizontal es uno de los problemas con mayor importancia para el desarrollo social y crecimiento de cualquier país, ya que contribuye a generar conexiones entre los puntos más alejados del país y las principales ciudades, ofreciendo seguridad vial, posibilitando a los vehículos la facilidad de transportarse durante el día como por la noche de manera segura, transportando mercancías y productos de primera necesidad, dicha actividad que a la vez contribuyen al desarrollo económico de la sociedad. De acuerdo a lo expuesto, es necesario contar con una eficaz señalización tanto horizontal y vertical de calidad, garantizando así la seguridad vial.

En Perú, existe un gran déficit en temas de mantenimiento vial lo que conlleva a tener vías sin señalizar, según lo indicado en el Informe Multianual de Inversiones en Asociaciones Público Privadas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones; la red vial está compuesta por 168,953.9 km, las cuales se encuentran divididas entre la Red Vial Nacional con 27,053.7 km (16%), la Red Vial Departamental con 27,639 km (16%) y la Red Vial Vecinal con 114,260.5 km. Como información adicional dicho informe menciona que con respecto a la Red Vial Vecinal solo 2,335.8 km (2%) se encuentra pavimentada, dejando un 111,924.7 (98%) en situación no pavimentada, lo que representa una brecha importante en el desarrollo del país. (M.T.C., 2020, pag.8) Ahora bien, la red vial en nuestro país se encuentra conformado por tres tipos de pavimentos, el asfáltico (flexible), el hidráulico (rígido) y el semirrígido (adoquinado), de los cuales los más usados son el asfáltico y el hidráulico, por lo que enfocándonos en la rasante de la carpeta de rodadura encontramos dos diferentes tipos de señalización vial: la señalización vertical y la horizontal. Por lo que la presente investigación se centrará en la señalización de tipo horizontal y la medición de la reflectometría de esta, con el fin de mejorar y obtener mayor resistencia y duración en la demarcación de pavimentos.

Cabe señalar que la investigación será experimental, realizando un paralelismo entre la señalización horizontal realizada en pavimento asfáltico e hidráulico, lo cual nos permitirá comparar en cuál de los dos pavimentos en estudio perdurará más la Retroreflectividad, así como también nos permitirá definir los tiempos para realizar los mantenimientos oportunamente la demarcación del pavimento (repintado).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida influye el tipo de pavimento utilizado en vías urbanas en la Retroreflectividad de la señalización horizontal?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿En qué medida influye el pavimento asfáltico en la Retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas?
- b) ¿En qué medida influye el pavimento hidráulico en la Retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas?

1.3 Objetivo general y específico

1.3.1 Objetivo general

Determinar la influencia del tipo de pavimento utilizado en vías urbanas en la Retroreflectividad de la señalización horizontal

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Determinar la influencia del pavimento asfáltico en la Retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas para mejoras en la norma.
- b) Determinar la influencia del pavimento hidráulico en la Retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas para mejoras en la norma.

1.4 Importancia y justificación del estudio

1.4.1 Importancia

La presente investigación pretende dar mayores alcances acerca del tiempo de vida y la mejor opción de insumos para cada tipo de pavimento (asfáltico o hidráulico). Así mismo, mediante los resultados obtenidos en campo se podrá proponer mejoras de señalización de las vías urbanas, teniendo así una mayor medida de seguridad vial y comodidad a los usuarios de la vía.

1.4.2 Justificación

El presente estudio contribuirá a obtener información para definir una mayor duración y resistencia en la demarcación de los pavimentos (asfálticos e hidráulicos) para el mantenimiento oportuno de la red vial, lo que nos permitirá sugerir una mejora en la especificación de pintura en base agua y

solvente, definida en el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para construcción EG-2013.

1.5 Limitaciones

La presente tesis es una investigación básica, la cual se realizará en base a información experimental, dicha información se obtendrá de los resultados recabados de la medición del reflectómetro, cabe señalar que las condiciones climáticas influirán en los resultados obtenidos en campo al realizar las mediciones con el equipo, las cuales serán utilizadas para su posterior interpretación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación (Marco Histórico)

En el Perú, como en todo el mundo, los accidentes de tránsito son un problema común, los cuales conducen a pérdida de vidas humanas y bienes materiales, por lo que la evaluación de los factores relacionados con la ocurrencia de accidentes de tránsito y recomendaciones para mejorar las medidas de seguridad vial.

De las investigaciones recabadas, se pudo realizar un análisis del cual tomaremos como referencia la relación que hay entre la seguridad vial y la señalización horizontal en las vías de tránsito, enfocado al tipo de pavimento y a la pintura de tráfico. Así mismo la señalización horizontal es una herramienta que contribuye en la reducción de los accidentes de tránsito, cumpliendo los parámetros de visibilidad diurna y nocturna, así como también bajo las condiciones climáticas existentes en el país.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1 Investigación Nacionales

Quispealaya, (2021) De un tramo de 40 km se utilizó para sugerir la interferencia de la señalización y la mejora de la seguridad vial para los usuarios de la vía, para identificar y evaluar el tramo de la vía con alta incidencia de accidentes con código vial PE 022 (Puente Ricardo Palma - la Oroya) del Tramo 2 del IIRSA Centro. Como resultado, las personas pueden conocer los factores que provocan los accidentes de tránsito e implementar medidas para mejorar la señalización vial y la seguridad.

Se ejecutó un plan de señalización y mejorar la seguridad vial en un tramo de 40 km, para así reducir el índice el alto índice de accidentes, de la cual salieron y surgieron sugerencias de la demarcación del pavimento con microesfera para una mejor visibilidad nocturna.

Ticona, (2021) Se tiene como objetivo evaluar el efecto del tipo de pavimento y revestimientos de travesaños en la reflexión de la Carretera Cusco-Lucre en el periodo 2020-2021, en el cual se determinará el impacto en el tipo de pavimento y en el análisis de la inversión específica de una vía determinada.

Se entiende que la influencia del tipo de pavimento con la pintura de señalización reflectiva, en dos diferentes tipos de pavimentos da como resultado una mejor eficiencia en un pavimento con tratamiento asfáltico bicapa que en uno de mezcla asfáltica en caliente. Posteriormente realizan un segundo análisis con la pintura a base agua y solvente, analizando la Retroreflectividad, dejando como resultado que la pintura a base agua afecta de manera significativa en la reflectividad.

Cáceres, (2020) Se ha realizado un estudio del grado de influencia del tiempo coeficiente de Retroreflectividad de la demarcación superficial en la carretera panamericana Sur PE-1S, ejecutado entre los años 2013 y 2014, en donde se desarrolló el estudio descriptivo longitudinal, comparativo en donde se tuvo en cuenta 600 unidades de análisis, en donde la observación fue el principal instrumento guía.

Se entiende que la influencia del tiempo en la demarcación con micro esfera tiene un tiempo de vida útil de máximo 6 meses, de los 600 ensayos realizados se obtuvo un coeficiente de reflectividad, con este último se obtuvieron varias observaciones según los manuales y normativas.

Mamani, (2019) Se tocan problemas de seguridad vial en las áreas identificadas y descritas en la presente tesis, tomando los datos del índice de accidentes, velocidad excesiva, insuficiente educación vial, infraestructura vial deficiente y señalización vial escasa; los cuales serán analizados en el presente estudio. Para obtener los datos de campo analizados se realizaron reconocimientos visuales, así como de la geometría existente, además de la verificación de aforos tanto vehiculares como peatonales, así como también de la medición de las velocidades.

Sobre lo expuesto el autor indica que los problemas de seguridad vial en las distintas áreas encontradas por la escasez de señalización vial, y han realizados ensayos como índice de demanda y la geometría existente para así dar una solución la cual se planteó en utilizar señales verticales y horizontales, así como también de infraestructura peatonal (rampas, resaltos, paradero y cruces a nivel) las cuales ayudan a garantizar la seguridad vial de los usuarios de la zona.

Inga, (2020) Se tiene como problema saber si los dispositivos instalados actualmente en las vías son adecuados para la seguridad vial en el

tránsito vehicular y peatonal en la zona urbana de la ciudad de Barranca, por ello, se realizó una evaluación en campo para determinar en qué condiciones se encuentran, y si son aptos o no para cumplir su propósito y quiere dar importancia a los dispositivos de seguridad vial, teniendo en cuenta las características, forma, posición en la que se deben de colocar, simbología, letras, números, Retroreflectividad , entre otros elementos.

Se realizo un estudio de campo en la ciudad de Barranca en zona urbanas para verificar en las condiciones en la que se encuentran las señalizaciones verticales y horizontales dándole importancia a la señalización horizontal colocándole simbologías, número, tachas, y letras reflectivas para un mejor control de seguridad vial.

2.2.3 Investigación Internacionales

Rivadeneira y Cevallos (2021) El estado actual de la red vial en el Ecuador en los últimos años muestra una grave carencia de señalización vial, y existe un ambiente generalmente deficiente en cuanto a la visibilidad visual, especialmente en la noche, debido a la falta de demarcación clara y señalización reglamentaria en todas las carreteras del país. Por ello, la tasa de mortalidad en accidentes de tráfico es tan elevada que su valor se mantiene año tras año y se mantiene invariable a pesar de las nuevas mejoras en la señalización vial.

Los autores con su investigación mediante el ensayo de reflectometría, realizan un análisis de la señalización horizontal con el tipo de pavimento a señalar, la cual por medio de gráficos podemos ver el transcurso del tiempo y su comportamiento de la reflectividad de acuerdo a los tipos de pintura empleados.

Ronderos, (2021) El objetivo de este estudio fue generar una alternativa en la señalización vial, diferente a la utilizada comercialmente en Colombia y con diferentes componentes de aplicación y tecnologías. El revestimiento bicomponente de asfalto en frío para carreteras pretende ser una alternativa, contribuyendo a reducir los índices de accidentalidad por derrape y negligencia de los usuarios, preservando la vida y seguridad de los usuarios de la vía.

El autor presenta una alternativa en la pintura vial, la cual genera un menor riesgo por motivo de derrape o por descuido de los conductores para así reducir los índices de accidentes en el país de Colombia.

Almeida, (2021) El sistema de señales consta de señales de tráfico: señales, símbolos y leyendas que vienen en diferentes tipos y colores. Estos sistemas consisten en grupos de semáforos aplicados en la vía pública para garantizar un mejor flujo de tráfico mejorando la seguridad de los vehículos y peatones. Desde esta perspectiva, las demarcaciones horizontales consisten en líneas, señales, símbolos y comentarios, dibujados o instalados en el pavimento, utilizando finas bolas de vidrio en los paneles, lo que ayuda a mostrar los límites con mayor claridad.

El autor en la investigación utiliza en la demarcación horizontal la fibra de vidrio o de minerales de cuarzo, las cuales realiza una comparativa para la elaboración de microesferas en el uso del pintado en la señalización horizontal.

Montufar y Pazmiño, (2020) Lleva a cabo el ensayo de reflectividad, con ayuda de un reflectómetro, verificando los requisitos mínimos sugeridos por el Departamento de Transporte y Obras Públicas de Ecuador. Además, se señala la teoría de la visión nocturna en la señalización vial, tipos y composiciones de materiales, y diversas normativas para evaluar las reflexiones.

Al revisar la investigación realizada por el autor podemos indicar que se debe tener un mejor control en campo al realizar la señalización tanto vertical como horizontal, además de realizar un monitoreo periódico durante el mantenimiento rigiéndose a los manuales recomendados.

Coves, (2019) Las señales de tránsito son el único indicador visual común para los usuarios de la vía, la aplicación y su adecuado mantenimiento pueden determinar la gravedad de un accidente, hasta el punto en que se puede evitar. Tal es así que, conservar y redibujar meticulosamente las marcas horizontales en las carreteras tradicionales de todo el mundo, buscando nuevas combinaciones de materiales y estudiando su durabilidad según el lugar donde se coloque la marca vial, no solo un desarrollo temporal de las características básicas de las marcas horizontales, tales como: visión diurna, visión nocturna y resistencia al deslizamiento para las siguientes combinaciones de materiales

nuevos y materiales básicos, como son la pintura luminosa; al mismo tiempo, se realizó un estudio de la vida útil de la señal de tráfico, teniendo en cuenta sus características básicas a lo largo del camino.

Se realizaron ensayos de reflectancia sobre las señales de tránsito en un clima seco obteniendo como resultado la caída de la reflectancia sobre la señalización debido al polvo, caucho de los neumáticos, la separación de la microesfera a la hora del pintado y por la rugosidad que hay en la misma se oscurece. También nos expone que en un pavimento bicapa la señalización tiene una mejor adherencia, mayor duración y tiempo de vida.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1 Pavimento

El pavimento es una obra que descansa sobre el terreno de cimentación (subrasante), conformado por capas de materiales de diferentes calidades y espesores acorde al diseño del proyecto y construido con la finalidad de soportar cargas estáticas y móviles en un tiempo de vida útil determinado. Cabe señalar que existen diferentes tipos de pavimentos, diferenciándose básicamente en su conformación y cómo es que las cargas se distribuyen sobre ellos. (Huamán Guerrero, 2013, pág. 11).

El pavimento es una construcción que en su estructura posee diferentes componentes, los cuales le dan distintas calidades y grosor, su composición dependerá del proyecto a ejecutar, dicha composición tendrá el propósito de sostener cargas fijas y dinámicas.

2.3.2 Tipos de pavimentos

a) Pavimentó asfáltico (flexible)

Este tipo de pavimento tiene una base flexible o semirrígida sobre la cual se ha construido una capa de rodamiento formada por una mezcla bituminosa de material granular y algún ligante asfáltico. (Robles, 2015, pág. 14)

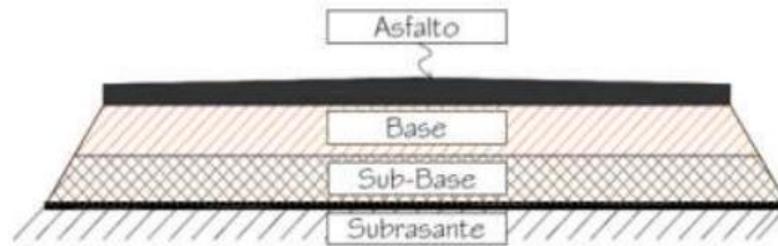


Figura 1: Sección del Pavimento Asfáltico
Fuente: (Robles, 2015)

b) Pavimento hidráulico (rígido)

Son aquellos pavimentos en los cuales la capa de rodamiento está formada por una losa de concreto de cemento Portland con o sin armadura de fierro. (Robles, 2015, pág. 14).

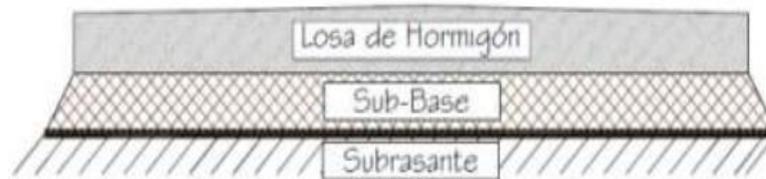


Figura 2: Sección del Pavimento Hidráulico
Fuente: (Robles, 2015)

2.3.3 Señalización horizontal

A. Aspectos generales de señalización horizontal

Las señales horizontales son un conjunto de diferentes dispositivos para controlar y corregir la disposición de los vehículos, con el objetivo de prevenir situaciones de peligro previniendo al conductor, ofreciéndole una buena visibilidad en la vía. Para lograr el objetivo de la señalización horizontal, las señales incluyen más que la demarcación vial, están conformados por figuras lineales y representaciones geométricas. Los símbolos aplicados a la calzada se identifican con color y reflejo como señal de regla y orden, además existen dispositivos de separación de carriles como tachas e hitos reflectores colocados a nivel de la calzada. (Rivadeneira y Cevallos, 2021, pág.5)

Sobre las señales horizontales, son dispositivos ofrecen al conducto un mejor visibilidad y prevención en la vía, dichas señales en el pavimento pueden ser lineales y geométricas, los cuales ofrecen el orden necesario a la vía.

B. Uso de señalización horizontal

La marca dibujada que se coloca sobre la capa asfáltica también se conoce como señalización horizontal, la cual debe ser evaluada con todos los elementos incorporados al proyecto, previo a la apertura al tráfico. El uso de señalización horizontal está respaldado por estudios realizados por expertos con experiencia en el campo del desarrollo de esquemas de la demarcación y todos los factores técnicos relevantes en la Ingeniería de tránsito.

Además, es necesario señalar que verificar la ubicación del proyecto es importante, lo que constatará el trayecto de la vía y así determinar el material adecuado para soportar diferentes tipos de condiciones climáticas y permitir la calidad y el tiempo de demarcación horizontal en la carretera. (Manual de Carreteras del Paraguay, 2011, pág. 21)

La pintura sobre la superficie de la calzada se conoce también como señalización horizontal, además que el estudio de estas deberá ser avalado por profesionales de la materia que verifican la vía a ser intervenida, realizando un análisis para definir los insumos adecuados para mantenerse bajo distintas condiciones climáticas cumpliendo los parámetros de calidad y duración

C. Demarcación en el pavimento

Las marcas planas en el pavimento incluyen líneas horizontales y verticales, flechas, símbolos y letras que se instalan o fijan en la calzada, sardineles o en otras estructuras viales y áreas adyacentes. Se utilizan para señalar carriles y calzadas, para señalar zonas de no circulación, de no circulación o de cambio de carril, y zonas en las que está prohibido parquear; limita carriles designados para tipos específicos de vehículos, como carriles para bicicletas, motocicletas, autobuses y otros vehículos. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, pág. 254).

D. Materiales

Varios tipos de materiales se aplican en capas delgadas demarcada en la calzada, tales como pintura, plástico, termoplástico y/o cintas preformadas, entre otros, deben cumplir, entre otros, con los requisitos y características

mínimas establecidas en la “Especificación Técnicas de Pinturas de Obras Viales”, el Manual del Usuario de Carreteras: “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” y Manual de Carreteras: “Mantenimiento o Conservación Vial”, vigentes. (Manual de Dispositivos de Control del Transito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, pág. 254)

E. Color

En la demarcación de señalización horizontal se usa diversos colores los cuales están definidos según lo siguiente:

- **Blanco:** Se usan para delimitar la calzada, separación del flujo de tráfico en el mismo sentido, símbolos y leyendas, así como también zonas para estacionamiento permitido.
- **Amarillo:** Se emplea para separar los flujos de sentidos contrarios, carriles exclusivos para sistema de transporte masivo, demarcación de sardineles que son zonas de prohibido parquear.
- **Azul:** Se usan para las señales informativas, como estacionamientos para personas discapacitadas, así como para carriles en peajes electrónicos.
- **Rojo:** Para uso de rampas de emergencias o zonas con limitaciones.

F. Tipos

- Doble Línea Continua: limita al máximo el cruce de un carril a otro.
- Línea Continua: limita el cruce a otro carril.
- Línea Segmentada: Permite el paso de un carril a otro.
- Línea Punteada: Para el cambio de línea continua a segmentada.
- Brecha: Espacio sin pintar entre líneas.

(Manual de Dispositivos de Control del Transito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, pág. 255)

G. Fenómenos ópticos de luz

El conductor realiza un recorrido por la vía, en horario nocturno la intensidad de los rayos de sol es casi nula, es por eso que el conductor usa las luces delanteras del automóvil, las cuales le permite tener una mejor visibilidad sobre las marcas de la señalización horizontal, las cuales tienen un reflejo emitido por las luces delanteras ocasionando el fenómeno óptico

de luz, teniendo 3 tipos de reflexión bien definidas. (Rivadeneira y Cevallos, 2021, pág.6)

En horarios donde la visibilidad en la vía es densa, es necesario que el conductor realice el encendido de las luces delanteras con el fin de visualizar las distintas marcas en el pavimento, las cuales son reflejadas produciéndose fenómenos ópticos, los cuales se dividen en 3 tipos.

- **Reflexión especular.** - La reflexión especular ocurre cuando el brillo de luz reflejada toma dirección contraria al brillo de luz proyectada, los ángulos tanto de derecha e izquierda son iguales respecto a la vertical, este fenómeno depende del material que se usa en la demarcación vial y superficies lisas.



Figura 3: Reflexión Especular Adaptado
Fuente: Boily & Tremblay, 2014

- **Reflexión difusa (Qd).** - Si dentro de la demarcación horizontal no existe homogeneidad, el brillo de luz que es proyectada desde el automóvil a la componente reflectante no podrá reflejar en una dirección, viéndose afectado y proyectado en varias direcciones, por lo cual el conductor pierde visibilidad de la señalización horizontal por las noches.

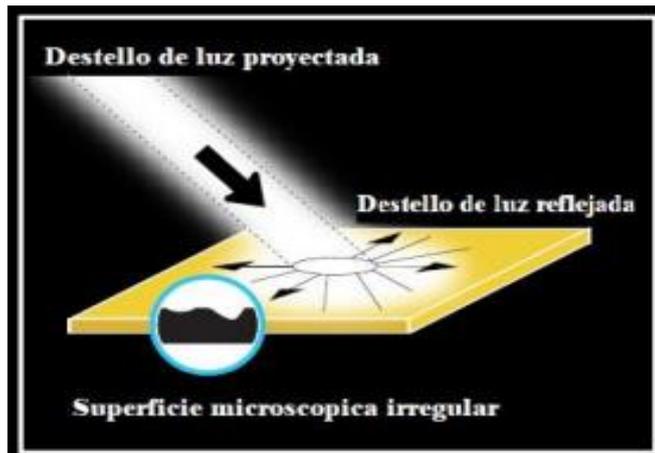


Figura 4: Reflexión Difusa Adaptado
Fuente: Boily & Tremblay, 2014

- **Reflexión o Retroreflexión (RL).** - Para respetar el fenómeno del Retroreflectividad, se debe considerar que uno de los elementos es la microesfera de fibra de vidrio que cumplen la función de reflejar la luz proyectada por las luces delanteras del automóvil con la claridad necesaria para el conductor con una sola dirección de brillo de luz.



Figura 5: Retroreflexión de la Luz Adaptado
Fuente: Boily & Tremblay, 2014

2.3.4 Retroreflexión en la señalización horizontal

Retroreflectividad o retroreflexión en las pinturas utilizadas para la demarcación para señalización horizontal son necesarias para una adecuada visibilidad nocturna o en condiciones meteorológicas anómalas, esto se consigue por el uso de esferas y/o microesferas de fibra de vidrio (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, pág. 8)

La reflectividad es un aspecto necesario dentro de la señalización horizontal, ya que proporciona al conductor la claridad indispensable frente a circunstancias climáticas irregulares, esto gracias a las esferas de fibra de vidrio contenidas en la demarcación.

a) Aspectos generales de la Retroreflectividad

La reflectividad también se refiere a reflectivo o fluorescencia, estos últimos asociados con el brillo reflejado sobre una superficie. En la señalización horizontal este efecto se produce con la ayuda de las luces del automóvil cuando existe poca luz del día, gracias a una sustancia impregnada en las marcas viales, según las normas y parámetros de seguridad a los materiales de señalización vial, gracias a ello el conductor pueden visualizar de manera clara su recorrido por la vía. Cabe señalar que en el caso de la pintura de tráfico la reflectividad se incluye en el proceso de la pintura sobre la superficie de la carpeta de rodadura. (Rivadeneira y Cevallos, 2021, pág.8)

El autor indica que la reflectividad está asociada al brillo que se genera en un plano al reflejarse, la que en la señalización horizontal beneficia al conductor a transitar en vías con poca luz, esto gracias a los pigmentos contenidos en la demarcación vial lo cual cumple con la normativa vigente.

Tabla 1.
Valores de Retro reflectancia

Angulo de Entrada	Angulo de Observación	Nivel	mcd lux ⁻¹ m ⁻²	
			Blanco	Amarillo
88,76	1,05	I	500	300
		II	250	175

Fuente: Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, MTC 2013

b) Parámetros geométricos de reflectividad

Se hace referencia a los parámetros que nos brinda la legislación peruana vigente, así como también las Especificaciones Técnicas de Pintura para Obras Viales, en la cual nos indican que para realizar las mediciones de la Retroreflectividad que emite la pintura de tráfico sobre la superficie o carpeta de rodadura, se deben tener en cuenta los ángulos de observación

e iluminación, los cuales nos ayudan a entender que a una distancia de 30 metros la Retroreflectividad cumple su funcionamiento observado desde el automóvil a la calzada, de tal manera que el valor obtenido de la medición realizada con el reflectómetro será el coeficiente de luminancia. (Rivadeneira y Cevallos, 2021, pág.9)

Los parámetros de la normativa peruana y los manuales existentes para trabajos de demarcación vial, señalan que las mediciones para reflectividad se tendrán en cuenta el ángulo, la cual debe ser óptima para el conductor a una distancia de 30 metros, así el reflectómetro medirá el coeficiente de luminancia.

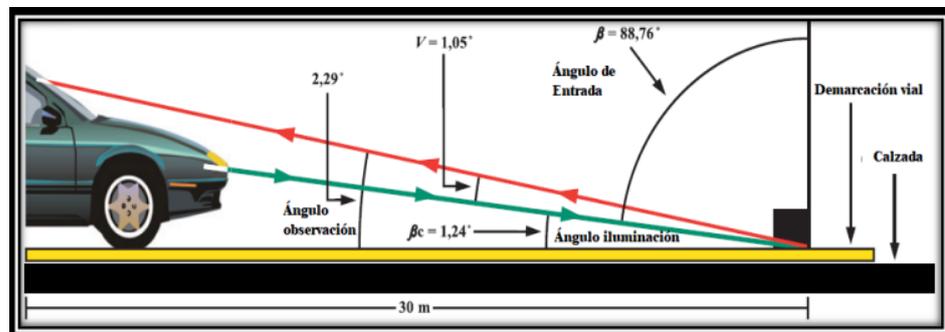


Figura 6: Geometría Retroreflectividad. Adaptado Fuente: Boily & Tremblay, 2014

c) Factores que influyen en la retrorreflexión

Las microesferas de fibra de vidrio son completamente esféricas, lo cual permite que la luz sea reflejada de manera homogénea, otro factor importante es el hundimiento de la microesfera de fibra de vidrio dentro de la pintura de tráfico, la que para ser considerada óptima deberá encontrarse entre un 40 a 60 % de su diámetro unida con la pintura de tráfico.

Además, para tener una adecuada retrorreflexión se debe considerar la granulometría de la microesfera sea homogénea, para evitar el óptimo hundimiento dentro de la capa de pintura. Así mismo, se debe tener en cuenta que habrá un porcentaje de desperdicio, las cuales cuentan con una granulometría mayor a la demarcación, esto se genera por la abrasión causada por los neumáticos del automóvil sobre la señalización horizontal dentro de la calzada. (Rivadeneira y Cevallos, 2021, pág.10)

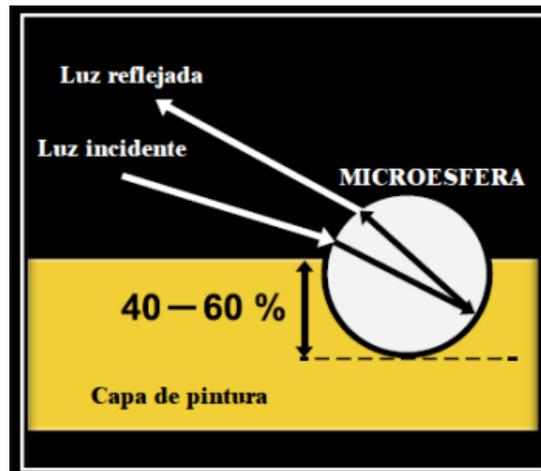


Figura 7: Microesfera de vidrio presionada entre 40% y 60% de profundidad.
Fuente: Boily & Tremblay, 2014

2.5.5 Microesferas

Las esferas y microesferas de vidrio constituyen el material que aplicado a los materiales utilizados para demarcación producen Retroreflectividad, gracias a la incidencia de las luces de los vehículos, lo cual nos brinda una mejor visibilidad nocturna o en condiciones de restricciones de iluminación (agentes atmosféricos). Estas pueden ser usadas tanto para la demarcación de la red vial, así como también en zonas de aterrizaje (aeropuertos, aeródromos, etc.). La selección del tipo de esferas y/o microesferas de vidrio estará en función al tipo de material de demarcación empleado, así como a su dosificación de aplicación. (Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, 2013 pág. 12)

En la norma de especificaciones técnicas de pintura para obras viales nos indica que las esferas y microesferas, puestas sobre la pintura de la señalización horizontal nos genera en ella la reflectividad, esto se produce por la incidencia de las luces de los autos, este material es usado para ofrecer una mayor claridad a la demarcación, el adecuado uso de las microesferas se encuentra ligado al material que se usara para la demarcación.

Tabla 2.
Gradación de las Esferas y Microesferas 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: Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, MTC 2013

Las microesferas de clase II deben usarse en los aeropuertos en el área de rodaje de aeronaves; Además, se recomienda su uso en carreteras en zonas con alta siniestralidad y zonas con niebla.

Tabla 3.
Requerimientos de las Esferas y Microesferas 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: Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, MTC 2013

2.2.6 Pintura de tráfico

La demarcación con pintura de tráfico es utilizada en carreteras, calles o avenidas, ya que son vitales para operaciones viales y seguridad vehicular. Como resultado, pintar los bordes, esta es aplicada sobre pavimento asfáltico, hidráulico o de hormigón, cabe señalar que este tipo de señalización es más resistente a ciertos cambios, como son la temperatura, humedad, grasa, aceites de petróleo y abrasivos los que las redes viales se encuentran expuestos.

La pintura utilizada para la de demarcación de redes viales podrán ser de tres tipos, a base agua, a base solvente y termoplástica, cada una de ellos deben cumplir ciertos requisitos para poder utilizarse. (Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, 2013 pág. 5)

La pintura de tráfico o pintura de demarcación, brinda seguridad y guía a los usuarios de la vía, esta tiene diversos tipos como son a base agua, solvente y termoplástico, cabe señalar que la carpeta de rodadura se encuentra expuesta a diversos agentes externos, tales como las condiciones climáticas, la abrasión, el volumen de tránsito, entre otros, los cuales afectan a la pintura de demarcación.

a. Pintura base agua

Es una pintura lista para su uso, recomendada para pavimentos asfálticos o hidráulicos, la misma que posee ciertos requerimientos.

Tabla 4.
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)	$\geq 0,85$	
- Blanco	$\geq 0,40$	
- Amarillo		
Opacidad (Rc)	$\geq 0,95$	
- Blanco	$\geq 0,90$	
- Amarillo		
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-Perú (2013)

Tabla 5.
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-Perú (2013)

b. Pintura base solvente

Pintura lista para su uso en pavimentos asfálticos o hidráulicos, la cual tiene algunos requerimientos especificados en el manual de Especificaciones Técnicas de Pintura para Obras Viales.

Tabla 6.

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° 02.	
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° 02.	
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-Perú (2013)

c. Termoplástica

Es un material que se puede aplicar en caliente sobre pavimentos asfálticos o de hormigón hidráulico, constituida en 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. (Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, 2013 pág. 8)

Tabla 7.

Requerimientos de la pintura Termo plasto

Característica Evaluada	Requerimiento
Color	Las coordenadas cromáticas deben estar dentro del polígono de color señalado en la Tabla N° 02.
Factor de Luminancia (B)	$\geq 0,85$ $\geq 0,40$
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 24 horas.
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 periodo no cumpla los requerimientos anteriores debe ser reemplazado por el Contratista.

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones-Perú (2013)

d. Tipos de pintura

- **Tipo I**

Se utiliza para tráfico ligero, peatones, parques y depende del rozamiento y las cargas que reciba.

- **Tipo II**

Su uso es para niveles altos de tránsito, rozamiento y cargas.

- **Tipo III**

Solo usado en pintura termo plásticas.

e. Fallas en el pavimento asfáltico que influyen en la reflectividad

Deformaciones Permanentes, Estas distorsiones o diferencias en la sección transversal y/o sección longitudinal de la carretera. en el que encontramos:

- Ahuellamiento
- Hundimiento
- Corrugación
- Corrimiento
- Hinchamiento

Agrietamientos, son también llamadas deformaciones a nivel de superficie de la carpeta de rodadura.

- Fisura longitudinal
- Fisura transversal
- Fisuras en bloques
- Fisuras tipo piel de cocodrilo
- Fisuras reflejadas
- Fisuras en arco

f. Fallas en el pavimento hidráulico que influyen en la reflectividad

En el caso del pavimento hidráulico, la clasificación se refiere a la forma en que diversas fallas afectan **su integridad**, diferenciando:

- Desprendimiento/descubrimiento de agregados
- Peladuras
- Estrías longitudinales
- Baches
- Rotura de bordes

- Pulimento de la superficie
 - **Defectos de superficie**, estos factores afectan solo a la superficie de la calzada, reduciendo su utilidad, pero sin afectar su capacidad para soportar cargas.
 - **Defectos estructurales**, Aquellas que muestran integridad de la losa, lo que reduce su capacidad de carga.

2.4 Estructura técnica normativa

Resolución Directoral N° 851-98-MTC/15.17, se aprobaron las Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas para Obras Viales 2013

El objetivo de estas especificaciones estandarizar la demarcación de carreteras, calles o avenidas de una red vial, las cuales son de vital importancia para un buen funcionamiento en la circulación vehicular y la seguridad de los usuarios.

Resolución Directoral N°05-2017-MTC/14, que aprueba el Manual de Seguridad Vial 2017

Tiene como finalidad aportar con la mejora de infraestructura vial y su entorno a nivel nacional, aumentando así la calidad de la protección en las carreteras y la seguridad de las mismas para el beneficio de la población.

Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras -2016 MTC

Nos indica la estandarización de las señaléticas para el control del tránsito o movilidad en vías urbanas en general, en concordancia con las demás normativas vigentes sobre la gestión de la infraestructura vial.

Manual de “Especificaciones técnicas generales para construcción” EG-2013

Contiene los lineamientos para unificar las condiciones, requisitos, parámetros y procedimientos de las actividades relativas a las obras de infraestructura vial, uniformizando los procesos, para garantizar índices de calidad en la ejecución de proyectos a nivel nacional.

Norma técnica CE. 010 pavimentos urbanos

Establecer los requisitos mínimos para el diseño, construcción, rehabilitación, mantenimientos, rotura y reposición de pavimentos urbanos, desde los puntos de vista de la Mecánica de Suelos y de la Ingeniería de Pavimentos, a fin de asegurar la durabilidad, el uso racional de los recursos y el buen comportamiento de aceras, pistas y estacionamientos de pavimentos urbanos, a lo largo de su vida de servicio.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

El tipo de pavimento utilizado en vías urbanas influye en la Retroreflectividad de la señalización horizontal.

3.1.2 Hipótesis Especificas

- a) Determinando la influencia del pavimento asfáltico en la Retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas se proponen mejoras en la norma.
- b) Determinando la influencia del pavimento rígido en la Retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas se proponen mejoras en la norma.

3.2 Variable

3.2.1 Variable Independiente

Tipos de Pavimentos

3.2.2 Variable Dependiente

Retroreflectividad

3.3 Sistema de Variable

3.3.1 Definición conceptual

a) Tipo de pavimentos

Un pavimento es una estructura que descansa sobre el terreno de fundación (subrasante), conformado por capas de materiales de diferentes calidades cuyos espesores están dados de acuerdo al diseño del proyecto y construido con la finalidad de soportar cargas estáticas y móviles en su tiempo de vida útil. Los pavimentos se clasifican básicamente en pavimentos asfálticos e hidráulicos y se diferencian en cómo están conformados cada uno y cómo se distribuyen las cargas sobre ellos. (Huamán Guerrero, 2013)

b) Retroreflectividad.

La Retroreflectividad también conocida con diferente terminología hace referencia a retro reflectivo o fluorescente, términos que llevan de la mano con la luminosidad reflejada en una señal de tráfico con la ayuda de las luces de los vehículos cuando ya existe baja luz del día, este material se encuentra

impregnado en la señal vial cumpliendo los estándares de seguridad que brindan los materiales de señalización vial al usuario que lo visibiliza al momento de conducir su vehículo por red vial, en caso de la pintura de tráfico esta reflectividad se la incluye a su vez en el proceso de aplicación de la pintura sobre el pavimento.

3.3.2 Definición operacional

a) Tipo de pavimentos

El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. (manual de carreteras- suelos, geología, geotecnia y pavimentos)

b) Retroreflectividad

La Retroreflectividad también conocida con diferente terminología hace referencia a retro reflectivo o fluorescente, términos que llevan de la mano con la luminosidad reflejada en una señal de tráfico con la ayuda de las luces de los vehículos cuando ya existe baja luz del día, este material se encuentra impregnado en la señal vial cumpliendo los estándares de seguridad que brindan los materiales de señalización vial al usuario que lo visibiliza al momento de conducir su vehículo por red vial, en caso de la pintura de tráfico esta reflectividad se la incluye a su vez en el proceso de aplicación de la pintura sobre el pavimento.

3.3.3 Operacionalización de las variables

Tabla 8.
Matriz de operacionalidad

Variables.	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento
<p>Variable independiente:</p> <p>Tipo de Pavimentos</p>	<p>Un pavimento es una estructura que descansa sobre el terreno de fundación (subrasante), conformado por capas de materiales de diferentes calidades cuyos espesores están dados de acuerdo al diseño del proyecto y construido con la finalidad de soportar cargas estáticas y móviles en su tiempo de vida útil. Los pavimentos se clasifican básicamente en pavimentos asfálticos e hidráulicos y se diferencian en cómo están conformados cada uno y cómo se distribuyen las cargas sobre ellos.</p> <p>(Huamán Guerrero, 2013)</p>	<p>El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito.</p> <p>(manual de carreteras- suelos, geología, geotecnia y pavimentos)</p>	<p>Pavimento asfáltico.</p> <p>Pavimentos hidráulicos.</p>	<p>Condición del pavimento Volumen de tráfico Nivel de conservación</p> <p>Condiciones del pavimento Volumen de tráfico Nivel de conservación</p>	<p>Pavement Condition Index (PCI) veh/día mantenimiento</p> <p>PCI (0-100) veh/día mantenimiento</p>	<p>Inspección visual de campo.</p>
<p>Variable dependiente:</p> <p>Retroreflectividad</p>	<p>La retroreflectividad también conocida con diferente terminología hace referencia a retro reflectivo o fluorescente, términos que llevan de la mano con la luminosidad reflejada en una señal de tráfico con la ayuda de las luces de los vehículos cuando ya existe baja luz del día, este material se encuentra impregnado en la señal vial cumpliendo los estándares de seguridad que brindan los materiales de señalización vial al usuario que lo visibiliza al momento de conducir su vehículo por red vial, en caso de la pintura de tráfico esta reflectividad se la incluye a su vez en el proceso de aplicación de la pintura sobre el pavimento.</p>	<p>Schwab (1999) explica que la retrorreflexión o retroreflectividad es un fenómeno natural de la luz, y ocurre cuando un cuerpo o material refleja parte de la luz emitida por una fuente, es decir, cuando los rayos emitidos caen sobre el cuerpo (material) y regresan a la fuente generadora. Existen tres tipos de reflexión: reflexión especular, reflexión difusa y retrorreflexión.</p> <p>La retroreflectividad de las pinturas, con la finalidad de que la demarcación en el pavimento mejore su visibilidad durante las noches o bajo condiciones de oscuridad o neblina, se consigue por medio de la aplicación de esferas y/o microesferas de vidrio.</p>	<p>Reflexión Especular</p> <p>Reflexión Difusa (Qd)</p> <p>Reflexión (RL)</p>	<p>Intensidad luminosa.</p> <p>Iluminancia.</p> <p>Luminancia</p>	<p>Candela (Cd)</p> <p>Lux (lx)</p> <p>Cd/m²</p>	<p>Reflectómetro EasyLux clásico horizontal.</p>

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Método de la investigación

El método de estudio a utilizar es el deductivo, ya que mediante la información de investigaciones a realizar se analizarán los resultados obtenidos para ambos tipos de pavimentos, llegando a determinar la caída de la reflectometría y en qué tipo de pavimento poseerá una mayor durabilidad vida útil.

4.2 Orientación de la investigación

La orientación de nuestra investigación es aplicada, porque con el análisis e interpretación de la información obtenida se determinará la disminución de la reflectometría y en cuál de los pavimentos en estudio trabaja mejor.

4.3 Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se utilizarán los datos que se obtendrán en las mediciones de la reflectometría en los dos pavimentos a estudiar, con lo cual se podrá realizar las comparaciones pertinentes.

4.4 Fuente de información

En esta investigación la fuente de información es prolectivo, ya que se recopilará información de medición de la reflectividad, durante seis meses, con esta información se podrá estimar el tiempo adecuado para el mantenimiento de la señalización horizontal por medio de la Retroreflectividad.

4.5 Tipo de la investigación

El estudio es descriptivo, ya que se realizará en base los ensayos, de la información recopilada durante los meses de medición, sobre los cuales nos permitirán medir disminución de la reflectividad en el pavimento asfáltico e hidráulico respectivamente.

4.6 Nivel de investigación

La presente investigación es descriptiva, ya que está orientada a describir la caída y el tiempo de vida útil que sufren la reflectividad de la señalización horizontal en pavimentos asfálticos e hidráulicos.

4.7 Diseño de la investigación

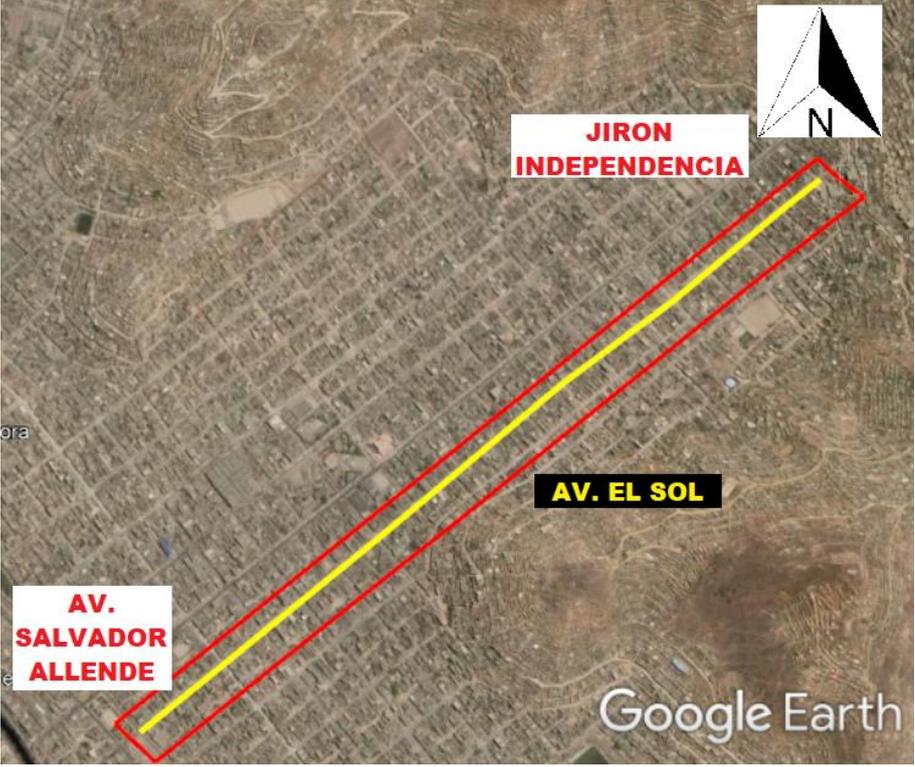
El diseño de la investigación es no experimental, longitudinal y prospectivo, porque los datos que tomaremos nos permitirán realizar el análisis y comparación de la Retroreflectividad en pavimentos asfálticos e hidráulicos.

4.8 Población y muestra

4.8.1 Población

Para esta investigación tendremos como población a dos vías de Lima Metropolitana, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 9.
Ubicación del Pavimento Hidráulico



Ubicación de la Vía	Av. El Sol, ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo
Tipo de Pavimento	Pavimento Hidráulico
Longitud de la Vía	2 km
Límites de la Vía	Norte: Jirón Independencia Sur: Av. Salvador Allende

Fuente: Google Earth (Elaboración Propia)

Tabla 10.
Ubicación del Pavimento Asfáltico



Fuente: Google Earth (Elaboración Propia)

4.8.2 Muestra

La investigación cuenta con un diseño muestral no paramétrico, ya que usaremos dos vías intervenidas, cada una de ellas posee diferente tipo de pavimento (asfáltico e hidráulico) Es por ello que esto nos ayuda a realizar el análisis y su posterior comparación.

4.9 Unidad de análisis

Reflectividad

4.10 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizarán tablas básicas de Excel en las que se registrarán y monitorearán la disminución de la reflexión y durabilidad de la reflectancia de las microesferas en la señalización horizontal en los pavimentos a evaluar, para ello se utilizara a herramienta de recolección de datos es el medidor de reflectancia, conocido como Reflectómetro.

Tabla 11.
Retrorreflectómetro Clásico Horizontal

	
Este equipo es un instrumento automático y simple, puede evaluar a la vez, la visibilidad nocturna o Reflexión (RL), Reflexión difusa o diurna (Qd), además de registrar la temperatura del ambiente y la humedad relativa.	
Marca	Easylux

Fuente: Catálogo de Easylux (Elaboración propia)

Tabla 12.
Especificaciones técnicas del Clásico Retrorreflectómetro

Geometría 30 metros	88.76° / 1.05° (ASTM E1710) 1.24° / 2.29° (EN1436)
Geometría 15 metros	86.5° / 1.5°
Rango de medición	R _L : 0 - 1999 mcd . m ⁻² . lx ⁻¹ Qd: 0 - 320 mcd . m ⁻² . lx ⁻¹
Área de medición	70 x 190 mm
Sensor de medición	Múltiples detectores - Adaptado a CIE V (λ)
Tiempo de medición	1 segundo para R _L o 2 seg. para RL + Qd
Señales en relieve	Hasta 2 mm
Dimensiones	590 x 160 x 260 mm
Peso	5.5 kg (con batería)
Reglas	EN1436, ASTM E1710, ASTM E2176, ASTM E2302, NBR 14723 (15-meter).

Fuente: Especificaciones técnicas de Easylux Retrorreflectómetro

4.11 Descripción de procedimientos de análisis

El análisis y el proceso para obtención de los datos serán mediante las mediciones realizadas con el reflectómetro (instrumento calibrado y certificado). Las mediciones se realizarán por encima de la pintura con microesferas utilizada para la demarcación horizontal existente en el pavimento, estas mediciones nos ofrecerán la reflectancia para identificar la caída de la reflectividad en la señalización horizontal en el pasar de los meses.

4.12 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

Para el análisis y procesamiento de los datos obtenidos en la investigación serán por medio de tablas dinámicas y gráficos de Microsoft Office 2019 - Excel que nos ayudarán entregar la información de manera ordenada respecto a los valores encontrados de la Retroreflectividad de la demarcación horizontal del pavimento y poder determinar los tiempos adecuados para el mantenimiento oportuno en cada uno de los casos.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Proceso de señalización horizontal

Toda intervención vial urbana, se deberá presentar unos días antes de la señalización horizontal un informe detallando el plan de ejecución, fecha de entrega de todo o parte del material, número de días de intervención vial, horario, desvíos previstos y seguridad. eventos, Equipos de protección individual y colectiva para seguridad vial.

Se debe intervenir la vía de acuerdo a los planos del proyecto, iniciando con el cierre de tránsito en su totalidad o parcialmente para brindar seguridad al personal, empleando los elementos necesarios de protección tales como cilindros reflectivos, conos, banderilleros, cintas de señalización, letreros, ubicadas a una distancia necesaria para que no ocurran pérdidas humanas.

5.1.1 Charla de seguridad

Se procede a dar las respectivas charlas de seguridad, salud y protocolo COVID 19. debido a la coyuntura social y de sanidad actual en el marco de la resolución ministerial N.º 448 de los lineamientos para la vigilancia prevención y control de la salud y control de los trabajadores con riesgo a la exposición al COVID 19, se procedió al control de toma de temperatura y saturación de todo el personal antes del ingreso a obra, para luego continuar con la entrega de los equipos de protección personal y colectiva.

La cual cumple por parte de la Ingeniera de Seguridad, informar sobre los siguientes puntos que son importantes para la seguridad durante la ejecución de los trabajos de señalización horizontal:

Uso de conos de seguridad con cinta reflectiva, la cual nos ayuda a realizar el cierre total o parcial de la vía a intervenir, así mismo el uso de cilindros que nos ayuda a realizar el cierre para vías de mayor amplitud. Así mismo el uso de EPPS de seguridad, las cuales cuenta con cintillos reflectivos que ayuda a la visualización de los trabajadores frente a los conductores y así evitar los accidentes.



Figura 8: Charla de Seguridad
Fuente: IRCOC S.A.C.

5.1.2 Verificación del pavimento

Visualización previa del estado del pavimento realizando una inspección de este a fin de comprobar su estado superficial y detectar posibles defectos existentes.

Se realiza una limpieza superficial, eliminando la suciedad y aquellos elementos que puedan influir negativamente en la calidad y durabilidad de la demarcación. La superficie a demarcar debe estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento.



Figura 9: Verificación del Pavimento
Fuente: IRCOC S.A.C.

5.1.3 Verificación tipo de pintura

Antes de la ejecución de la señalización horizontal, verificar la calidad de los materiales para la demarcación, se tomarán muestras representativas de cada lote de los materiales para demarcación, con el fin de verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en esta especificación para cada material

5.1.4 Limitación climática

La temperatura del pavimento o demarcación tiene que supere al menos en 3 °C al punto de rocío. La aplicación no podrá llevarse a cabo en instantes de lluvia, si el pavimento está húmedo, la temperatura ambiente no esté comprendida entre 5 °C y 40 °C, o si la velocidad del viento fuera superior a 25 km/h.



Figura 10: Condiciones Inapropiadas
Fuente: IRCOC S.A.C.

5.1.5 Calibración de maquinas

Este paso netamente del operador de la máquina, los ingenieros de campo y el supervisor, para verificar el ancho de las líneas a demarcar y de la caída de la microesfera realizando.



Figura 11: Calibración de ancho de pintura
Fuente: IRCOC S.A.C.

5.1.6 Ensayos Previos

Realizamos la toma de humedad relativa y la velocidad del viento, datos que influyen en la realización de la señalización horizontal.

Graduación de la microesfera: El operario de la máquina de pintar realiza la graduación del dispensador de microesfera, la cual cae por medio de la gravedad y esta graduada de acuerdo a las especificaciones de la señalización.

Medición de espesor de pintura: Con ayuda del peine de espesor de aluminio tipo tarjeta o también conocido como galletas de espesor de película, realizamos la graduación de la presión para obtener los espesores indicados en los requerimientos del proyecto. Por ejemplo, en áreas con alto desgaste de la demarcación, ésta debe tener un espesor mínimo de película seca de 381 micras (15 mils) y un espesor mínimo de película húmeda de 635 micras (25 mils).



Figura 12: Verificación de espesor de pintura
Fuente: IRCOC S.A.C.

5.1.7 Trazo

Trazos previos al pintado: antes de realizar el pintado, se realiza los trazos con ayuda de cordel, tiza en polvo y wincha, esto para realizar la demarcación de bordes de calzada, cruces peatonales o leyendas las cuales realizaremos el pintado.



Figura 13: Trazo de señalización vial
Fuente: IRCOC S.A.C

5.1.8 Pintado

Para realizar la demarcación, usaremos la maquina modelo LINELAZER 130HS de la marca GRACO, la cual realiza el pintado a presión para que esta se adhiera al pavimento de manera adecuada, nos ayudamos de reglas de aluminio las cuales nos ayudan cuando se realiza el pintado a presión de manera manual.



Figura 14: Señalización en el pavimento
Fuente: IRCOC S.A.C.

5.2 Proceso de recolección de datos

- **Calibración del equipo**

Realizamos la calibración del reflectómetro de manera manual, para obtener medidas con mayor confiabilidad según el color y pintura usada en la señalización.

- **Seguridad**

De manera óptima, realizamos el cierre parcial o total de la vía a intervenir, usando los materiales para la ejecución del ensayo de reflectividad de manera segura.

- **Procesamiento de datos**

Para el procesamiento de los datos obtenidos en la investigación se utilizaron las tablas dinámicas de Microsoft Office 2019 - Excel y las herramientas que este nos brinda.

- **Ejecución del ensayo de reflectometría**

Se realiza la toma de medida colocando en reflectómetro sobre la superficie de la demarcación que contiene la microesfera la cual, pulsando el botón de lectura del equipo, esta escaneara el nivel de reflectividad tanto para diurna y nocturna, este

resultado se almacena en una data del equipo la cual dicha información se extrae en el gabinete de trabajo. Cabe señalar que en el Anexo N 03, 04 y 05 se adjunta el certificado de calibración de Reflectómetro con el que se realizaron los ensayos.

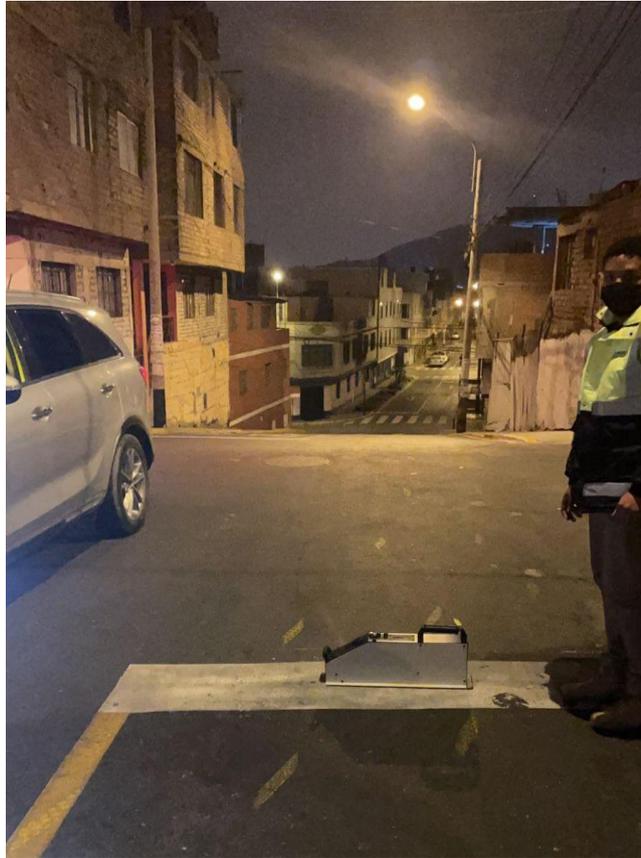
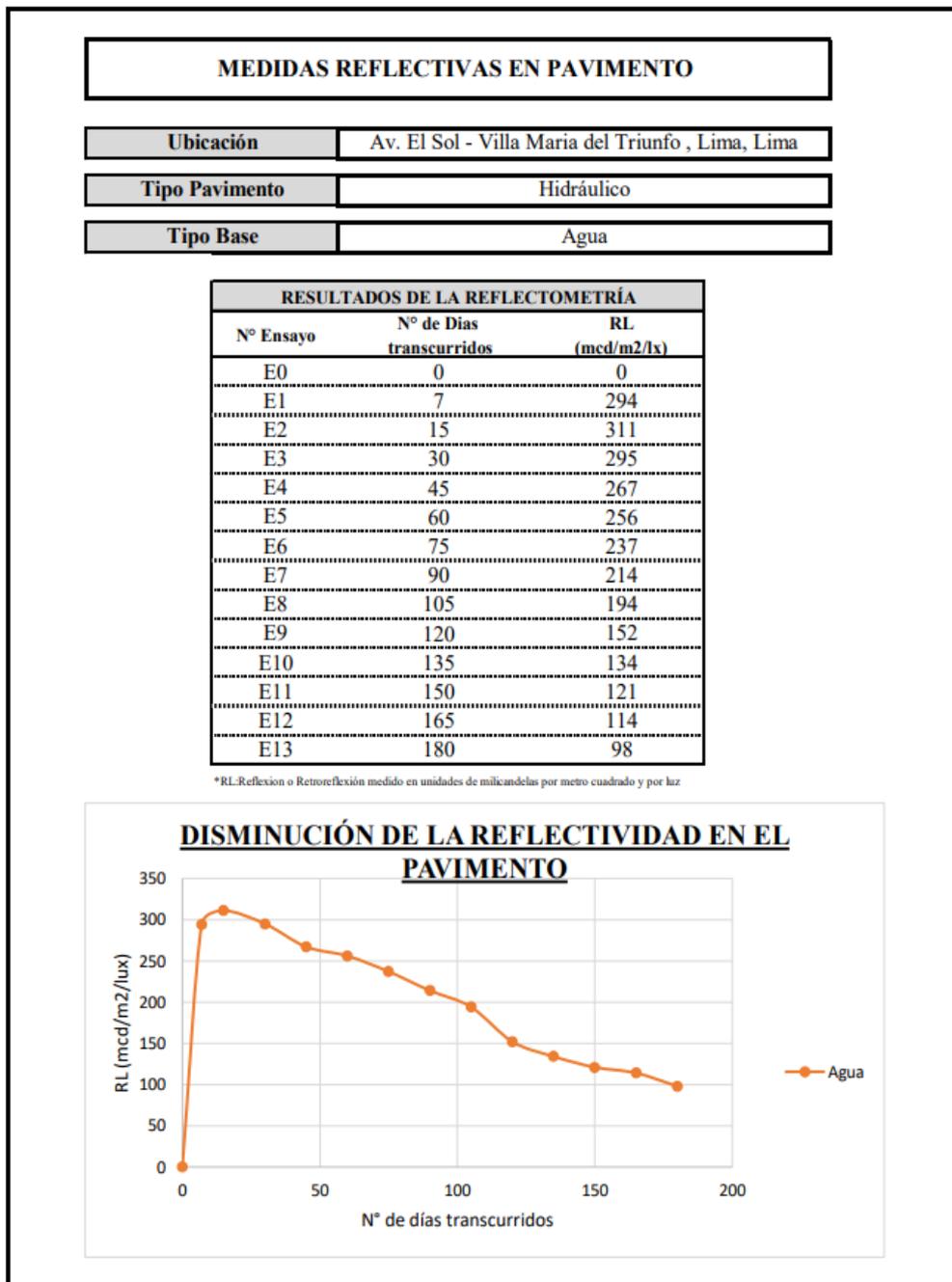


Figura 15: Ensayo de Reflectividad
Fuente: IRCOC S.A.C.

5.2.1 Medidas reflectivas en pavimento hidráulico en base agua

Tabla 13.

Medidas reflectivas en pavimento hidráulico

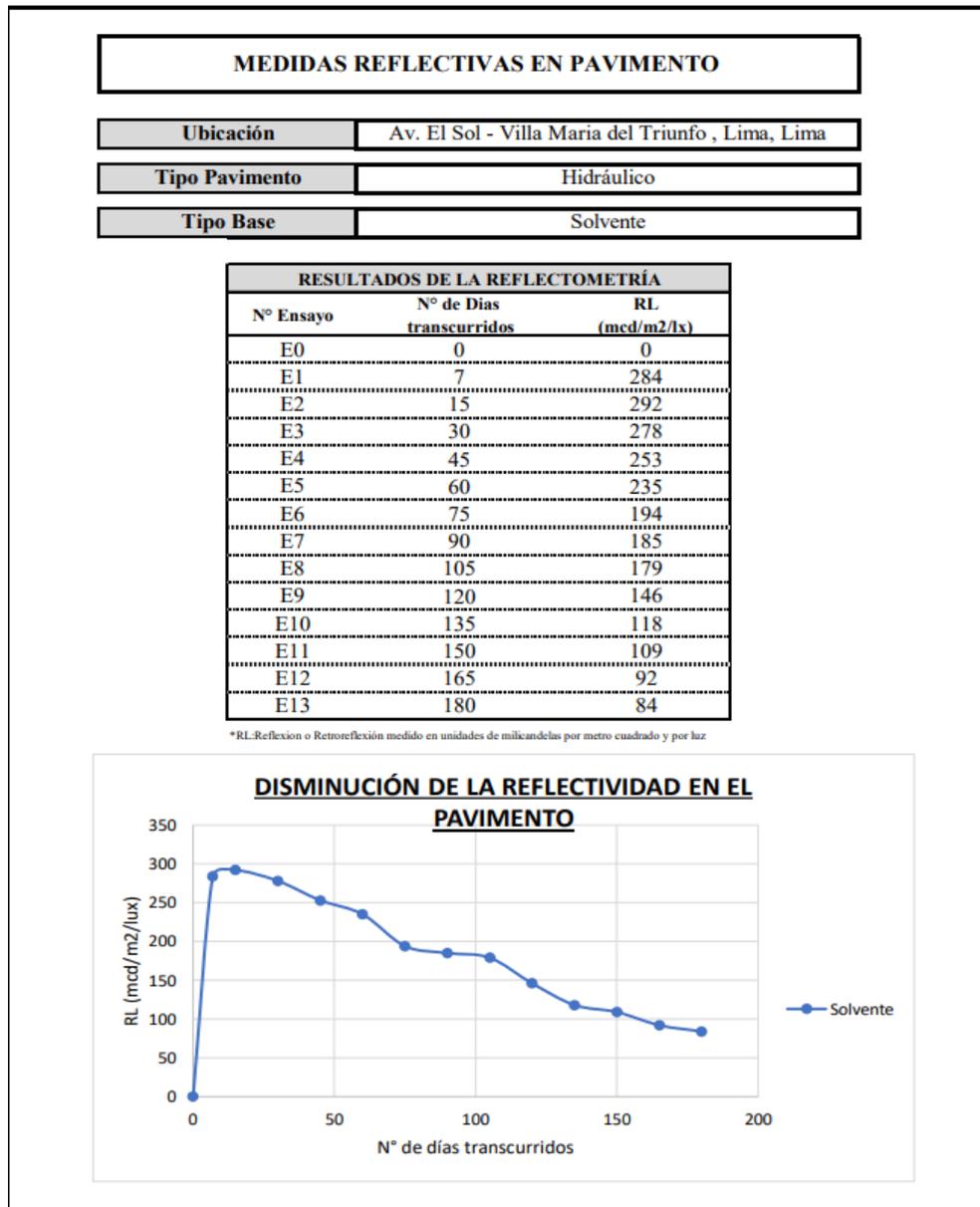


Fuente: Información obtenida de los trabajos realizados por la empresa IRCOC S.A.C. en el año 2021 (Elaboración Propia)

5.2.2 Medidas reflectivas en pavimento asfáltico en base solvente

Tabla 14.

Medidas reflectivas en pavimento hidráulico.

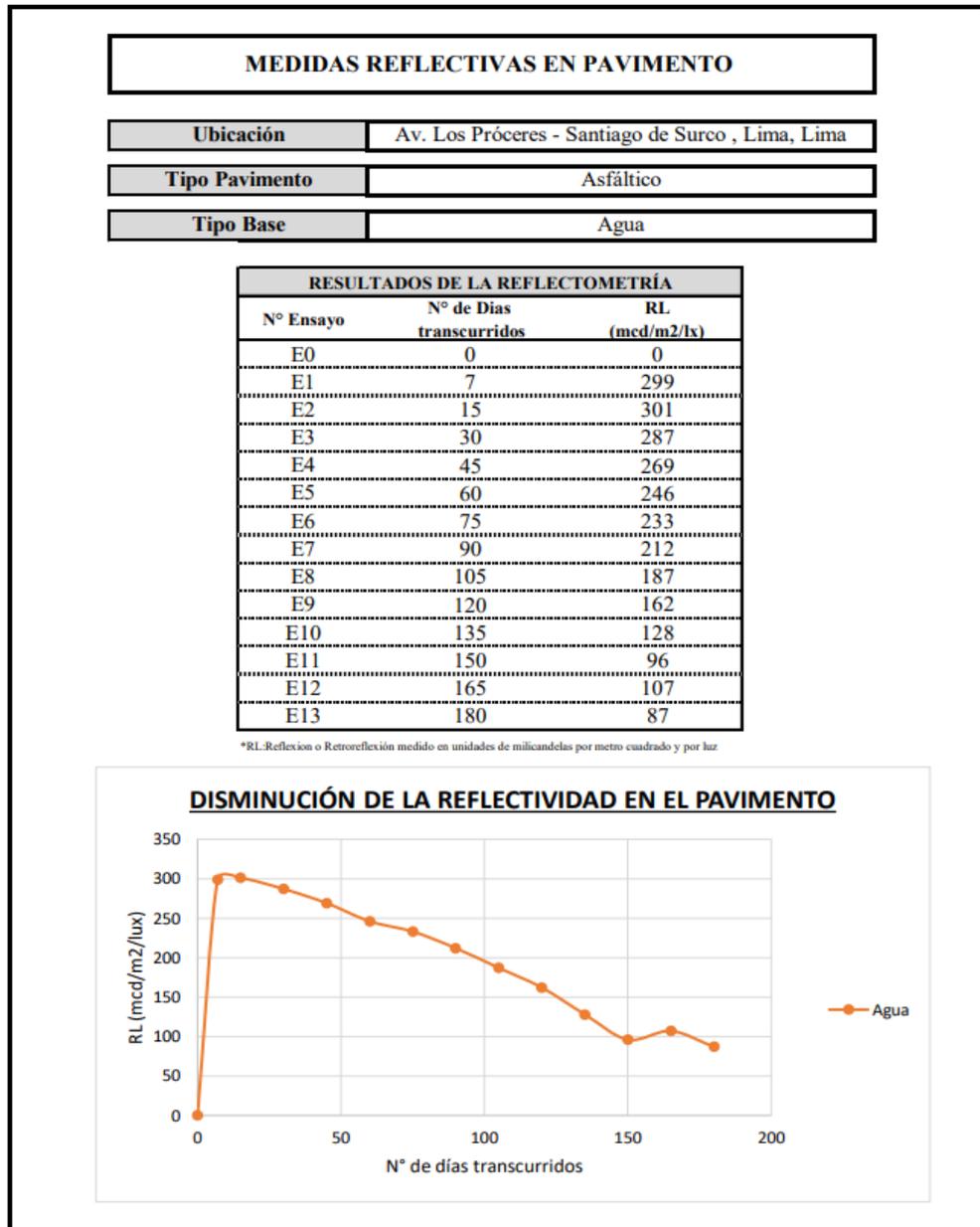


Fuente: Información obtenida de los trabajos realizados por la empresa IRCOC S.A.C. en el año 2021 (Elaboración Propia)

5.2.3 Medidas reflectivas en pavimento asfáltico en base agua

Tabla 15.

Medidas reflectivas en pavimento flexible

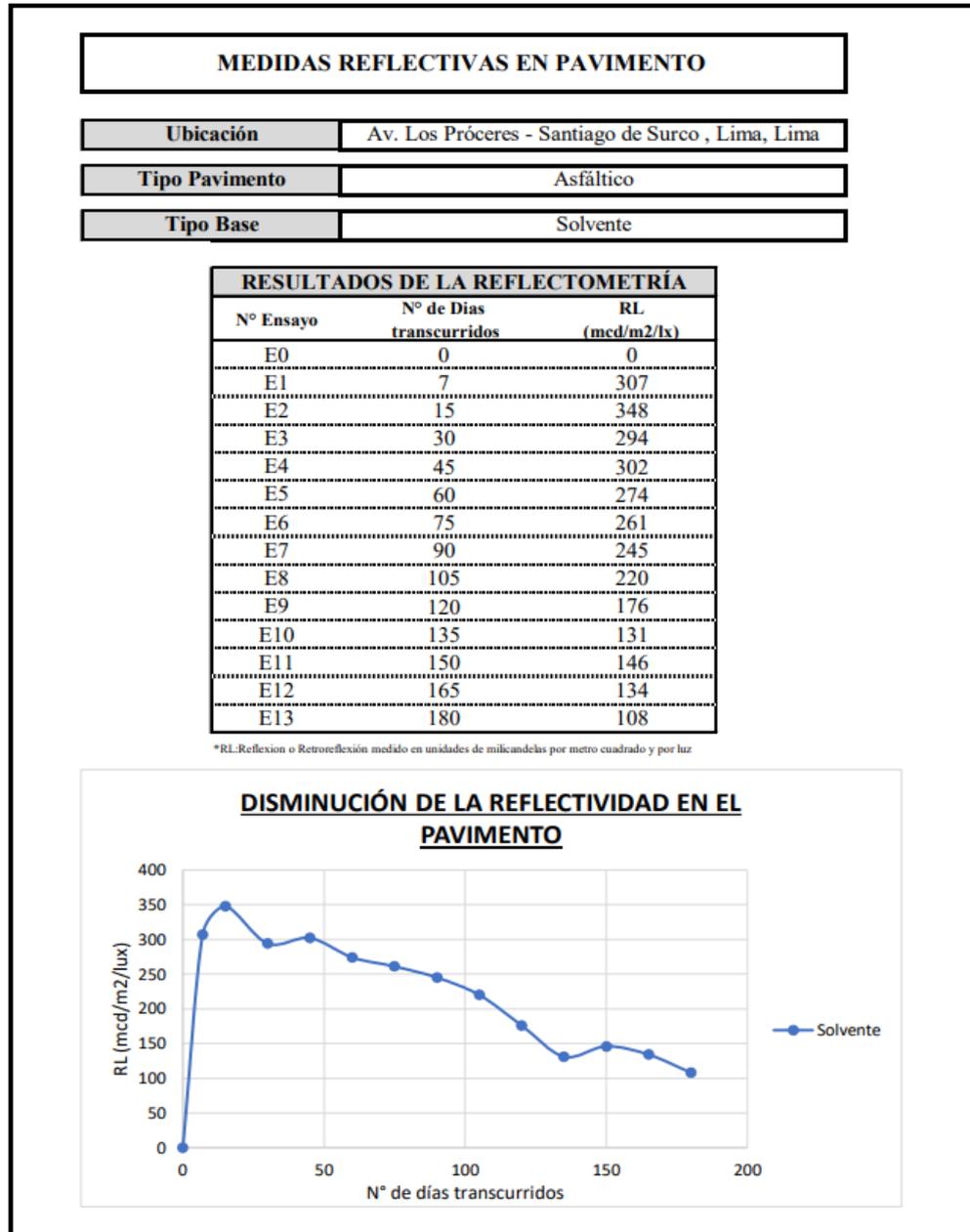


Fuente: Información obtenida de los trabajos realizados por la empresa IRCOC S.A.C. en el año 2021 (Elaboración Propia)

5.2.4 Medidas reflectivas en pavimento asfáltico en base solvente

Tabla 16.

Medidas reflectivas en pavimento flexible



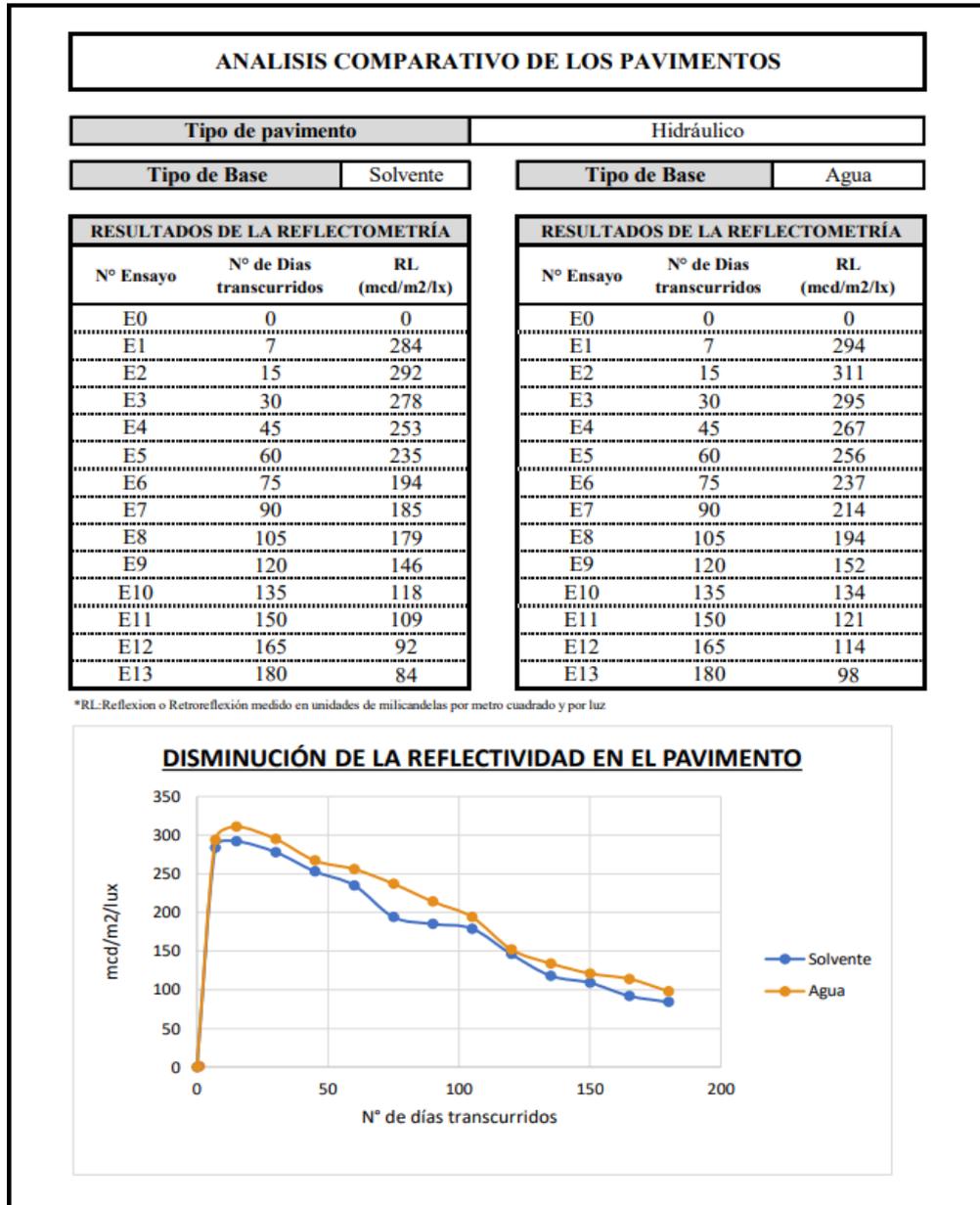
Fuente: Información obtenida de los trabajos realizados por la empresa IRCOC S.A.C. en el año 2021 (Elaboración Propia)

5.3 Análisis e interpretación de resultados

5.3.1 Análisis de reflectividad en Pavimento Hidráulico

Tabla 17.

Comparación en pavimento hidráulico.

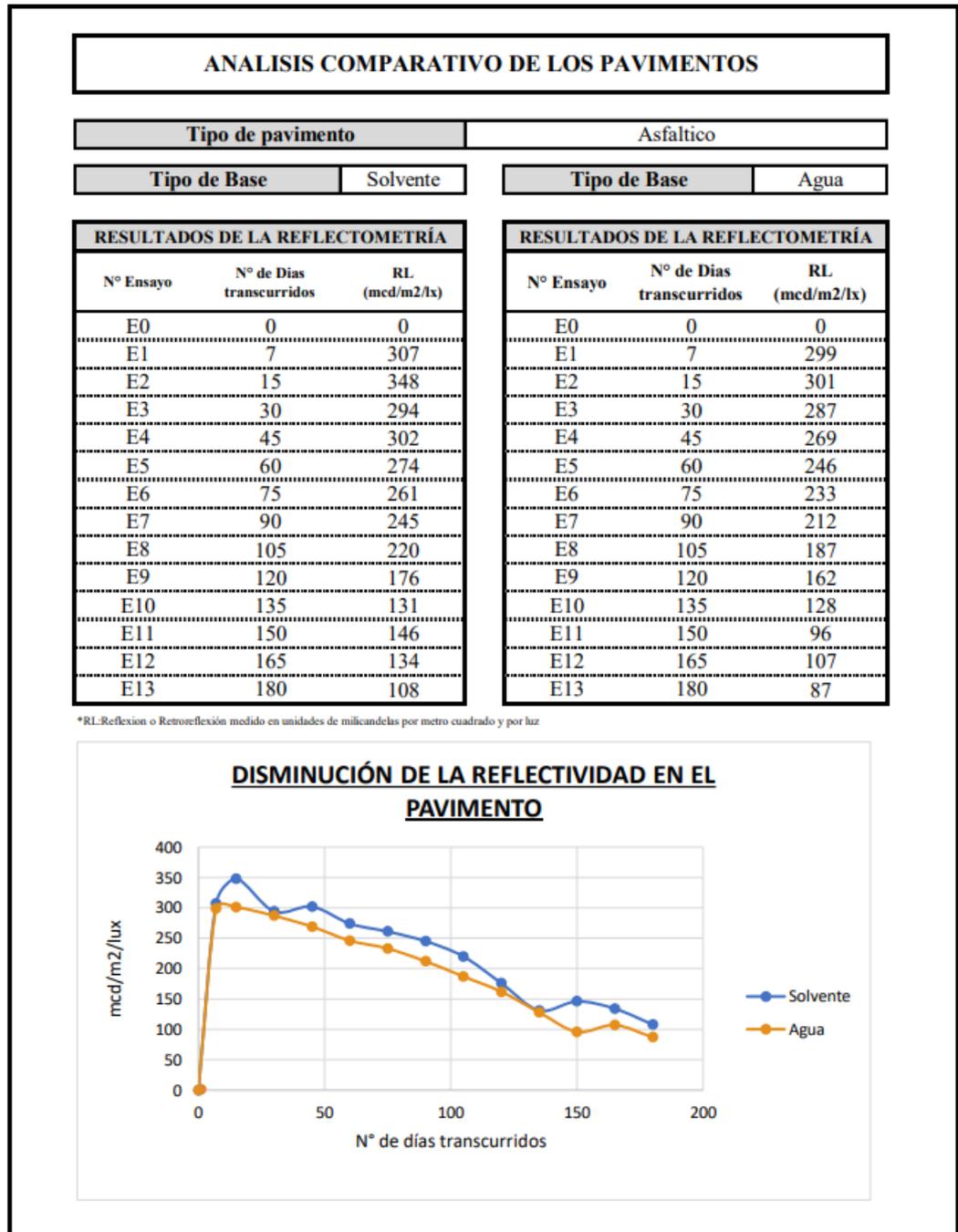


Fuente: Información obtenida de los trabajos realizados por la empresa IRCOC S.A.C. en el año 2021 (Elaboración Propia)

En la tabla N°17 podemos observar que tenemos la misma tendencia de caída de la reflectividad en la diferente base de pintura en el pavimento hidráulico, la señalización a base agua se adhiere mejor al pavimento rígido según los ensayos tiene mejores resultados que el solvente esto se ve influenciado a las condiciones de tráfico y climáticas.

5.3.2 Análisis de reflectividad en Pavimento Asfáltico

Tabla 18.
Comparación en pavimento asfáltico



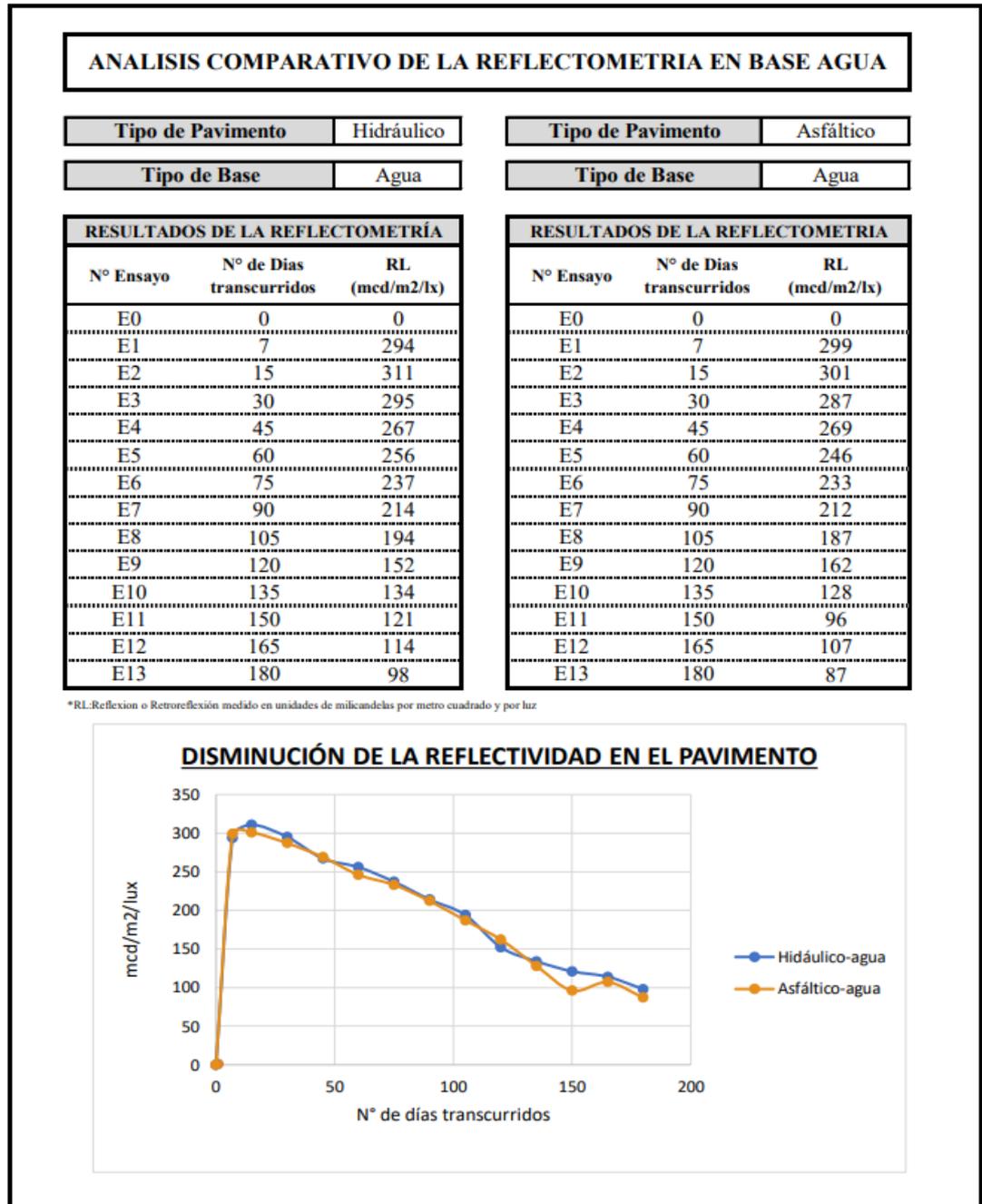
Fuente: Información obtenida de los trabajos realizados por la empresa IRCOC S.A.C. en el año 2021 (Elaboración Propia)

En el pavimento de asfalto mantenemos la misma tendencia de caída, pero vemos resultados de mayor reflectividad, esto se debe a que el pavimento flexible tiene una mejora adherencia de la microesfera y por ende se ve reflejada en los resultados de reflectividad en la base solvente.

Comparativa de reflectividad de la pintura en base agua.

Tabla 19.

Análisis de reflexión en pavimento en base agua



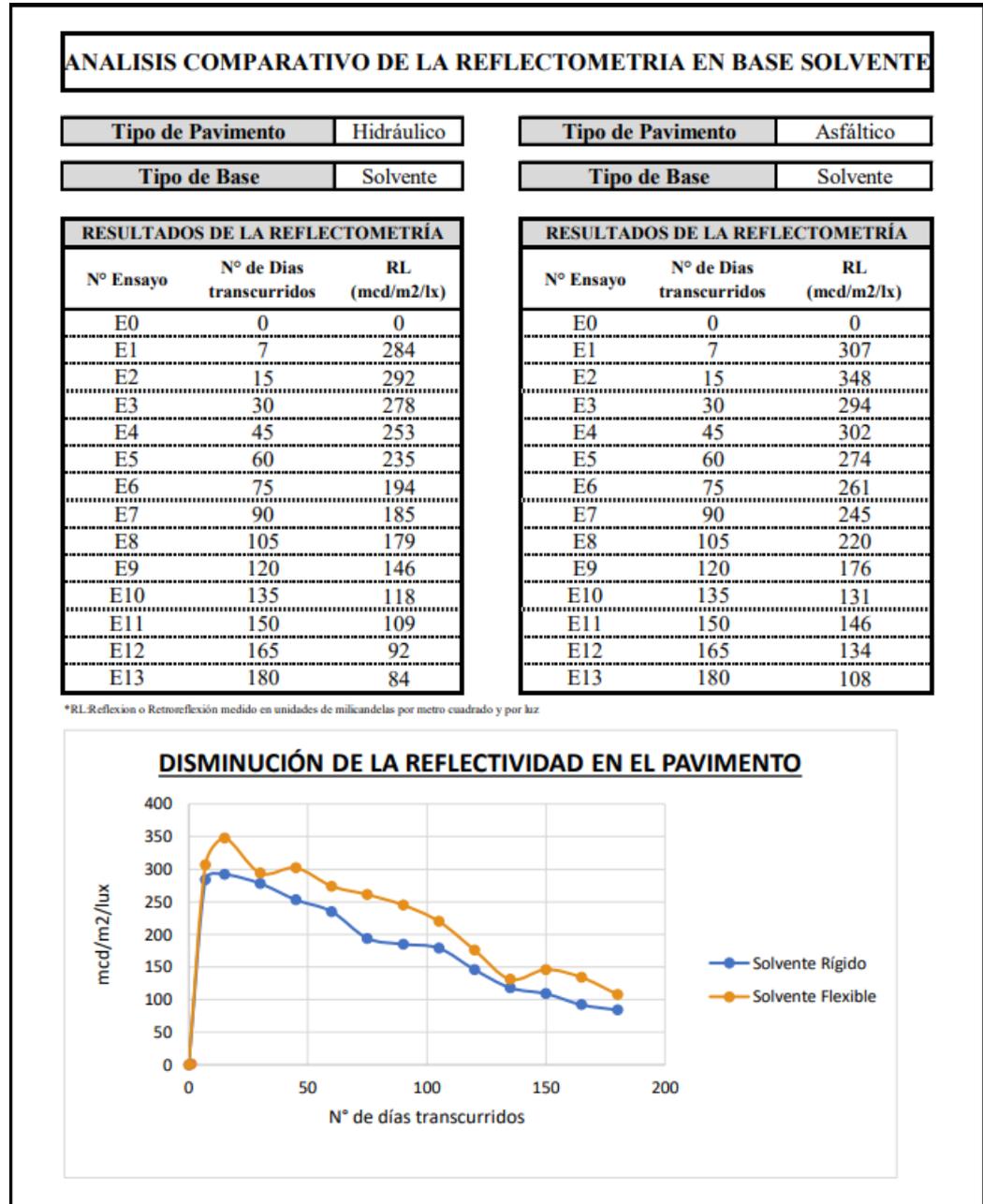
Fuente: Información obtenida de los trabajos realizados por la empresa IRCOC S.A.C. en el año 2021 (Elaboración Propia)

En la demarcación horizontal en los dos pavimentos estudiados con pintura a base agua son semejantes la caída de la reflectividad teniendo una mejor vida útil en el pavimento hidráulico esto se ve reflejado en los 180 días estudiados.

Comparativa según tipo de pavimento y pintura en base solvente.

Tabla 20.

Análisis de reflexión en pavimento en base solvente.



Fuente: Información obtenida de los trabajos realizados por la empresa IRCOC S.A.C. en el año 2021 (Elaboración Propia)

En la tabla 20 la comparación de los distintos tipos de pavimento con la misma base, con los resultados obtenidos podemos decir que en el pavimento flexible la pintura a base solvente tiene una mejor adherencia y una vida útil más duradera.

5.4 Contrastación de Hipótesis

De los ensayos realizados sobre la señalización horizontal en cada uno de los pavimentos, tanto hidráulico como asfáltico, se obtuvieron resultados determinantes sobre el efecto de la Retroreflectividad de cada una de las vías urbanas estudiadas.

Hipótesis específica 1

H1- 1: Determinando la influencia del pavimento asfáltico en la Retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas se proponen mejoras en la norma.

H0- 1: Determinando la influencia del pavimento asfáltico en la Retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas no se proponen mejoras en la norma.

- a. La cual para el pavimento asfáltico tiene una mejor adherencia la pintura a base solvente, la cual perdura más tiempo la reflectividad de la señalización, ya que en el análisis realizado en las tablas N° 16, N° 18, validan los afirmados en la hipótesis H1-1.
- b. En la tabla N° 20 presentada realizamos una comparación con pintura en base solvente para ambos pavimentos, en la cual podemos contemplar la hipótesis H1-1.
- c. Rivadeneira & Cevallos. (2021). Los autores con su investigación mediante el ensayo de reflectometría, realizaron el análisis de reflectividad al tipo de pavimento asfáltico con los tres tipos de pintura empleados en esta.
- d. Montufar y Pazmiño, (2020) Lleva a cabo el ensayo de reflectividad, con ayuda de un reflectómetro, verificando la influencia y los requisitos mínimos sugeridos por el Departamento de Transporte y Obras Públicas de Ecuador.
- e. Cáceres, (2020) Se entiende que la influencia del pavimento en el tiempo en la demarcación con microesfera tiene un tiempo de vida útil de máximo 6 meses, con este último se obtuvieron varias observaciones según los manuales y normativas.

Por lo tanto, se valida la hipótesis específica H1-1, y se descarta la hipótesis H0-1, puesto que el pavimento asfáltico sí influye en la reflectividad en las vías urbanas.

Hipótesis específica 2

H2- 1: Determinando la influencia del pavimento hidráulico en la Retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas se proponen mejoras en la norma.

H0- 2: Determinando la influencia del pavimento hidráulico en la Retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas no se proponen mejoras en la norma.

La cual para el pavimento hidráulico tiene una mejor adherencia la pintura a base agua, la cual perdura más tiempo la reflectividad de la señalización, ya que en el análisis realizado en las tablas N° 13, N° 17 validan los afirmados en la hipótesis H2-1.

En la tabla N° 19 presenta realizamos una comparación con pintura en base agua para ambos pavimentos en la cual, podemos contemplar la hipótesis H2-1.

Rivadeneira & Cevallos. (2021). Los autores con su investigación mediante el ensayo de reflectometría por medio de gráficos podemos observar la caída esta con el tiempo de acuerdo a los tipos tres de pintura empleados.

Montufar y Pazmiño, (2020) Lleva a cabo el ensayo de reflectividad, con ayuda de un reflectómetro, verificando la influencia y los requisitos mínimos sugeridos por el Departamento de Transporte y Obras Públicas de Ecuador.

Quispealaya, (2021) Se ejecutó un plan de señalización vial en un tramo de 40 km, de la cual salieron y surgieron sugerencias en la demarcación del pavimento con microesfera para una mejor visibilidad nocturna.

Por lo tanto, se valida la hipótesis específica H2-1, y se descarta la hipótesis H0-2, puesto que el pavimento asfáltico si influye en la reflectividad en las vías urbanas.

CONCLUSIONES

1. Para el pavimento asfáltico es diferente ya que la señalización ejecutada con pintura en base solvente, la microesfera tiene mejor adherencia y la reflectividad perdura con mayor luminosidad al transcurrir el tiempo, lo cual se puede apreciar en la tabla N°19. Esto sería un resultado a tomar en cuenta, ya que esto podría servir como una especificación técnica para ser mencionada en la norma técnica CE 010 para pavimentos urbanos.
2. Para el pavimento hidráulico, se tiene la comparación entre las dos pinturas tanto para base solvente como para base agua, verificándose que la pintura en base al agua tiene una mayor permanencia de la reflectividad; sin embargo, esta tiende a disminuir con el pasar del tiempo, viéndose afectada la condición de la señalización frente a los usuarios. Dichos resultados se pueden apreciar en la tabla N°18, así como también de estos resultados a ser mencionados en la norma técnicas CE 010 para pavimentos urbanos.
3. De acuerdo a los ensayos realizados y presentados en las tablas N°12, 13, 14 y 15, se concluye que el mantenimiento periódico de la señalización horizontal se debe realizar de 5 a 6 meses; con el fin de que el conductor tenga una mejor performance a la hora de transitar la vía a fin de evitar accidentes.
4. Como podemos apreciar en las tablas N°18 y 19, vemos que la caída de la Retroreflectividad es significativa a partir de los días 75 al día 180 ya que para los conductores la señalización ya no es fácilmente visible, generando problemas en la serviciabilidad de la vía.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un mapeo de las vías a ser intervenidas, y llevar un seguimiento de sus condiciones; ya que caso contrario no se podrá ejecutar los trabajos por los problemas de condición del pavimento, lo cual generarían retrasos en la ejecución de la señalización, por ende, se verán afectados los usuarios de la vía.
2. La limpieza de la vía es vital para el inicio de los trabajos de demarcación, ya que la presencia de polvo, agua u otros contaminantes adheridos a la vía, impedirán que la pintura de demarcación se adhiera adecuadamente lo que acortaría la vida útil de la pintura utilizada por ende afectará la Retroreflectividad; así mismo previo a la pintura final de demarcación se recomienda colocar una pintura base agua según el estándar.
3. Es recomendable que para pavimentos hidráulicos (el más usado actualmente) se utilice el tipo de pintura III o pintura termoplástica, la cual nos ofrece un mayor tiempo de vida útil, aunque tiene un costo elevado en comparación de las otras pinturas como base agua y solvente, las cuales podrían equilibrarse con mantenimientos programados adecuadamente.
4. Se recomienda la actualización de las Especificaciones Generales EG-2013, así como también en la norma técnica CE 010 para pavimentos urbanos, en las cuales se incluya especificaciones de pintura para obras viales y se deje sin efecto la Resolución Directoral N° 851-98-MTC/15.17 del 14 de diciembre de 1998. En estas nuevas especificaciones se debe establecer que en el pavimento hidráulico se utilice pintura tipo III o pintura termoplástica para una mejor durabilidad, así como también los tiempos óptimos para realizar los trabajos de mantenimiento vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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
- Almeida. (2021) *Estudo comparativo de partículas de vidro y mineral quartzo para produção de microesferas utilizadas em sinalização viária*. Brasil. Universidade Federal De Campina Grande.
- Alvarado, D. (2017) ¿Qué son las microesferas de vidrio? Recuperado de <https://www.nitro.pe/seguridad/que-son-las-microesferas-de-vidrio.html>
- Bermudez, V. G. (2006). *Evaluación y Comparación de Metodologías Vizir y PCI sobre el tramo de Vía en Pavimento Flexible y Rígido de la Vía: Museo Quimbaya – CRQ Armenia Quindía (PR 00+000 – PR 02+600)*. Manizales.
- Boily, F., & Tremblay, M. (2014). *Guide sur la rétroréflexion du marquage routier (Principes et évaluation)*. Québec Canadá
- Catálogo de equipos de Reflectometría – EasyLux - Retrorreflectómetros. <https://easylux.com.br/>
- Comunicaciones, M. d. (2011). *Manual de Carreteras del Paraguay Normas para Señalización y Seguridad Vial Volumen II: Señalización Paraguay*. Paraguay
- Coves, A. (2019) *Análisis de Durabilidad de la Señalización Vial Horizontal Atendiendo a su Composición y Posicionamiento en la Calzada de Carreteras Secundarias en Climas Semiáridos Cálidos*. España, Universidad de Alicante.
- García García J. A.; Perales Palacios J.; Romero Mora, J. 2020. *Óptica: Reflexión especular y reflexión difusa*, CÁPSULAS DE CULTURA-ABRIL 2020 Granada, España.
- Guerrero Godoy, A. V. (2019). *Análisis de la señalización horizontal, calidad de servicio y seguridad vial en la Epoch*. Obtenido de *Ciencia Digital*, 3(2.2), 66-82.
- Huamán Guerrero, N. (2013). *Manual de Pavimentos Flexibles*
- Kopf J., (2004) *Reflectivity of pavement markings: analysis of retroreflectivity degradation curves*. Estados Unidos, Washington. University of Washington.
- MTC. (2020). *Informe Multianual de Inversiones en Asociaciones publicas privadas 2020-2023*. Perú
- MTC. (2013). *Especificaciones técnicas de pintura para obra viales*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú.

- MTC. (2013). Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Perú.
- Montúfar & Pazmiño (2020) *Medición de retroreflectividad de señales verticales y horizontales en vías. caso de estudio: Av. Shyris y Av. 10 de agosto. Ecuador, Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.*
- Mora, S. (2005) " Pavimentos de concreto Hidráulico" Universidad nacional de Ingeniería. Lima Perú.
- Monsalve, Giraldo, Maya. (2021) *Diseño de pavimento flexible y rígido.* Universidad de Quindío. Armenia
- Perales & Romero (abril 2020) Cápsulas de cultura. Universidad de Granada, España.
- Pivaque, J. E. (2021). *Análisis de la señalización horizontal y vertical para la seguridad vial en tramo km 15 vía Rocafuerte - Cerro del Junco, Ecuador, Universidad Estatal del Sur de Manabí.*
- Quispealaya Y. (2021) Determinación de un tramo de concentración de accidentes del km 90 al km 130 de la carretera Central Lima – La Oroya y propuesta de mejoramiento en la señalización y seguridad vial para reducir la tasa de accidentes de tránsito. Lima. Perú Universidad san Ignacio de Loyola
- Rivadeneira & Cevallos. (2021). *Análisis comparativo en la implementación de tres tipos de pintura de señalización horizontal mediante la prueba de retroreflectividad a diferentes días para un nuevo pavimento flexible mezcla en caliente.* Ecuador, Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Ronderos. (2021) *Viabilidad técnica de utilizar la Pintura plástica en frío de 2 componentes para señalización horizontal en el departamento de Risaralda, Colombia, Pereira.* Universidad Antonio Nariño, sede Pereira.
- Ticona, P. G. (2021). *“Influencia del tipo de pavimento y pintura de señalización horizontal para analizar la retroreflectividad de la carretera Cusco – Lucre 2021.* Perú, Lima, UCV
- Valdez.F.A. (2015). *Análisis de retroreflectividad de las señales verticales y horizontales de un muestreo de la red vial estatal, a cargo de la dirección provincial de los ríos, Ecuador, Guayaquil.* Escuela Superior Politécnica del Litoral
- Vega, O (2016). Rango Ingenieros Servicios generales, Señalización Vial Recuperado de <https://sites.google.com/site/rangoingenieros servicios/>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Bach. Vasquez.Mendoza, Jairo
Bach. Vera Giraldo, Bruno Martin

Universidad Ricardo Palma
Presentado por:

TABLA 1:
MATRIZ DE CONSISTENCIA

RETROREFLECTIVIDAD DE LAS MICROESFERAS EN LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL SEGÚN EL TIPO DE PAVIMENTOS EN VÍAS URBANAS.

Problema General	Objetivos Objetivo general	Hipótesis general	Variables.	Dimensión	Indicador.	Metodología
<p>¿En qué medida influye el tipo de pavimento utilizado en vías urbanas en la retroreflectividad de la señalización horizontal?</p>	<p>Determinar la influencia del tipo de pavimento utilizado en vías urbanas en la retroreflectividad de la señalización horizontal</p>	<p>El tipo de pavimento utilizado en vías urbanas influye en la retroreflectividad de la señalización horizontal.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Tipo de Pavimentos</p>	<p>Pavimento Flexible</p>	<p>Condición del pavimento Volumen de tráfico Nivel de conservación</p>	<p>Método: Deductivo.</p> <p>Orientación: Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Recolección de datos: Prolectivo</p>
<p>Problemas secundarios</p> <p>a. ¿En qué medida influye el pavimento asfáltico en la retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>a. Determinar la influencia del pavimento asfáltico en la retroreflectividad de la señalización horizontal en vías E</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>Determinando la influencia del pavimento asfáltico en la retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas se proponen mejoras en la norma.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Retroreflectividad</p>	<p>Pavimento Hidráulico</p>	<p>Condiciones del pavimento Volumen de tráfico Nivel de conservación</p>	<p>Tipo: Descriptivo</p> <p>Nivel: Descriptivo-Explicativo</p> <p>Diseño: No Experimental, longitudinal, prospectivo.</p> <p>Estudio del diseño: Estudio de casos y controles</p>
<p>b. ¿En qué medida influye el pavimento hidráulico en la retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas?</p>	<p>b. Determinar la influencia del pavimento hidráulico en la retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas para mejoras en la norma.</p>	<p>Determinando la influencia del pavimento hidráulico en la retroreflectividad de la señalización horizontal en vías urbanas se proponen mejoras en la norma.</p>	<p>:</p>	<p>Reflexión Especular</p>	<p>Candela (Cd) Lux (lx) Cd/m2</p>	<p>Población: Vías urbanas</p> <p>Muestra: no paramétrica</p> <p>Técnicas e instrumento de recolección de datos: Retroreflectometro</p>

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Certificado del permiso del estudio de las obras

	IRCOC S. A. C. INGENIERÍA & SERVICIOS	RUC N° 20600607929			
---	--	--------------------	--	---	---

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE DATOS

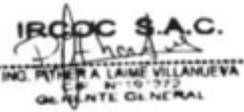
El que suscribe, en representación de **IRCOC S.A.C** con **RUC N°20600607929**

HACE PRESENTE

Que, **BRUNO MARTIN VERA GIRALDO**, identificado con **DNI N°75920790**, y **JAIRO VASQUEZ MENDOZA**, identificado con **DNI N°48207288**, se les otorga la autorización para el uso y manejo de base de datos recopilados en la ejecución del proyecto “Mantenimiento de Señalización vertical y señalización horizontal para las vías del cercado de Lima y vías Metropolitana de la provincia del Lima” ejecutados en entre junio del 2021 a febrero del 2022.

Se expide el presente para los fines que el interesado crea conveniente.

Lima, 03 de Marzo del 2022


IRCOC S.A.C.
ING. PITHER A LAIME VILLANUEVA
C.P. N° 19 772
GERENTE GENERAL

PITHER ALBERTO LAIME VILLANUEVA
Representante Legal de IRCOC S.A.C.

Anexo 3: Certificado de calibración de equipo Reflectómetro

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

INFORME DE OPERATIVIDAD N° 006 - 2021

Página 1 de 1

Expediente : T 108-2021
Fecha de Emisión : 2021-03-25
Solicitante : IRCOC S.A.C.

1. Equipo : EQUIPO DE PINTAR LINE LAZER V 3900

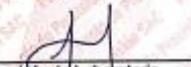
DATOS TÉCNICOS
Marca : GRACO
Modelo : 277064
N° de serie : 24M862
Cod. Identificación : PT-03

2. Fecha de Revisión : 2021-03-24

3. Intervención técnica
No requiere intervención técnica por el buen funcionamiento del equipo.

PRUEBA DE BOTONES Y/O ACCESORIOS

	FUNCIONA BIEN	PRESENTA FALLA
• Prueba de encendido de motor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Prueba de encendido de pantalla	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Prueba de rozeador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Prueba de desplazamiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 898-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

Anexo 4: Certificado de calibración de equipo Reflectómetro

EASYLUX
Retroreflectometer

"This Certificate refers exclusively to the equipment adjusted, under the conditions specified, and is not extensive to any other equipment."

CERTIFICATE OF CALIBRATION ADJUSTMENT

Identification

Retroreflectometer EASYLUX Horizontal, geometry 30-meter, serial number **CNOV19563**.

Calibration reference

Night visibility 30-meter
 Illumination..... 88.76°
 Observation..... 1.05°
 Standard RL(30) value..... 260 mcd.m⁻².lx⁻¹
 Day visibility (Qd)
 Illumination..... Difuse
 Observation..... 2.29° (co-viewing angle)
 Standard Qd value..... 245 mcd.m⁻².lx⁻¹

Certificate number

EC-3414/2021

Internal procedure

EASYLUX,CAL001

Ambience condition

Ta: 23±2°C rH%: 60% ±10%

Traceability

METAS 116-02894

Uncertainty

The relative expanded uncertainty with coverage factor k=2 is 15%.



It is recommended to check the working standard values after 18 months.

[Signature]

Gustavo Felipe Paolillo
Engineer In Charge

Brazil, April 28th, 2021.

Anexo 5: Certificado de calibración de equipo Reflectómetro

EASYLUX
Retroreflectometer

ECM 3414/2021

MANUFACTURER CERTIFICATE

Identification

Retroreflectometer EASYLUX Horizontal, geometry 30-meter, serial number **CNOV19563**.

Description

Determination of ambient temperature, relative humidity, RL (night visibility) and Qd (day visibility).

Geometry 30-meter:
 Illumination..... 88.76°
 Observation..... 1.05°
 Day visibility:
 Illumination..... Difuse
 Observation..... 2.29° (co-viewing angle)

Standards

EN 1436 for RL and Qd
 ASTM E1710 for RL
 ASTM E2177 for RLwet
 ASTM E2302

Maintenance

It is recommended to check the working standard values after 18 months.

Warranty

Two years



Remarks

EASYLUX Retroreflectometer was developed and manufactured in Brazil. This Instrument was calibrated in factory laboratory in accordance with the standard sheets and internal procedures.

[Signature]

Gustavo Felipe Paolillo
Engineer In Charge

Brazil, April 28th, 2021.

Anexo 6: Certificado de calidad de pintura

ChemiFabrik



PROTOCOLO DE CALIDAD

FECHA : 22 de Marzo de 2021
CLIENTE : IRCOC S.A.C.
PROYECTO : Contratación de Señalización Vertical y Señalización Horizontal para las vías del Cercado de Lima y Vías Metropolitanas de la Provincia de Lima
PRODUCTO : BONN TRAFICO WB
COLOR : BLANCO
CODIGO : IPH – 5002
LOTE N° : 66326

PROPIEDADES (25°C)	METODO	RANGO	RESULTADO
Contenido de Pigmento (%)	NTP319.004	Mín. 60	60.5
Materia no volátil (%)		Mín. 73	73.4
Densidad (g/ml)	NTP319.002	Mín 1.59	1.59
Viscosidad (KU)	ASTM D-562	80 - 90	81.7
Fineza (Hegman)	ASTM D-1210	Mín. 3	5.0
Secado No Pick Up	ASTM D-711	Máx. 10	10.0
Resistencia a la Abrasión seca litros/arena	ASTM D-968	Mín. 150	150.0
VOC (g/L)		Máx 150	96.0

Johanna Chávez De la Puente
DPTO. CONTROL CALIDAD
ChemiFabrik Perú SAC

Anexo 7: Certificado de calidad de pintura

ChemiFabrik



PROTOCOLO DE CALIDAD

FECHA : 22 de Marzo de 2021
CLIENTE : IRCOC S.A.C.
PROYECTO : Contratación de Señalización Vertical y Señalización Horizontal para las vías del Cercado de Lima y Vías Metropolitanas de la Provincia de Lima
PRODUCTO : BONN TRAFICO WB
COLOR : AMARILLO
CODIGO : IPH – 5008
LOTE N° : 66556

PROPIEDADES (25°C)	METODO	RANGO	RESULTADO
Contenido de Pigmento (%)	NTP319.004	Mín. 60	60.3
Materia no volátil (%)		Mín. 73	73.2
Densidad (g/ml)	NTP319.002	Mín 1.59	1.59
Viscosidad (KU)	ASTM D-562	80 - 90	86.8
Fineza (Hegman)	ASTM D-1210	Mín. 3	5.0
Secado No Pick Up	ASTM D-711	Máx. 10	10.0
Resistencia a la Abrasión seca litros/arena	ASTM D-968	Mín. 150	150.0
VOC (g/L)		Máx. 150	95.6

Johanna Chávez De la Puente
DPTO. CONTROL CALIDAD
Chemifabrik Perú SAC



Anexo 8: Señalización de la Av. El Sol – Pavimento Hidráulico

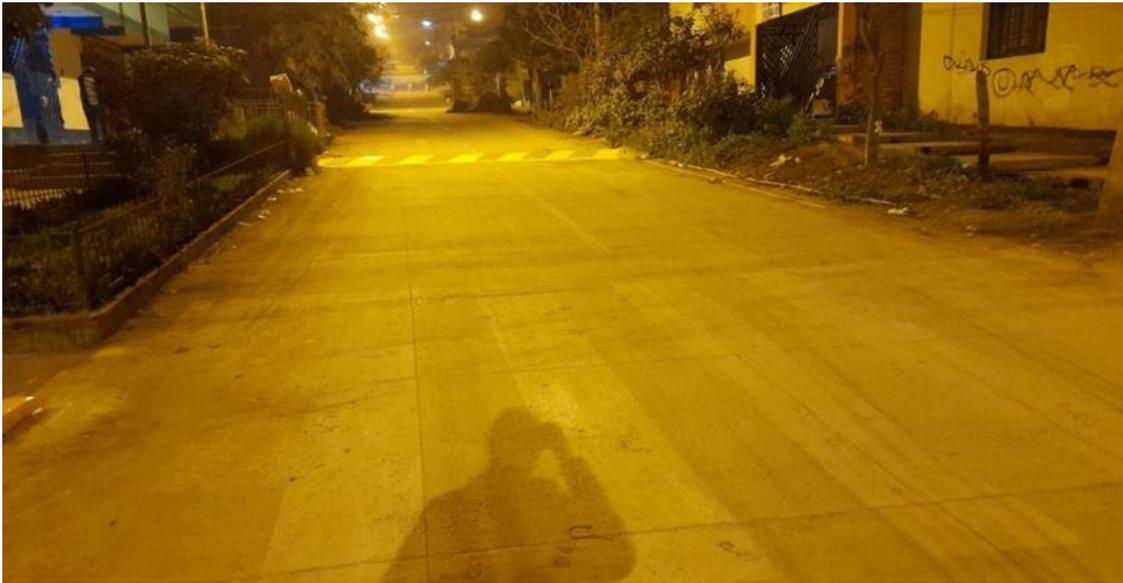


Figura 16: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Antes de la Señalización Zona 01
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 17: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) - Antes de la Señalización Zona 02
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 18: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Durante la Señalización Zona 01
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 19: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) - Durante la Señalización Zona 02
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 20: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) Después de la señalización Zona 01
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 21: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) -Después de la señalización Zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 22: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Después de la señalización Zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.

Anexo 09: Ensayo de medición de la reflectividad de pintura a base agua en Av. El Sol (Villa María del Triunfo)



Figura 23: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Zona 1
Fuente: IRCOC S.A.C.

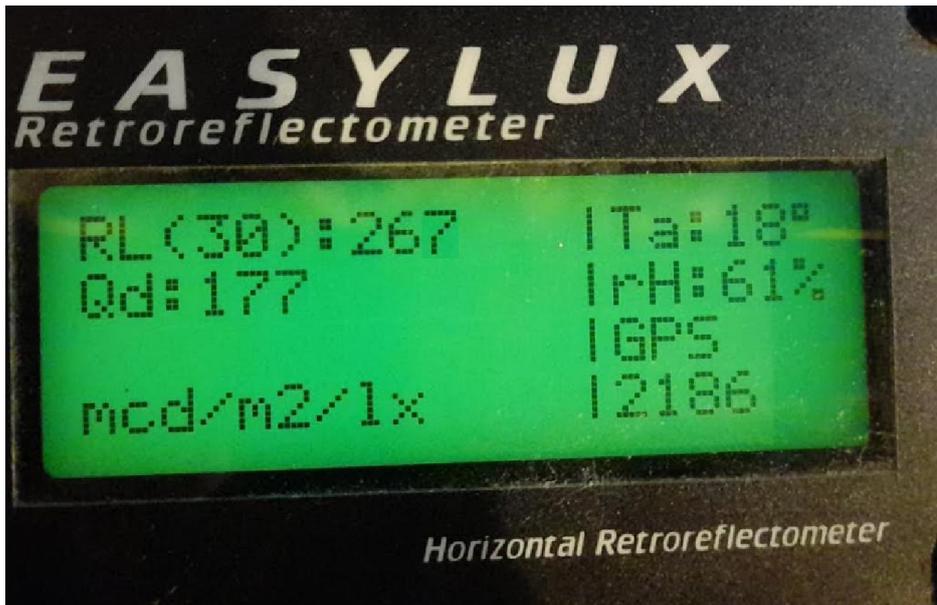


Figura 24: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) - Medida de Reflectividad Zona 1
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 25: El Sol. (Villa María del Triunfo) – Zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.

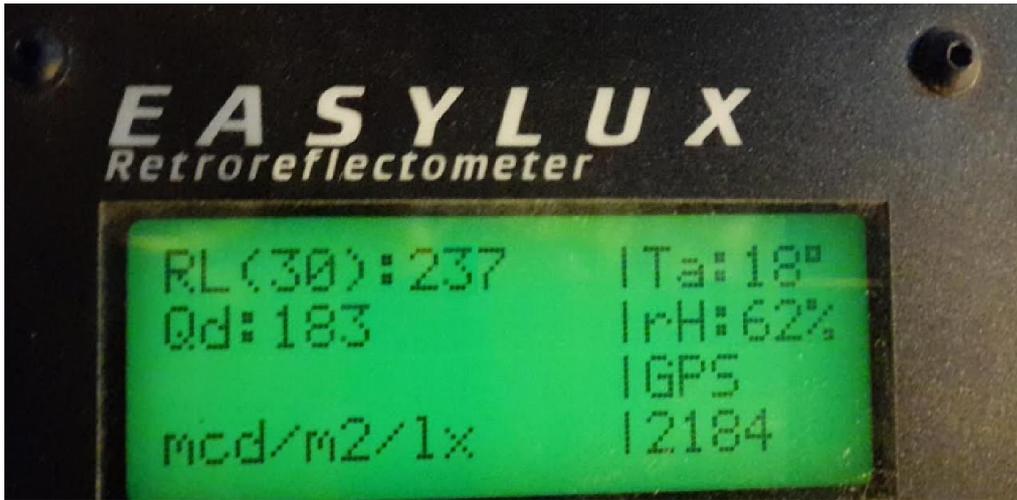


Figura 26: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Medida de reflectividad Zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 27: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.

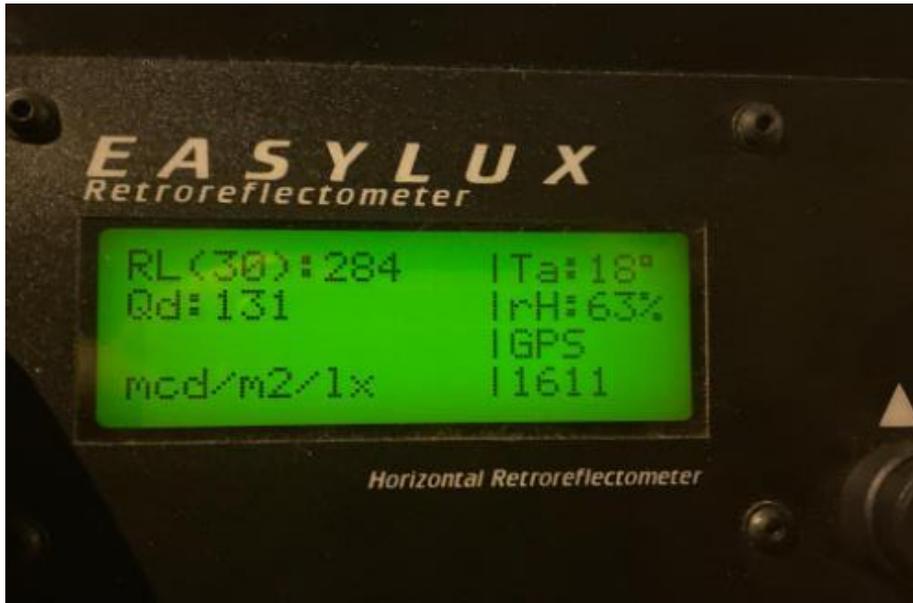


Figura 28: Av. El Sol. (Villa María del Triunfo) – Medida de reflectividad Zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.

Anexo 10: Señalización Av. Los Próceres (Santiago de Surco)



Figura 29: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Antes de la señalización Zona 1
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 30: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) - Antes de la señalización Zona 1
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 31: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) - Antes de la señalización Zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 32: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Durante la señalización Zona 1
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 33: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) - Durante la señalización Zona 1
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 34: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) - Durante la señalización Zona 2
Figura N° 34 Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 35: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Después de la señalización Zona 1
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 36: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Después de la señalización Zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.

Anexo 11: Ensayo de medición de la reflectividad de pintura a base solvente en Av. Los Próceres (Santiago de Surco)



Figura 37: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Zona 1
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 38: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Medida de Reflectividad Zona 1
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 39: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 40: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Medida de reflectividad zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 41: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Zona 2
Figura N° 41 Fuente: IRCOC S.A.C.



Figura 42: Av. Los Próceres (Santiago de Surco) – Medida de Reflectividad Zona 2
Fuente: IRCOC S.A.C.