

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

La señalización es uno de los pilares fundamentales para la seguridad vial tanto para calles como carreteras donde la ejecución de las prácticas de la señalizaciones verticales y horizontales son factores muy importantes que considerar ya que una mala práctica conlleva a generar una mala señalización poniendo en riesgo una parte fundamental de la seguridad vial.

Las primeras señales de tráfico datan de la época de los romanos, que fueron los pioneros al establecer un código de señales para orientar al viajero en el tránsito por las calzadas. Estas señales de tráfico romanas se llaman millarios y contaban en millas romanas la distancia desde ese punto a los diferentes destinos que comunicaba la vía o calzada. La primera norma de tránsito implementada en Bolivia fue en el año 1976.

El documento presente trata de evaluar las prácticas de la señalización, los materiales utilizados y las disponibilidades que tienen las instituciones en nuestro medio para ver si cumplen con las condiciones respecto a nuestras normas aplicadas a nuestra región

Este proyecto es un documento que a través de una evaluación de las prácticas de la señalización demuestra que la ejecución de las señales no siempre cumple las condiciones regidas por las normas de la A.B.C. y no responde a las necesidades del usuario, para lo cual se hace un llamado de atención sobre la señalización que se implementa, y crear un espacio de análisis y reflexión sobre las mismas con la participación de todos los actores intervinientes en las distintas etapas de su ejecución.

## **1.2. DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Determinación de línea de estudio**

Se realizará la evaluación de las prácticas en la señalización teniendo en cuenta trabajos anteriormente ejecutados por las instituciones o empresas responsables para esto se evaluara las condiciones geométricas, reflectivas, componentes mínimos y peso volumétrico verificando si cumplen o no dichas condiciones, haciendo un análisis de las prácticas que se realizan en nuestra región.

## **1.3. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

### **Conceptualización de nuestro objeto de investigación**

La señalización son elementos de las calles y carreteras que nos transmiten información y nos dan parámetros a seguir para tener una buena conducción y seguridad vial.

### **Relato de la situación**

El conjunto de calles y carreteras en el valle central de Tarija, debido al incremento del tráfico en los últimos años tiene el mayor deterioro de los elementos viales, entre ellos la señalización cuyos elementos son sustanciales para la seguridad vial. Las instituciones como gobernación, alcaldía y SEDECA se encargan de los proyectos viales que tiene entre sus condiciones la geometría, la reflectividad, componentes mínimos y peso volumétrico para el diseño de las señales horizontales y verticales en la cual por las mismas condicionantes la elaboración de las señales varían su calidad y vida útil.

### **Perspectiva de la solución**

Se realizará una evaluación de las prácticas en la señalización y un seguimiento a su mantenimiento de esta para verificar que se está cumpliendo con las normas respectivas para mejorar la seguridad vial.

### **1.4. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo una evaluación de las prácticas de la señalización ayudará a mejorar las condiciones que deben cumplir las señales verticales y horizontales en calles y carreteras del valle central de Tarija?

### **1.5 OBJETIVOS**

#### **1.5.1 Objetivo general**

Evaluar las prácticas de la señalización de calles y carreteras para verificar si cumplen con las condiciones respecto a nuestras normas aplicadas en la región del valle central de Tarija.

#### **1.5.2 Objetivo específicos**

- Efectuar un inventario de las señales verticales y horizontales en las zonas de aplicación
- Realizar mediciones en el área rural y urbana seleccionadas y clasificar el estado actual de las señales según los datos obtenidos.
- Realizar un análisis de espesores y peso volumétrico en las pinturas de la señalización horizontal del área rural y urbana, retroreflectancia de señales verticales y horizontales en el área rural y urbana.

## 1.6 FÓRMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

### 1.6.1 Hipótesis

sí P  Q

Si se selecciona calles y carreteras del valle central de Tarija para evaluar las prácticas de la señalización **entonces** se podrá establecer condiciones de cumplimiento de especificaciones proponiendo así una ejecución adecuada que mejore las condiciones actuales y su mantenimiento futuro.

### 1.6.2. Identificación de variables.

#### Variables

#### Resumen de variables

#### Por su dependencia

#### Variable dependiente

Condiciones geométricas (largo, ancho y espesor)

Condiciones reflectivas (Reflexión de las señales)

Condiciones de peso volumétrico (Peso / volumen)

#### Variable independiente

Prácticas en la señalización

### 1.6.3. Conceptualización y operacionalización de las variables.

#### Calles

Es el espacio de la calle de longitud indefinida, sólo interrumpida por el cruce con otras calles o, en casos singulares, por el final de la calle, en una plaza, en un parque urbano, en otra calle, o por el final de la ciudad en el límite con el campo.

#### Carreteras

Vía de comunicación, generalmente interurbana, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos

#### Condiciones

Estado o situación en la que se encuentran las señales verticales y horizontales.

#### Condiciones Geométricas

Son las dimensiones que presentan las señales dependiendo de su largo, ancho y espesor

### **Condiciones Reflectivas**

Corresponde a uno de los parámetros más importantes de una señal vertical, ya que esta debe ser visualizada tanto en el día como en la noche. En periodos nocturnos la lámina retrorreflectiva de una señal permite que tenga la propiedad de devolver la luz a su fuente de origen lo que se traduce en los conductores al iluminarla con los focos del vehículo

### **Condiciones de peso volumétrico**

El peso volumétrico de las pinturas de la señalización horizontal depende de las especificaciones técnicas que presenten las pinturas a implementar en carreteras o calles.

### **Cumplimiento de las condiciones**

Es la verificación del cumplimiento de las condiciones señaladas anteriormente para realizar alguna acción

#### **Adecuado (si cumplen)**

Que se acomoda a ciertas condiciones o resulta conveniente en determinadas circunstancias.

#### **Inadecuado (no cumple)**

Que no es adecuado u no cumplen las condiciones a estudiar.

**Cuadro 2.1: Conceptualización de variables – variable dependiente**

<b>Variable dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valoración</b>
Condiciones de las señales	Señales verticales y horizontales	Geométricas	Depende del largo, ancho y espesor
		Reflectivas	Depende de la retrorreflectancia de las señales
		Peso volumétrico	Depende del peso / volumen

*Fuente:* Elaboración propia

**Cuadro 2.2:: Conceptualización de variables - variable independiente**

<b>Variable independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valoración</b>
Prácticas en la señalización	Calles	Normas del manual de la A.B.C.	Cumple
			No cumple
	Carreteras	Normas del manual de la A.B.C.	Cumple
			No cumple

*Fuente:* Elaboración propia

## **1.7. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DEL DISEÑO DE INVESTIGACION**

El presente documento corresponde a un tipo de investigación explicativa se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural para después evaluarlos, se diagnostica las prácticas en la señalización de calles y carreteras.

## **1.8 UNIDADES DE ESTUDIO Y DECISIÓN MUESTREAL**

### **1.8.1 Unidad de estudio o muestreo.**

Las calles dentro del área urbana de la ciudad de Tarija.

Las carreteras departamentales aledañas a la ciudad de Tarija.

### **1.8.2 Población y muestra.**

#### **Calles**

Se realizará la selección de 30 calles donde haya mayor afluencia en la circulación del sector vehicular tanto público como privado.

#### **Carreteras**

Se realizará la selección de 3 carreteras departamentales construidas recientemente.

### **1.8.3 Tamaño de muestra.**

Se tomarán 30 intersecciones de la zona urbana.

Se tomarán 5 km en cada carretera seleccionada.

### **1.8.4 Selección de las técnicas de muestreo.**

#### **Para calles se escogió muestreo subjetivo por decisión razonada**

Se realizó un reconocimiento a las calles más transitadas por el transporte público y privado, donde se seleccionó 30 intersecciones en base a las funciones requeridas para una evaluación de la señalización.

### Para carreteras se escogió el muestreo sistemático

$$fa = \frac{N}{n}$$

$$fa = \frac{15}{3} = 5$$

Donde:

N = Longitud de la carretera

n = Longitud de intervalos

fa= Número de kilómetros a estudiar

La selección de muestreo se realizó en carreteras San Andrés- San Pedro de Sola; Tolomosa – Pampa Redonda y Santa Ana – Yesera centro en los cuales se seleccionó los kilómetros de estudio según su distancia que contaba en cada carretera.

## 1.9. MÉTODO LÓGICO O PROCEDIMENTAL

### 1.9.1 Lista de actividades

**Cuadro 2.3: Lista de actividades**

Actividad	Insumos
Recopilación de información	Se procedió a realizar una recopilación de información de señales verticales y horizontales (buscando en el manual de la ABC, texto de tráfico de la U.M.S.S; artículos en internet, textos de ingeniera de tráfico, etc.) y se recopiló información brindada por las instituciones encargadas de la señalización urbana y en carreteras departamentales.
Inspección de lugares de aplicación	Una vez obtenida la información de movilidad urbana (calles) y SEDECA (carreteras) se realizó la inspección de estas.
Calles	Se realizó la selección de muestreo subjetivo por decisión razonada donde se procede a realizar un reconocimiento de las intersecciones que puedan ser elegidas para el estudio.
Carreteras	Se realizó la selección de muestreo sistemático. donde dependerá la longitud del tramo para realizar intervalos de distancias

Inventario de calles y Carreteras	Se realizará un inventario en las calles y carreteras de las señaléticas,
Mediciones	-Se realizará las mediciones en horarios nocturnos para la aplicación del luxómetro -Se realizará la extracción de pintura a en calles y carreteras para los ensayos.
Ensayos	De acuerdo con los datos obtenidos se realizó los ensayos de reflectividad, espesores y peso volumétrico.
Clasificación de prácticas	De acuerdo con los valores obtenidos en laboratorio se procederá clasificar las señales verticales y horizontales.

Fuente: Elaboración propia

## 1.10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mediante los resultados que se evalúen de las **prácticas de las señalizaciones de calles y carreteras** se obtendrá valores a través de las **condiciones** que demarquen su clasificación.

### 1.10.1 Selección de programas a utilizar

Minitab

STATS

### 1.10.2. Estadística descriptiva

Se realizará la estadística descriptiva donde las variables que son las condiciones geométricas, reflectivas, de componentes mínimos y de peso volumétrico se puedan apresar en:

Tabulación de datos

Inventario de las señales

Tabulación de resultados

**Cuadro 2.4: Estadística descriptiva**

<b>Estadística descriptiva</b>	Distribución de frecuencias	Moda
		Mediana
	Medidas de tendencia central	Rango
		Descripción típica

Fuente: Elaboración propia

## **2.1. ELEMENTOS DEL TRÁFICO**

Se realizará la aplicación de técnicas de la ingeniería para aminorar los impactos sociales, urbanos y ambientales para ser traducidos a planos de ingeniería que realizan los diseñadores viales. Son estos derivados del tráfico los diseños conceptuales propuestos por la ingeniería de tránsito deben planos los que, finalmente, se materializan en las calles y carreteras. En consecuencia, ningún dispositivo vial o medida de gestión de tráfico será acabado si no se conocen los principios aportados por la teoría que aquí se esboza. Este texto presenta los principios para el estudio de la circulación de vehículos. Donde se tomará en cuenta los componentes siguientes:

Usuario

Peatón

Conductor

Vía

Vehículo

### **2.1.1. Usuario**

Es aquella persona que pueda ser el conductor o peatón que pueda realizar la acción de circular por las vías o pueda conducir un vehículo.

### **2.1.2. Peatón**

Se puede considerar peatón potencial a la población en general, desde personas de un año hasta los cien años. Prácticamente todos somos peatones, por lo tanto, a todos nos interesa este aspecto. También puede decirse, que el número de peatones en un país equivale al censo de la población.

### **2.1.3. Conductor**

El conductor constituye el elemento de tránsito más importante, ya que el movimiento y calidad de circulación de los vehículos dependerá fundamentalmente de ello para adaptarse a las características de la vía y de la circulación. Es necesario conocer el comportamiento o factores que influye en sus condiciones físicas y psíquicas

**Cuadro 2.5: Factores que afectan al conductor**

<b>Factores Internos</b>	Psicológicos	Motivación Experiencia Personalidad Estado de animo
	Físicos	Vista Adaptación lumínica Altura de ojo Otros sentidos
	Psicosomáticos	Cansancio Sexo Edad
<b>Factores Extremos</b>	Tiempo (meteorológico) Uso del suelo Tráfico Características de la vía Estado del firme	

*Fuente: Manual de carreteras Luis Blañon Blazquez Pag 3-2*

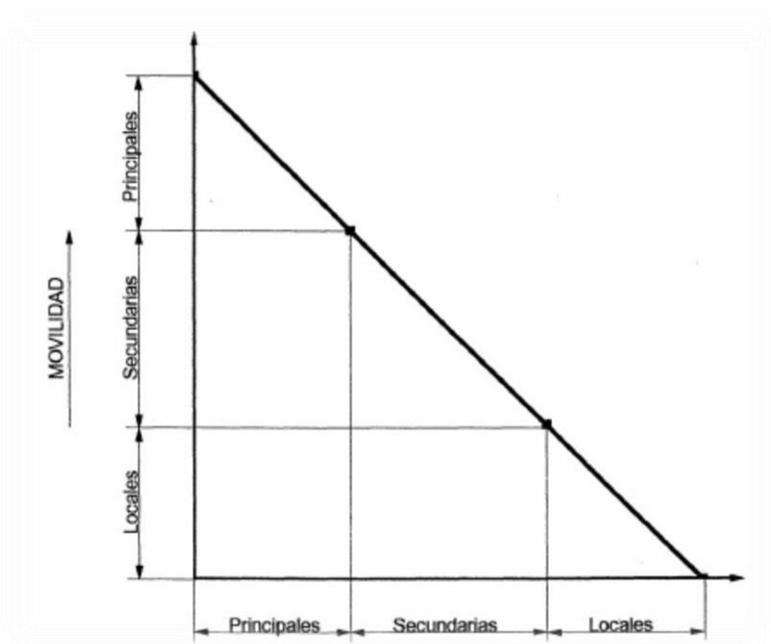
#### **2.1.4. Vía**

La vía en general es un elemento esencial del problema de tráfico, que presenta el área por donde circulan los vehículos tanto en centros urbanos como fuera de ellos.

La vía como elemento tiene caracterizado y está conformado por un ancho, un alineamiento y una pendiente, que deben ser adecuadamente diseñadas para permitir la circulación vehicular, estos tres elementos tendrán su propia característica.

En términos generales, las carreteras urbanas pueden clasificarse funcionalmente en tres grandes grupos: principales (arterias), secundarias, (colectoras) y locales. En la figura 2.1 presenta en forma gráfica los grados de movilidad y acceso a un sistema vial. En un extremo, las arterias y calles principales son de acceso a la propiedad lateral, mientras que, en otro extremo, las carreteras y calles locales son de acceso no controlado que proveen fácil acceso a la propiedad lateral, pero raramente las utiliza el tránsito de paso.

**Figura 2.1 : Clasificación funcional de un sistema vial**



*Fuente:* Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicación /Rafael Cal Y Mayor

#### **2.1.4.1. Vías urbanas o locales**

En caso de las vías urbanas que son las que permiten la circulación dentro de las ciudades, están generalmente divididas por la importancia que tienen dentro del tráfico o por las características físicas y geométricas que tiene la circulación del tráfico.

#### **2.1.4.2. Vías rurales o carreteras**

Se entiende por carretera, aquellas fajas de terreno acondicionado para el tránsito de vehículos, ciertamente uno de los patrimonios más valiosos con los que cuenta cualquier país, es de la infraestructura de su red vial, por lo que su magnitud y calidad representa uno de los indicadores del grado de desarrollo del mismo.

Entre los elementos más importantes de una carretera tenemos: ancho del carril, cunetas, pendiente horizontal, pendiente vertical, peralte, ancho de la berma, alcantarillas de alivio y otros.

#### **2.1.5. Vehículo**

El principal objeto de una vía es servir al tráfico vehicular. Por lo que se tiene que lograr que la circulación sea segura, económica y cómoda para conductores y pasajeros; para

ello al proyectar las carreteras es necesario tener en cuenta las características de los vehículos.

El vehículo es un elemento importante el estudio para cualquier proyecto o análisis de estudio en calles y carreteras.

#### **2.1.5.1. Clasificación vehicular**

Para simplificar el estudio es conveniente agruparlos en varias categorías constituidas por vehículos de características parecidas. Los criterios de clasificación pueden variar según la finalidad perseguida. Así, es posible diferenciarlos atendiendo al sistema de propulsión, a la finalidad de transporte realizado, a su tamaño, a su peso y movilidad, etc.

Dependiendo del tipo de estudio que se va a realizar se debe establecer cuál es la clasificación que se requiere al momento de realizar el aforo. En la carretera la clasificación que normalmente se usa es la siguiente:

Vehículos pesados

- Camiones simples
- Camiones con semirremolque
- Camiones con remolque
- Autobuses

Vehículos medianos

- Camiones de hasta 3 ton.
- Volquetas hasta 4 m<sup>3</sup>
- Micros hasta 29 pasajeros

Vehículos livianos

- Automóviles
- Jeeps
- Vagonetas
- Camionetas

## **2.2. PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL TRÁFICO**

En el estudio teórico de los parámetros del tráfico, solo se verán los parámetros de tráfico más importantes en los que estén orientados y relacionados conceptualmente con el tema de señalización.

### 2.2.1. Velocidad

En general el termino velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h)

Para el caso de la velocidad constante, esta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula

$$v = \frac{d}{t}$$

Donde:

v = Velocidad constante

d = Distancia recorrida

t = Tiempo de recorrido

### 2.2.2. Volumen

Se define como volumen de tráfico a la cantidad de vehículos que circulan por una calle o carretera, por un determinado tiempo. Se expresa como:

$$Q = \frac{N}{t}$$

Donde:

Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo

N = Número total de vehículos que pasan.

t= Periodo determinado

### 2.2.3. Densidad

Las variables del flujo vehicular relacionados con la densidad o concentración, el espaciamiento simple entre vehículos consecutivos y el espaciamiento promedio entre varios vehículos

## 2.3. PARÁMETROS COMPLEMENTARIOS

### 2.3.1. Capacidad

A capacidad vehicular es un parámetro de tráfico muy impórtate que tiene por objetivo determinar la cantidad máxima de vehículos que circulan por una calle o carretera en periodo d tiempo determinado normalmente de una hora.

La capacidad vehicular está muy relacionada con el volumen del tráfico ya que se debe establecer una correlación entre estos dos parámetros cuyas posibilidades pueden ser:

Capacidad real = volumen de tráfico

Capacidad real > volumen de tráfico

Capacidad real < volumen de tráfico

Si analizamos las tres posibilidades se podrá definir:

Primera nos coloca en el límite crítico en el cual el volumen de tráfico ha alcanzado la capacidad máxima de la calle o carretera. En este caso será prudente buscar alternativas para no llegar al caso inestable

Segunda si la capacidad es mayor al volumen de tráfico las condiciones de flujo vehicular se pueden considerar estables y se debe tratar de mantener esta estabilidad en el flujo vehicular.

Tercera si la capacidad es menor al volumen de tráfico, la circulación es inestable ya que los volúmenes han superado la capacidad de la calle o carretera. Esto quiere decir que el flujo esta congestionado.

## **2.4. SEÑALIZACIÓN**

La señalización como un componente metodológico dentro de la ingeniería de tráfico cuyo objetivo es que a través de las señales se mejore la circulación vehicular y peatonal en un trazo urbano o en carreteras.

Dentro de la señalización se tienen 2 grupos importantes que son:

Señalización vertical

Señalización horizontal

### **2.4.1. Señalización vertical**

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

Señales preventivas, Las señales de advertencia de peligro (preventivas) tienen como propósito advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

Señales reglamentarias, Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de éstas, así como las prohibiciones, restricciones y autorizaciones existentes. Su trasgresión constituye infracción a las normas del tránsito.

Señales informativas, Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios del sistema vial, entregándoles información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

Toda señal colocada, deberá cumplir con el propósito específico prescrito en el Manual. De la A.B.C. Antes que una vía sea abierta al tránsito, deberán instalarse todas las señales que sean necesarias.

Toda señal vertical debe transmitir un mensaje nítido e inequívoco al usuario de la vía, lo que se logra a través de símbolos y/o leyendas, donde estas últimas se componen de palabras y/o números.

#### **2.4.1.1. Señales preventivas**

Las señales de advertencia de peligro, llamadas también preventivas, tienen como propósito advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones especiales presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Se identifican como base con el código SP.

Estas señales persiguen que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando las maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y la de los peatones. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, porque el uso innecesario de ellas, tiende a disminuir el respeto y obediencia a toda la señalización en general.

#### **Forma**

En general, las señales de advertencia de peligro tienen la forma de un cuadrado con una de sus diagonales colocada verticalmente, con la excepción de CRUZ DE SAN ANDRES (SP-33), y las Placas de Refuerzo. Las Figura 2.2 presentan las formas básicas que caracterizan a este tipo de señales.

#### **Color**

Su color de fondo es amarillo. Los símbolos, leyendas y orlas, son de color negro. Todos los colores, utilizados por ejemplo en la señal SP 35 Semáforo.

**Figura 2.2: Señales preventivas**



*Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.*

#### **2.4.1.2. Señales reglamentarias**

Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades en el uso de estas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su trasgresión constituye infracción a las normas del tránsito y acarrea las sanciones previstas en la Ley.

Se deberá evitar, de no ser estrictamente necesario, la inscripción de leyendas o mensajes adicionales en las señales verticales reglamentarias. Estas señales se identifican con el código SR.

#### **Forma**

En general, su forma es circular y sólo se aceptará inscribir la señal en un rectángulo cuando lleve una leyenda adicional. Se exceptúan de esta condición geométrica las señales:

SR - 01 PARE, cuya forma es octagonal

SR - 02 CEDA EL PASO, cuya forma es un triángulo equilátero con un vértice hacia abajo

SR-38 y SR-39: Sentido único de circulación y sentido de circulación doble, serán de forma rectangular.

#### **Color**

Los colores utilizados en estas señales son los siguientes:

Fondo blanco; orlas y franjas diagonales de color rojo; símbolos, letras y números en negro.

Las excepciones a esta regla son:

SR-01: PARE, cuyo fondo es rojo, orlas y letras en blanco

SR-38 y SR-39: TRÁNSITO EN UN SENTIDO y TRÁNSITO EN AMBOS SENTIDOS, serán de fondo negro y flechas y orlas blancas.

SR 40 a la 43: SEÑALES DE PASO OBLIGADO Y CICLOVÍA

Figura 2.3 : Señales reglamentarias



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

### 2.4.1.3. Señales informativas

Las señales informativas o de información, tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos,

direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc.

En particular se utilizan para informar sobre:

- Enlaces o empalmes con otras vías
- Pistas apropiadas para cada destino
- Direcciones hacia destinos, calles o rutas
- Inicio de la salida a otras vías
- Distancias a que se encuentran los destinos
- Nombres de rutas y calles
- Servicios y lugares de atractivo turístico existentes en las inmediaciones de la vía
- Nombres de ciudades, ríos, puentes, calles, parques, lugares históricos y otros.

### Forma

En general, las señales informativas tendrán forma rectangular o cuadrada.

### Color

En señales informativas, las leyendas, símbolos y orlas son de color blanco. El color de fondo de las señales para autopistas y autovías será azul y las para vías convencionales, verde, con la excepción de las señales NOMBRE Y NUMERACIÓN DE CALLES, de color negro.

. **Figura:2. 4: Señales informativas**



*Fuente:* Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

## **2.4.2. Señalización de tránsito horizontal**

Las señales horizontales o demarcaciones son marcas o elementos instalados sobre el pavimento, que mediante el uso de símbolos y leyendas determinadas cumplen la función de ordenar y regular el uso de la calzada.

La demarcación mediante líneas de pista, de eje y de borde otorga un mensaje continuo al usuario, definiendo inequívocamente el espacio por el cual debe circular, otorgando al conductor la seguridad de estar transitando por el espacio destinado para tal efecto. Por el contrario, la ausencia de demarcación genera comportamientos erráticos e inesperados en los conductores.

De acuerdo con la función que cumplen, las demarcaciones se clasifican en:

### **2.4.2.1 Líneas Longitudinales**

Las líneas longitudinales se emplean para delimitar pistas y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para delimitar pistas de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, pistas exclusivas de bicicletas o buses.

### **2.4.2.2. Líneas de eje**

Las líneas de eje central se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar dónde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas.

#### **Línea amarilla discontinua**

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde se permite la maniobra de adelantamiento.

#### **Líneas Transversales**

Las líneas transversales tienen la función de definir puntos de detención y/o sendas de cruce de peatones y ciclistas, pueden ser de dos tipos; Líneas de Detención y Líneas de Cruce.

#### **Símbolos y Leyendas**

Los símbolos y leyendas se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de demarcación flechas, señales como CEDA EL PASO y PARE y leyendas como LENTO, entre otras.

## Otras demarcaciones

Corresponden a demarcaciones como achurados, demarcaciones de tránsito divergente y convergente, etc.

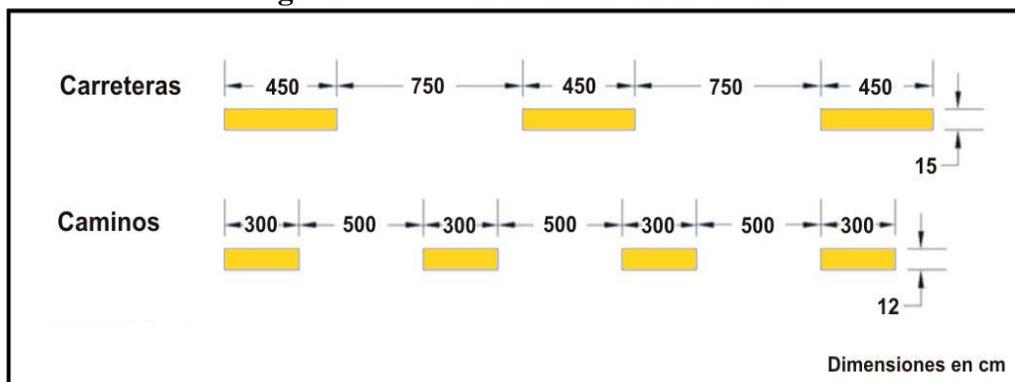
En este caso no es posible agruparlas por sus características geométricas, dado a que ninguna de sus formas o línea predomina otras.

Toda demarcación, deberá cumplir con el propósito específico prescrito. Antes que una vía sea abierta al tránsito, deberá verificarse la presencia de todas las demarcaciones definidas en el proyecto y otras que pudiesen resultar necesarias. El uso de las demarcaciones debe estar apoyado en estudios realizados por profesionales con experiencia en el campo de la Ingeniería de Tránsito.

Modificaciones de las características operacionales y/o físicas de una vía, tales como cambios de sentido de tránsito o ensanchamientos, pueden requerir la eliminación o borrado de la demarcación existente, a fin de no confundir a los usuarios, no desacreditar otras señales y no generar accidentes. Las demarcaciones obsoletas deben ser removidas antes que las nuevas condiciones de operación y/o físicas se implementen.

Se puede utilizar cualquier proceso que elimine totalmente la demarcación obsoleta siempre que no dañe el medio ambiente y que no afecte la integridad del pavimento, tales como chorro de arena, cepillado, quemadura, aplicación de agentes químicos u otros, no se permite el recubrimiento con pintura gris o negra, ya que ésta se desgasta con el tiempo dejando visible la demarcación que se ha intentado eliminar. Las demarcaciones elevadas innecesarias deben ser removidas en su totalidad.

**Figura:2. 5 :Línea amarilla discontinua**

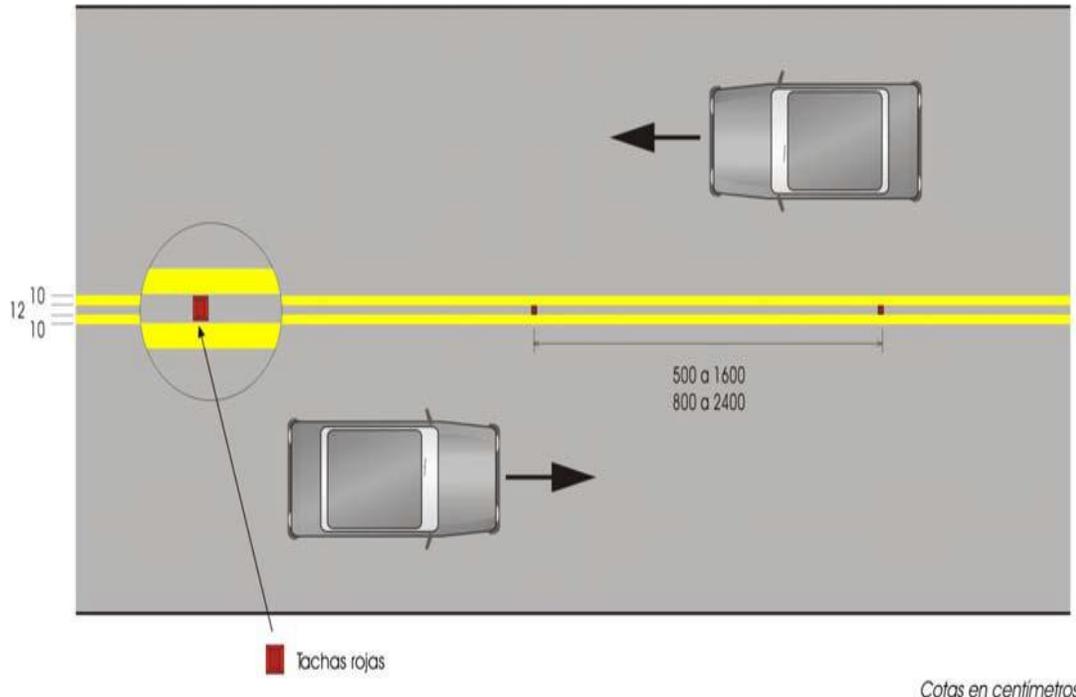


*Fuente:* Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

### **Línea doble amarilla continua**

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde no es permitida la maniobra de adelantamiento

**Figura:2. 6: Línea doble amarilla continua**



*Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.*

### **Línea doble amarilla continua y discontinua**

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto en donde la maniobra de adelantamiento es permitida sólo para el tránsito adyacente a la línea de trazado discontinuo.

### **Línea doble amarilla discontinua**

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo varia. Se utiliza para indicar carriles reversibles.

### **Línea blanca discontinua**

Se utiliza para demarcar la separación de carriles de un mismo sentido de flujo en donde si es permitida la maniobra de adelantamiento

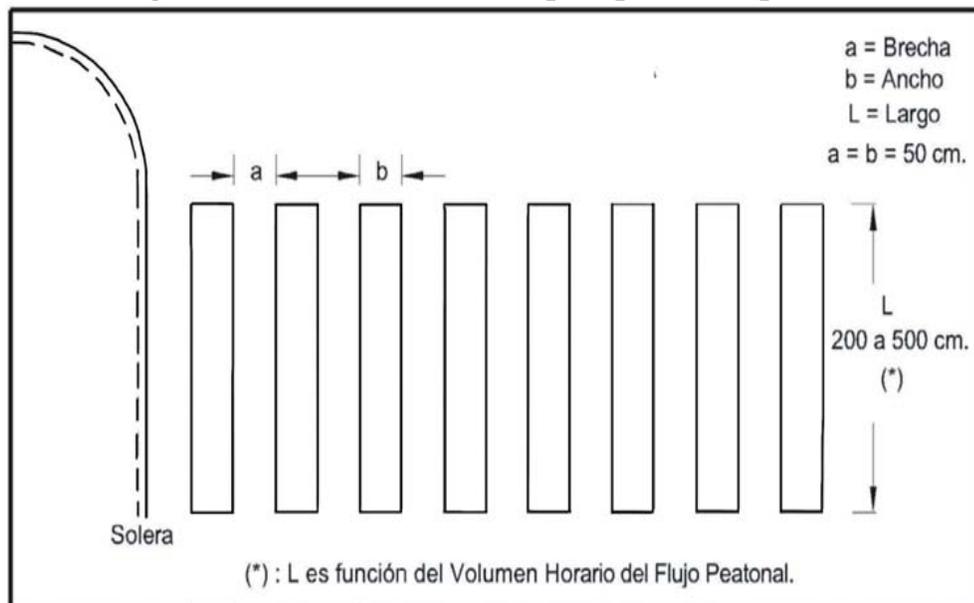
### Línea blanca continua

Como ya se ha indicado, la línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella. Acorde a lo anterior

### Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra

Esta demarcación, se utiliza para delimitar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta. Dicha zona se compone de una línea transversal segmentada, en que cada segmento tiene un ancho de 50 cm, una brecha de 50 cm, y un largo constante que puede variar entre 2,0 - 5,0 m según volumen del flujo peatonal que solicitara el cruce. El borde de la banda más próxima a cada solera debe ubicarse aproximadamente a 50 cm. de ésta. La línea de detención asociada al cruce peatonal indicará al conductor que enfrenta un paso de cebra, el lugar más próximo al cruce donde el vehículo deberá detenerse, tal como se puede apreciar en la Figura 2.7-6. Misma exigencia deberán cumplir Pasos Peatonales Tipo Cebra emplazados en esquinas. En casos especiales de alto tránsito peatonal, se podrá utilizar un ancho mayor, dependiendo de la evaluación que se efectúe en cada situación.

**Figura 2.7 : Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra**



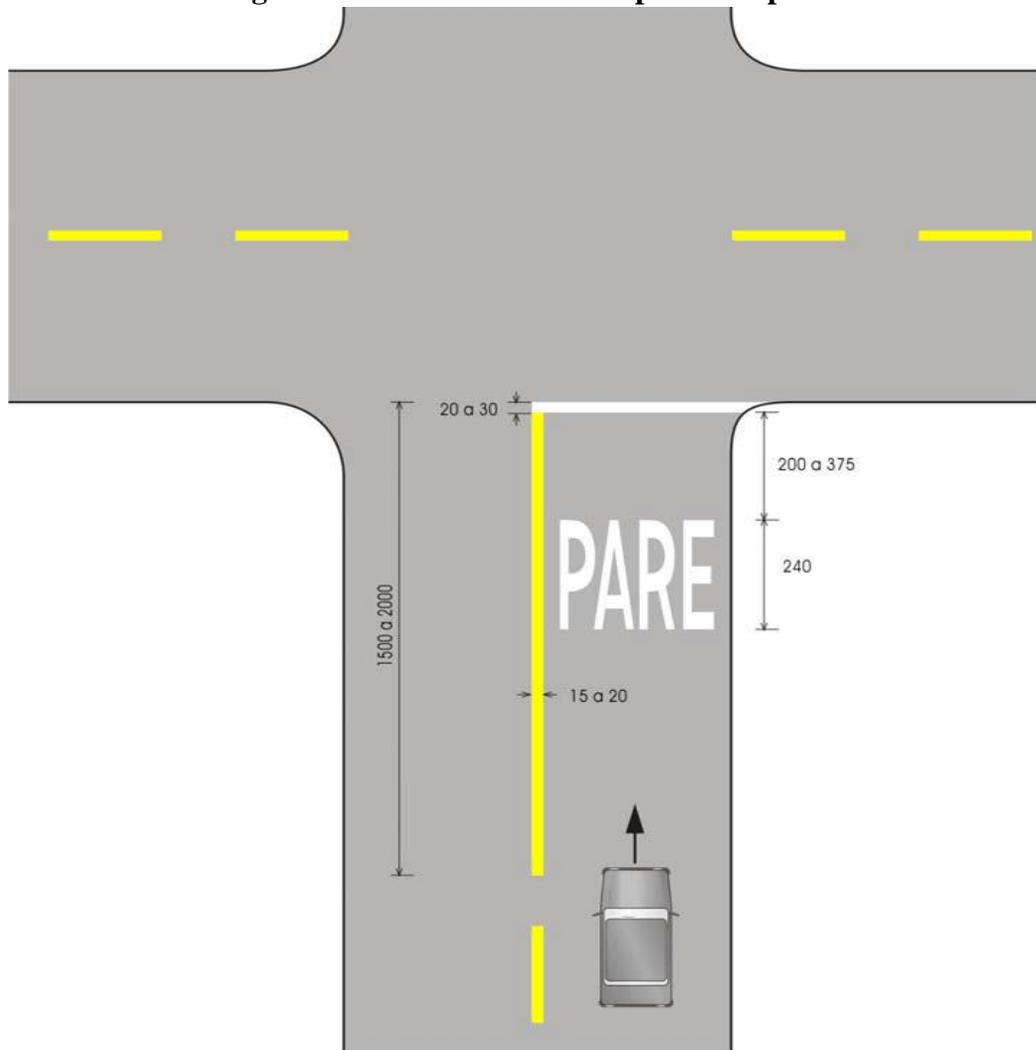
*Fuente:* Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

### Cruce controlado por señal pare

La línea de detención indica al conductor que enfrenta la señal Pare, el lugar más próximo a la intersección donde el vehículo debe detenerse. Debe ubicarse donde el conductor tenga buena visibilidad sobre la vía prioritaria para reanudar la marcha con seguridad.

Estas líneas de detención deben demarcarse siempre, constituyendo una complementación de la señal vertical PARE (SR-1) y deberá presentar las características, en cuanto a ancho, mostradas en la Figura siguiente:

**Figura 2.8 : Cruce controlado por señal pare**



*Cotas en centímetros*

*Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.*

## **2.5 RETRORREFLECTANCIA**

### **2.5.1. Retrorreflectancia en señales verticales**

La retrorreflexión corresponde a uno de los parámetros más importantes de una señal vertical, ya que ésta debe ser visualizada tanto de día como de noche. Así, en períodos nocturnos, la lámina retrorreflectiva con que cuenta una señal, permite que tenga la propiedad de devolver parte de la luz a su fuente de origen, lo que se traduce en que los conductores al iluminarla con los focos del vehículo puedan apreciarla con mayor claridad.

Este fenómeno óptico se logra debido a la utilización de Figuras retrorreflectivas que forman parte de la señal, las que están compuestas de esferas de vidrio microscópicas o elementos prismáticos, encargados de reflejar una porción de la luz recibida a la fuente emisora.

Para interpretar en mejor forma los requerimientos que deben exigirse a una lámina retrorreflectiva, es importante conocer algunos términos técnicos que definen sus características, tales como:

#### **2.5.1.1. Ángulo de entrada**

Corresponde al ángulo formado entre un rayo de luz sobre una superficie retrorreflectante y una línea perpendicular a esa misma superficie. En general, para interpretar este parámetro, según lo indicado en la Norma ASTM D 4956, se utilizan ángulos de  $-4^\circ$  y  $30^\circ$ , medidos siempre en relación con el ángulo de observación, lo que permite, definir niveles de retrorreflexión asociados a los distintos tipos de Figuras. Este factor resulta de gran relevancia, ya que a medida que aumenta el ángulo de entrada, disminuye drásticamente el nivel de retrorreflexión de la señal. Si esto se aplica a una situación de la vía, a medida que se aleja la ubicación lateral de la señal, con respecto a la pista de circulación, menor será su visibilidad.

#### **2.5.1.2. Ángulo de observación**

Corresponde al ángulo formado por el rayo de luz emitido por los focos del vehículo sobre una superficie retrorreflectiva y el rayo de luz reflejado a los ojos del observador. Las Figuras retrorreflectantes, devuelven la luz en la forma de un cono muy pequeño, presentando una visibilidad menor a medida que aumenta el ángulo de observación. Por lo tanto, a medida que la separación entre los focos de un móvil y los ojos de un conductor

sea mayor, la visibilidad de la señal será menos efectiva, lo que sucede a menudo en vehículos de carga. Para efectos de medir los niveles de retrorreflexión según la Norma ASTM D 4956, se utilizan valores de 0, 2° y 0, 5°, los que siempre son analizados con el ángulo de entrada.

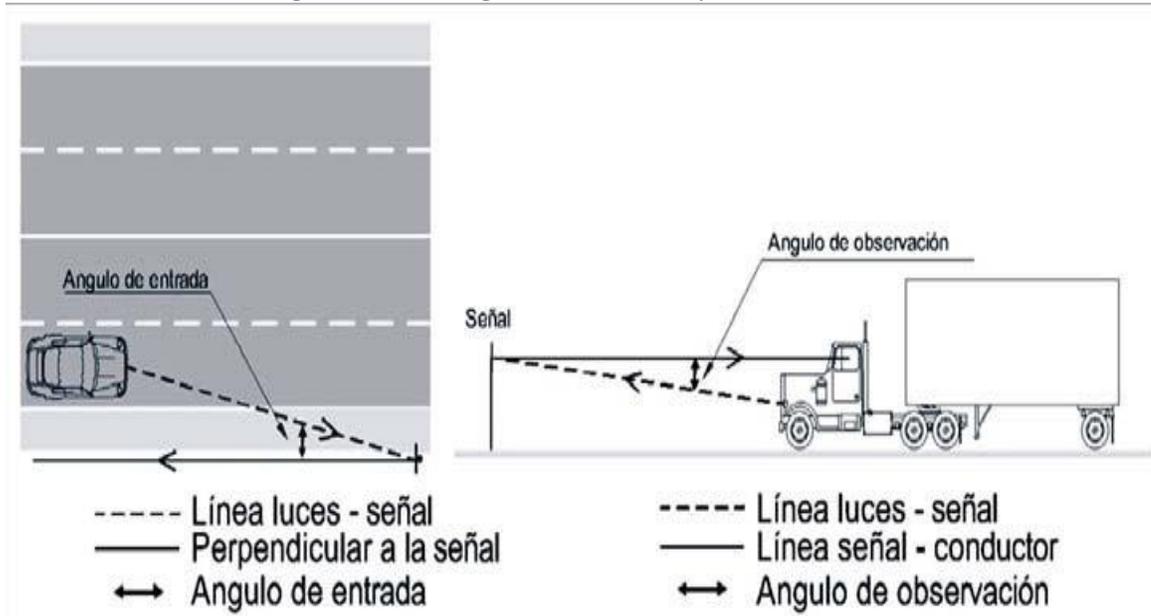
Como complemento a lo anterior, se puede definir la retrorreflexión, como la cantidad de luz reflejada por un material retrorreflectante, la que se mide en candelas (reflejadas) por lux por metro cuadrado.

La ubicación de la señal incide directamente en su visibilidad, por lo tanto, en el caso de señales instaladas al costado izquierdo de la vía o sobre la calzada, deberá asegurarse que cuenten con el espacio suficiente para ser divisadas con la mayor facilidad posible. En estos casos, como resultado de los niveles de retrorreflexión mínimos exigidos en este numeral, los cuales superan a la normativa vigente, no será necesario aumentar este parámetro. No obstante, se recomienda que las señales sobre la calzada cuenten con iluminación propia.

Todos los elementos de una señal vertical, es decir, fondo, caracteres, orlas, símbolos leyendas y pictogramas, con la sola excepción de aquellos de color negro, deberán estar compuestos de un material retrorreflectante. Por otro lado, en zonas en que se presenten condiciones climáticas habituales de visibilidad adversa (día o noche), como por ejemplo neblina, se podrá utilizar señales verticales de niveles retrorreflectantes superiores a las indicadas y/ o fluorescentes, con la finalidad de mejorar la capacidad de ser percibidas por el usuario.

Finalmente, se deberá prestar especial cuidado a la limpieza de las señales, ya que el polvo u otros elementos, afectan directamente la efectividad de la retrorreflexión de una señal.

**Figura: 2.9 : Ángulo de entrada y observación**



*Fuente:* Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

Para señales verticales nuevas, todos los elementos, tales como: fondo, caracteres, orlas, símbolos, leyendas, pictogramas, deberán cumplir con una intensidad retrorreflexiva mínima del nivel Tipo III, según se indica en la Norma ASTM D 4956 vigente.

En el caso de señales verticales nuevas, la retrorreflexión será medida previa a la instalación definitiva de ellas. Se analizará una muestra equivalente a  $3 * \sqrt{N}$ , considerando N como el número total de señales, con un mínimo de 10 unidades. Si el número es menor a diez, se deben ensayar todas. Esta muestra será seleccionada por el Inspector Fiscal o por quien éste designe. Será necesario que el 100% de la muestra cumpla con los valores indicados.

**Tabla 2.1: Niveles mínimos de retrorreflexión para señales verticales nuevas (\*) (cd/lx/m<sup>2</sup>)**

Ángulo		Color					
Entrada	Observación	Blanco	Amarillo	Verde	Rojo	Azul	Café
- 4°	0, 2°	250	170	45	45	20	12
30°	0, 2°	150	100	25	25	11	8
- 4°	0, 2°	95	62	15	15	7,5	5
30°	0, 2°	65	45	10	10	5	3

*Fuente:* Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

Si bien la exigencia anterior se aplica directamente a señales nuevas, en el caso de la señalización vertical en uso, es decir, instalada en la vía, se deberá cumplir en todo momento con un nivel de retrorreflexión mínima.

**Tabla 2.2: Niveles mínimos de retrorreflexión para señales verticales en uso (\*) (cd/lx/m2)**

Ángulo		Color					
Entrada	Observación	Blanco	Amarillo	Verde	Rojo	Azul	Café
- 4°	0, 2°	150	102	27	27	12	7,5
30°	0, 2°	90	60	15	15	6,5	5
- 4°	0, 5°	57	37	9	9	4,5	3
30°	0, 5°	39	27	6	6	3	2

*Fuente:* Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

### 2.5.2. Retrorreflectancia en señales horizontales

Las demarcaciones deberán ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se confeccionan con materiales apropiados, como pinturas que, junto a microesferas de vidrio, se someten a procedimientos que aseguran su retrorreflexión. Esta propiedad, permitirá que las micro-esferas sean visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.

Estas demarcaciones deberán cumplir con los valores mínimos de retrorreflexión.

**Tabla 2.3: Retrorreflectancia inicial a 30días (mcd/lux/m2)**

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

*Fuente:* Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

Los valores mínimos de retrorreflectancia que se deberán cumplir para que se deba ejecutar el repintado.

**Tabla 2.4: Retrorreflectancia para repintados**

Ángulos		Colores	
Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
3.5°	4.5°	120	95
1.24°	2.29°	90	70

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

### 2.5.3. Retrorreflectancia en tachas

Tratándose de demarcaciones elevadas (tachas), la superficie retrorreflectante debe ser siempre a lo menos de 10 cm<sup>2</sup>. Cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalado, se deberá retirar e instalar uno nuevo.

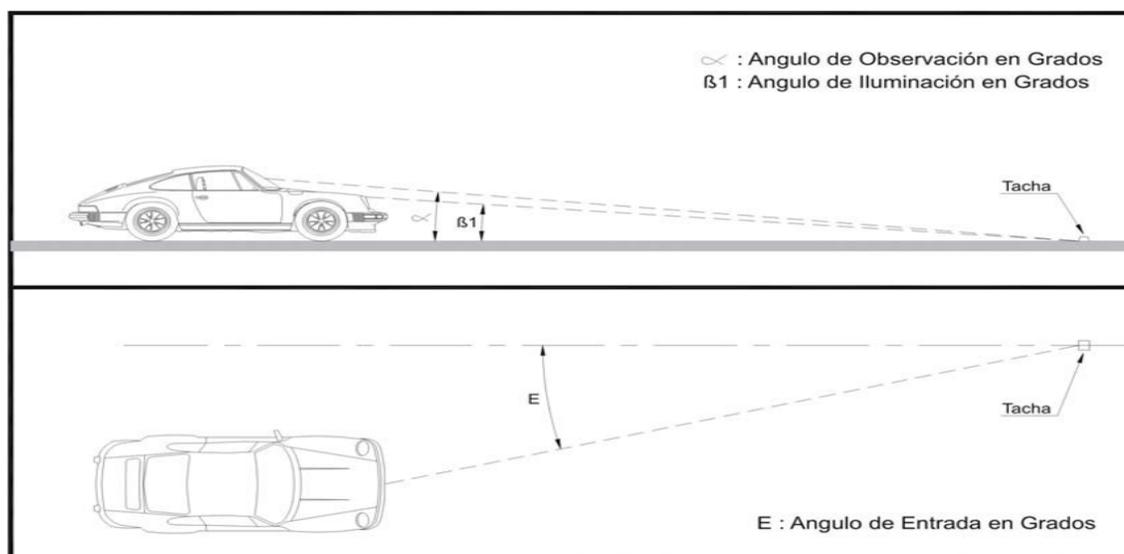
Se establece que los valores mínimos de retrorreflexión serán los considerados en la Tabla.

**Tabla 2.5: Coeficiente de intensidad luminosa retrorreflejada r<sub>L</sub>**

Ángulo de Entrada “E”	Ángulo de Observación “i”	Mínimo Valor R <sub>L</sub> ; Mili candelas por lux (mcd/lx)				
		Blanco	Amarillo	Rojo	Verde	Azul
0°	0, 2°	279	167	70	93	26
+20° - 20°	0, 2°	112	67	28	37	10

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

**.Figura 2.10 : Ángulo de entrada y observación**



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C.

## 2.5.4. Proceso de medición

### 2.5.4.1. Luxómetro

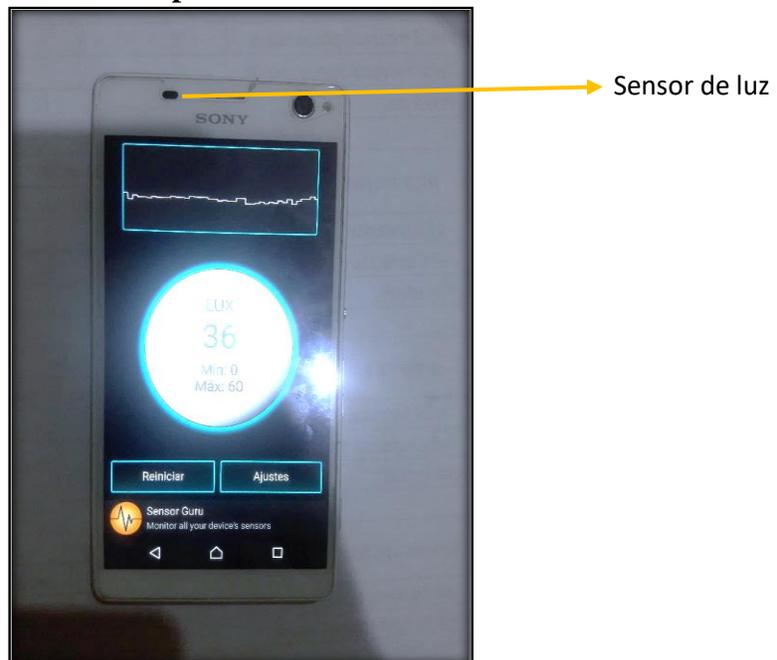
Para la medición de la retroreflectancia se utilizará equipos de accesibilidad en nuestro medio, por tal motivo es que se realizara la medición con el uso de la aplicación para el celular LUXÓMETRO que se caracteriza por medir las intensidades de luz.

La aplicación puede ser funcional en celulares que tengan sensor de luz en este caso se usó un celular SONY C4.

La aplicación cuenta con las siguientes características:

- Unidad: lux o vela (foot-candle)
- Valor mínimo y máximo
- Diagrama con valor medio
- Regular la sensibilidad de sensor
- Calibrar si los valores son diferentes de los valores reales
- Cambiar de color
- Mover a la tarjeta SD

**Figura: 2.11 : Aplicación Lux en el celular**



Fuente: Elaboración propia

Para realizar la medición se tomará los siguientes aspectos:

- Al tratarse de la retrorreflectancia, las mediciones sólo se realizarán en horarios nocturnos
- Vestir con ropa oscura para no afectar a los valores que presenta la aplicación del celular LUXÓMETRO
- Limpiar la señal con un trapo o una brocha por que la concentración de polvo afecta la lectura de la aplicación del celular LUXÓMETRO
- Procurar que el sensor de luz se encuentre en un ángulo de entrada y de observación para que pueda lecturar valores confiables

## **2.6. PINTURAS**

Línea Sport, Especial Suelos

La pintura deberá cumplir con los requisitos establecidos para los materiales empleados en la señalización horizontal y los métodos de ensayo de laboratorio necesarios, especificados en la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización Vial. Las cuales sus especificaciones técnicas son las siguientes:

Peso volumétrico (une 48098): 1,93 a 0.04 g/cm<sup>3</sup>

Tiempo de secado (une 135202): 20 minutos

Espesor de la pintura mínimo: 0.5 mm

### **2.6.1. Proceso de extracción de la pintura**

Se procedió a la extracción del material con instrumentos disponibles tratando que la muestra sea lo más representativa posible.

#### **Indumentaria disponible**

Para la extracción, limpieza y transporte de las muestras se utilizó:

Corta plumas

Desarmador plano

Martillo

Bisturí

Gubias (herramienta para la talla de madera)

Lijas

Brocha

Bolsas mini zipper

Para la extracción limpia y transporte del material se tomará en cuenta los siguientes aspectos:

- La pintura deberá ser extraída con un desarmador, martillo y corta plumas.
- Al realizar la extracción de la muestra se deberá tener cuidado de no sacar asfalto o cemento ya que afectará a sus mediciones.
- Al realizar el lijado de materiales no requeridos para la obtención de la pintura se deberá tener cuidado ya que la pintura es muy frágil y la misma puede romperse
- Procurar usar un barbijo como método de barrera (como protección personal ya que en el lijado de la muestra desprende polvo fino que puede ser adsorbido).

**Figura 2.12 : Instrumentos para la limpieza**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 2.13 : Extracción de asfalto de la pintura**



Fuente: Elaboración propia

### 2.6.2. Proceso de medición de la pintura

Para realizar la medición de la pintura se usó las instalaciones del laboratorio de física donde se utilizó los siguientes instrumentos:

Vernier

Lupa

Balanza eléctrica

Para la medición de la pintura se tendrá que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Tener cuidado en la lectura del espesor para evitar el error de paralaje.
- Procurar usar una balanza analítica ya que mide masas pequeñas.
- Tener especial cuidado con las muestras ya que son frágiles.

**Figura 2.14 : Lectura del espesor de la pintura**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 2.15 : Medición del peso de la pintura**



Fuente: Elaboración propia

### 3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

La selección de los puntos de estudio se tomó por dos tipos de muestreo.

Para el área urbana (calles) se escogió el muestreo subjetivo por dedición razonada.

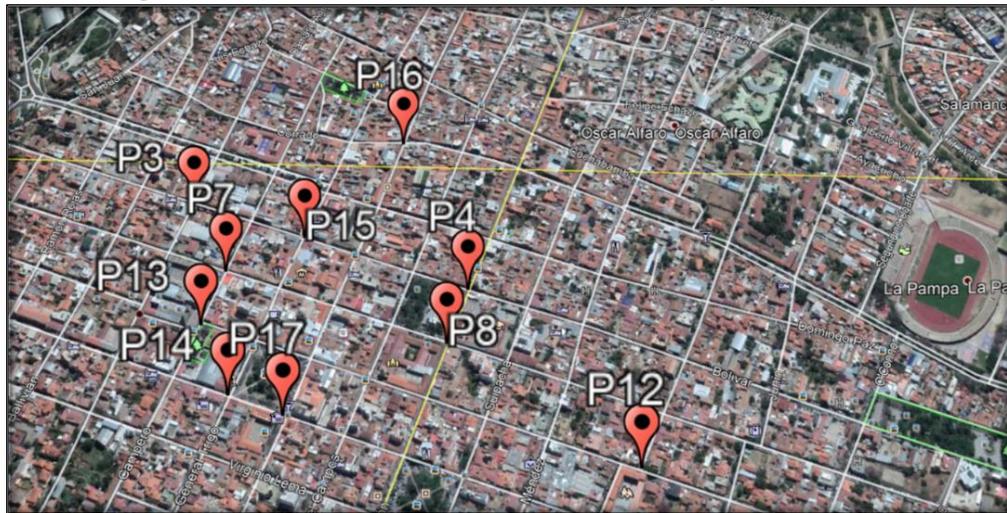
Para el área rural (carreteras) se escogió el muestreo sistemático.

#### 3.1.1. Ubicación de calles de estudio

El muestreo subjetivo por dedición razonada se realizó de la siguiente manera:

Se seleccionó las calles más transitadas por el transporte privado y público abarcando gran parte de la ciudad de Tarija; En estas se realizó un reconocimiento, y en base a las funciones requeridas se escogió las intersecciones que serán evaluadas.

**Figura 3.16 : Puntos ubicados en el casco viejo de la ciudad**



Fuente: Elaboración propia- Google Earth.

Punto 13: Calle Madrid esquina calle Campero

punto 14: Calle General Trigo esquina calle 15 de Abril

Punto 8: Calle Ingavi esquina calle Colon

Punto 3: Calle Bolívar esquina calle Juan Misael Saracho

Punto 4: Calle Bolívar esquina calle Colon

Punto 7: Calle Ingavi esquina calle Campero

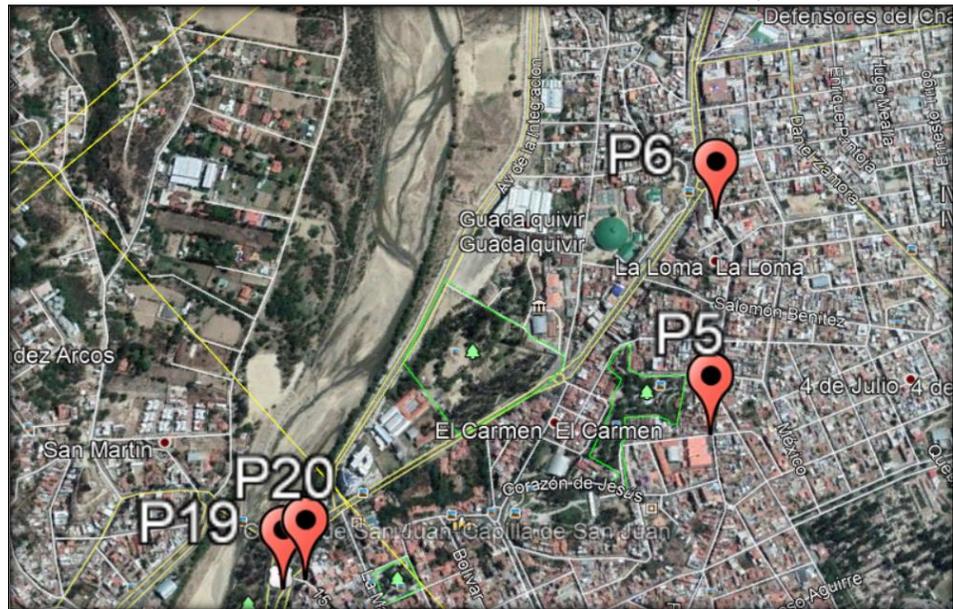
punto 12: Calle Madrid esquina calle Delgadillo

punto 15: Calle General Trigo esquina calle Bolívar

punto 16: Calle Sucre esquina calle Corrado

punto 17: Calle Sucre esquina calle 15 de abril.

**FIGURA 3.17: Puntos ubicados en barrio la Loma y el Molino**



Fuente: Elaboración propia- Google Earth.

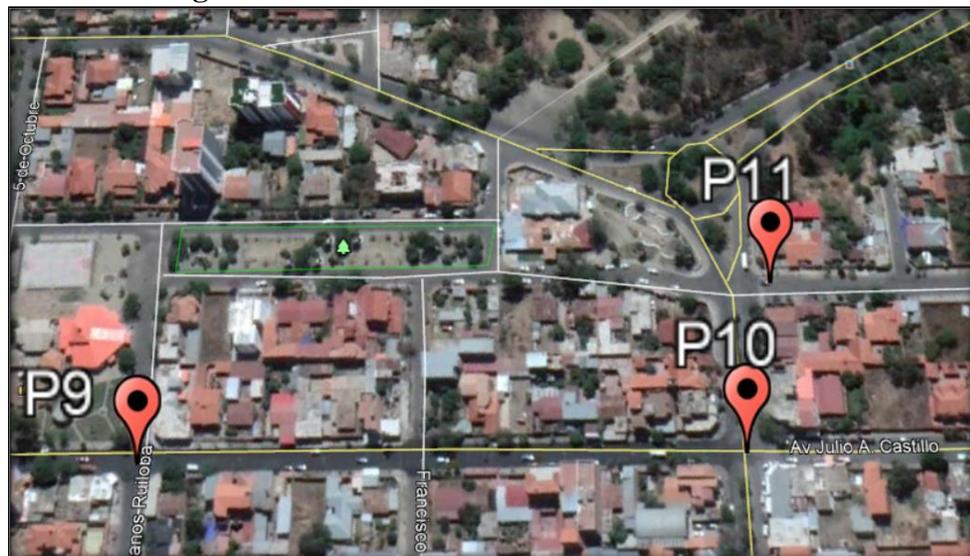
Punto 5: Calle Cochabamba esquina calle Venezuela

Punto 6: Calle Cochabamba zona colegio Fe y Alegría

punto 19: Av. Víctor Paz esquina calle 15 de abril

punto 20: Av. Víctor Paz (zona rotonda del puente San Martín calle del medio)

**Figura 3.18 : Puntos ubicados en el barrio Senac**



Fuente: Elaboración propia- Google Earth.

Punto 9: Av. Julio Arce esquina C. Hnos. Ruilobas

Punto 10: Av. Los Ceibos esquina Av. Julio Arce

punto 11: Av. Los ceibos esquina calle Noelia martines

**Figura 3.19: Puntos ubicados en barrios las Panosas y villa Fátima (Avenida Víctor paz)**



Fuente: Elaboración propia- Google Earth.

punto 18: Av. Víctor Paz (zona puente bicentenario)

Punto 21: Av. Víctor Paz esquina calle Junín

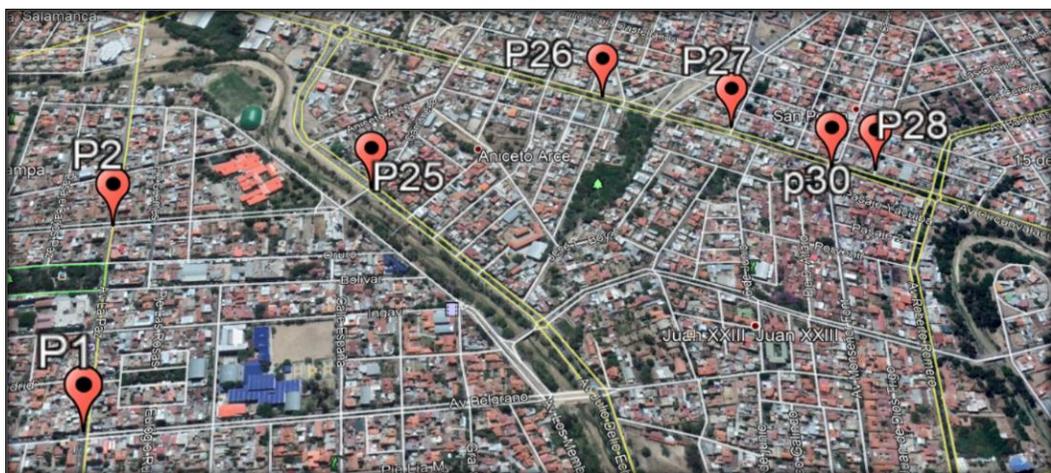
Punto 22: Av. Víctor Paz esquina calle O'Connor

punto 23: Av. Víctor Paz y calle Padilla

Punto 24: Av. La Paz esquina Av. Víctor Paz

punto 29: Av. Font esquina Av. Porvenir

**Figura 3.20: Puntos ubicados en barrios Villa Fátima, Juan XIII, San Pedro y Palmarcito**



Fuente: Elaboración propia- Google Earth.

Punto 1: Av. La Paz esquina Av. Belgrano

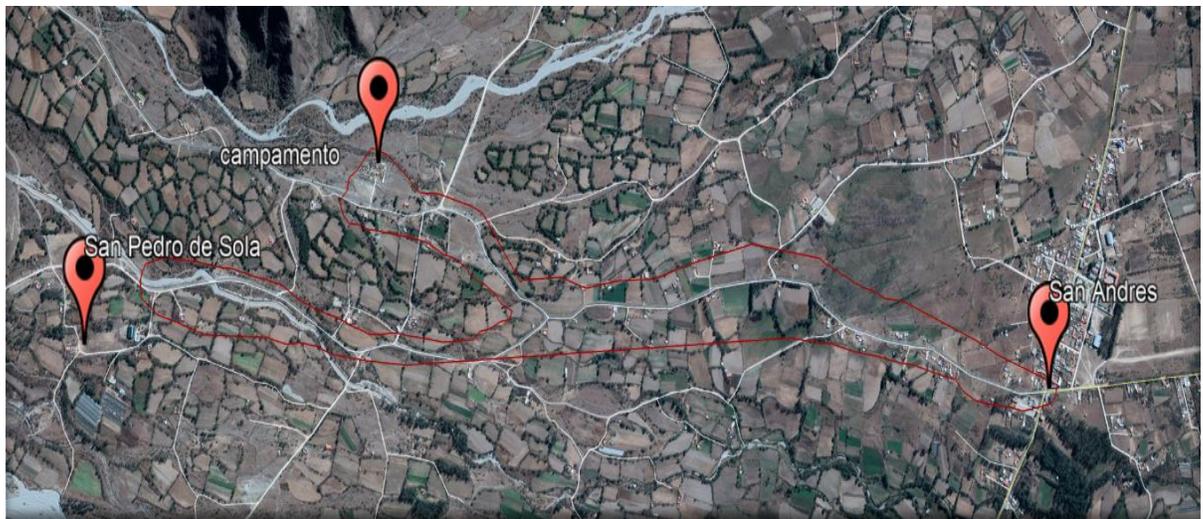
- Punto 2: Av. La Paz esquina Av. Potosí
- punto 25: Av. Gamoneda esquina Av. Los Molles
- Punto 26: Av. Circunvalación pasando calle Tomas Frías
- Punto 27: Av. Circunvalación esquina calle 29 de junio
- Punto 28: Av. Circunvalación esquina calle Sanandita
- punto 30: Av. Font esquina Av. Circunvalación

### 3.1.2. Ubicación de carreteras de estudio

Se determino realizar el estudio del muestreo Sistemáticos para todas las carreteras de manera aleatoria para una mejor obtención de datos a recolectar en campo teniendo en cuenta el aporte de geometría y topografía del terreno.

- **Carretera San Andrés – San Pedro de Sola:** donde se tomaron en cuenta los kilómetros km 18, km 19, km 1, km 2 y km 20 (de manera consecuyente) teniendo un total de 5 km de estudio dentro de esa carretera previamente establecidos por el SEDECA; donde se presenta un respaldo fotográfico de las señales presentes en esta carretera (anexo A inventario detallado de carreteras).

**Figura 3.21: Carretera San Andrés – San Pedro De Sola**



Fuente: Elaboración propia- Google Earth.

- **Carretera Tolomosa – Pampa redonda:** donde se tomaron en cuenta los kilómetros km 2, km4, km 6 , km 8 , km 10 (de manera consecuyente) teniendo un intervalo cada 2 km dentro de esta carretera y así abarcar la mayor parte de la carretera.

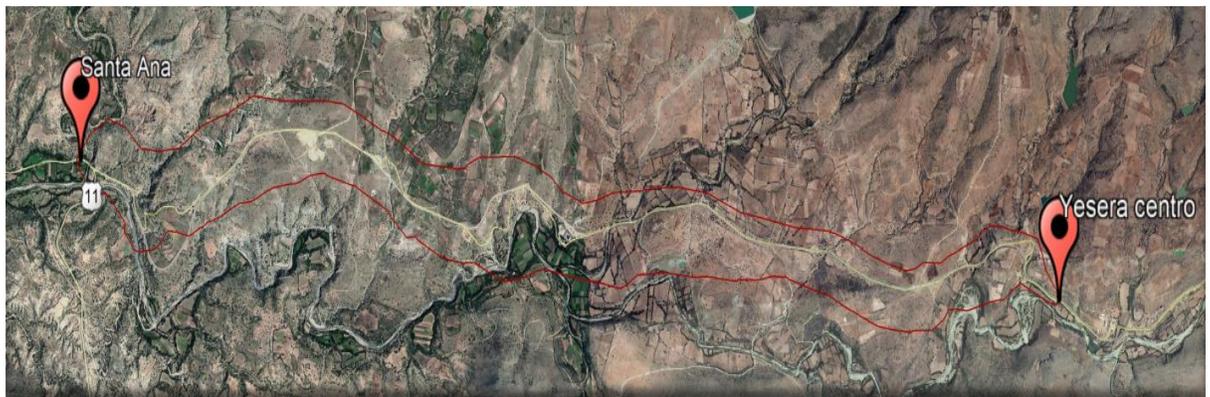
**Figura 3.22: Carretera Tolomosa – Pampa Redonda**



Fuente: Elaboración propia- Google Earth.

- **Carretera Santa Ana – Yesera Centro:** donde se tomaron en cuenta los kilómetros km 0 km 3, km 6, km 9, km 12 (de manera consecutiva) teniendo un intervalo cada 3 km dentro de esta carretera.

**Figura 3.23: Carretera Santa Ana – Yesera Centro**



Fuente: Elaboración propia- Google Earth.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

En los cuadros presentes se describe las características que tiene cada área de estudio seleccionado según el tipo de muestreo. Donde se pretende dar a entender una idea más clara de los lugares donde se realizó la evaluación.

### 3.2.1. Descripción de calles de estudio

**Cuadro 3.6: Descripción de calles de estudio**

Punto de referencia	Características
1 (Av. La Paz esquina Av. Belgrano)	Es la intersección de dos avenidas muy transitadas tanto por el transporte público como privado donde encontramos comercios, carnicerías, departamentos y entidades bancarias lo cual provoca que en dichas avenidas se parqueen los vehículos dificultando la afluencia del tránsito
2 (Av. La Paz esquina Av. Potosí)	Es la intersección de dos avenidas transitadas por transporte público y privado donde encontramos barberías, restaurantes y comercios los sábados se realiza la feria de villa Fátima donde la afluencia del tránsito es mayor y causa congestionamiento vehicular.
3 (calle Bolívar esquina calle Juan Misael Saracho)	Es intersección de dos calles que pertenecen al casco viejo donde se encuentran comercios y son las rutas de varias líneas del transporte público.
4 (calle Bolívar esquina calle Colon)	Es la intersección de dos calles que pertenecen al casco viejo de la ciudad donde encontramos comercios, estudios jurídicos y el palacio de justicia. Es muy transitada por el transporte público y privado
5 (calle Cochabamba esquina calle Venezuela)	Es la intersección de dos calles. Donde circula el transporte público y privado, encontramos comercios, el mercado de la loma y restaurantes. Los fines de semana se realiza la feria de la loma donde el congestionamiento de los vehículos aumenta por la misma.
6 (calle Cochabamba zona colegio Fe y Alegría)	La calle Cochabamba; Ruta principal para el transporte público y privado donde encontramos comercios y el colegio Fe y Alegría.
7 (calle Ingavi esquina calle Campero)	Es la intersección de dos calles que pertenecen al casco viejo de la ciudad donde encontramos comercios, la radio

	fides, colegio San Luis, la corte departamental electoral en horas pico el congestionamiento de vehículos es mayor y es ruta del transporte público y privado
8 (calle Ingavi esquina calle Colon)	Es la intersección de dos calles que pertenecen al casco viejo de la ciudad donde encontramos comercios, supermercados, la iglesia San Francisco y el palacio de justicia. Son rutas para el transporte público y privado.
9 (Av. Julio Arce esquina C. Hnos. Ruilobas)	Es la intersección de dos avenidas. Ruta del transporte público y privado. Podemos encontrar comercios, restaurantes y la iglesia de Senac.
10 (Av. Los Ceibos esquina Av. Julio Arce)	Es la intersección de dos avenidas importantes para el transporte público y privado donde encontramos comercios y restaurantes
11 (Av. Los ceibos esquina calle Noelia Martines)	Es la intersección de una avenida. Ruta para el tránsito público y privado, En dicho lugar se encuentra el centro de salud Prosalud
12 (calle Madrid esquina calle Delgadillo)	Es la intersección de dos calles. Muy transitada por el transporte público y privado, en el lugar se encuentra comercios y el colegio María Laura en horas pico el congestionamiento vehicular aumenta.
13 (calle Madrid esquina calle Campero)	Es la intersección de dos calles que pertenecen al casco viejo de la ciudad donde podemos encontrar la catedral, comercios y la plazuela de la catedral. La circulación del transporte público y privado es muy concurrida más en horas pico.
14 (calle General Trigo esquina calle 15 de Abril)	Es la intersección de dos calles. Se encuentra en el centro de la ciudad estas calles son transitadas por el transporte privado donde encontramos la plaza Luis de Fuentes, la gobernación, la alcaldía, farmacias y restaurantes.

15 (calle General Trigo esquina calle Bolívar)	ES la intersección de dos calles. Pertenecen a el casco viejo de la ciudad y es ruta para el transporte público y privado donde se puede encontrar comercios.
16 (calle Sucre esquina calle Corrado)	Es la intersección de dos calles. Donde circula el transporte público y privado podemos encontrar comercios, restaurantes y barberías; En fiestas de San Roque el congestionamiento aumenta en gran cantidad.
17 (calle Sucre esquina calle 15 de abril.)	Es la intersección de dos calles. Se encuentra en el centro de la ciudad donde circula el tráfico privado; podemos encontrar el patio del cabildo, bancos, restaurantes y la plaza Luis de Fuentes.
18 (Av. Víctor Paz (zona puente bicentenario))	Es una avenida muy transitada donde circular el transporte privado y público, podemos encontrar el estacionamiento municipal parques recreativos y zonas deportivas.
19 (Av. Víctor Paz esquina calle 15 de abril)	Es la intersección de una avenida y una calle, presenta una rotonda, supermercado, farmacia y la venta de comida.
20 (Av. Víctor Paz (zona rotonda del puente San Martin calle del medio))	es la intersección de la calle del medio de la avenida y la rotonda del puente San Martin. Tenemos la rotonda del puente San Martin donde circulan el tránsito privado y público. Podemos encontrar un supermercado, farmacia y la venta de comida.
21 (Av. Víctor Paz esquina calle Junín)	Es la interacción de una avenida y una calle donde encontramos la avenida de doble sentido, transitada por el transporte público y privado, en el lugar está el colegio Liceo de señoritas Tarija.
22 (Av. Víctor Paz esquina calle O'Connor)	Es la intersección de una calle y la avenida donde tenemos la calle O'Connor que tiene tres carriles. En el

	lugar hay departamentos y es el recorrido del transporte público y privado.
23 (Av. Víctor Paz y calle Padilla)	Es la intersección de una calle y una avenida; es un desvío para entrar a la Av. Víctor Paz donde no es muy concurrido por el transporte público y privado en el lugar se encuentra un comando militar y restaurantes.
24 (Av. La Paz esquina Av. Víctor Paz)	Es la intersección de dos avenidas muy concurridas por el transporte público y privado; en el lugar encontramos bancos, comercios y el obelisco.
25(Av. Gamoneda esquina Av. Los Molles)	Es la intersección de dos avenidas y un puente. En el lugar se encuentra un parque recreativo para niños y circulan el transporte público y privado.
26 (Av. Circunvalación pasando calle Tomas Frías)	Es una calle muy transitada por el transporte público, privado y pesado en el lugar se encuentra un centro de salud (rehabilitación física).
27 (Av. Circunvalación esquina calle 29 de junio)	Es una intersección transitada por el transporte público, privado y pesado; en el lugar encontramos farmacias y comercios.
28 (Av. Circunvalación esquina calle Sanandita)	Es la intersección transitada por el transporte público, privado y pesado; en el lugar encontramos barracas, comercios y restaurantes.
29 (Av. Font esquina Av. Porvenir)	Es la intersección de una avenida y una calle. La Av. Font es muy concurrida por el transporte público y privado donde podemos encontrar restaurantes y comercios.
30 (Av. Font esquina Av. Circunvalación)	Es la intersección de dos avenidas, son muy importantes y concurridas por el transporte público, privado y pesado. En el lugar podemos encontrar comercios y restaurantes.

*Fuente:* Elaboración propia

### 3.2.2. Descripción de carreteras de estudio

**Cuadro 3.7: Descripción de carreteras de estudio**

<b>Puntos de referencia</b>	<b>Características</b>
CARRETERA 1 San Andrés – San Pedro de Sola	La carretera San Andrés – San Pedro de Sola es una carretera concurrida por transporte privado y público. El tramo presenta en su mayoría sembradíos y viviendas alrededor del ella. La carretera cuenta con señaléticas nuevas y legibles, también cuenta con obras de arte como cunetas, canales de agua y muros de contención en los ríos y puentes.
CARRETERA 2 Tolomosa – Pampa Redonda	La carretera Tolomosa – Pampa Redonda es una carretera concurrida regularmente por el transporte público y privado. El tramo comprende de sembradíos, viviendas y la comunidad de Pampa Redonda alrededor de ella. En la carretera se puede apreciar obras de arte como cunetas, canales de agua, muros de contención en los ríos y puentes.
CARRETERA 3 Santa Ana- Yesera	La carretera Santa Ana – Yesera es una carretera concurrida por el transporte público y privado en el tramo se puede encontrar sembradíos, viviendas y cantones alrededor de ella. También en la carretera se puede apreciar obras de arte como cunetas, canales de agua y muros de contención en los ríos y puentes.

*Fuente:* Elaboración propia

### 3.3 INVENTARIO DEL ÁREA DE ESTUDIO

En los cuadros presentes se muestra un resumen del inventario de las señales verticales y horizontales de calles y carreteras.

En donde se procedió a realizar un recuento de las señales presentes en las áreas de estudio según al muestreo seleccionado.

(Un inventario detallado de las áreas de estudio se puede encontrar en el anexo A)

#### 3.3.1. Inventario de calles de estudio

**Tabla 3.6: Inventario de calles de estudio**

Puntos de referencia	Inventario					
	Señales horizontales (m2)		Semáforos (unidad)	Señales verticales (unidad)	Tachas (unidad)	Resaltos (unidad)
	Pintura blanca (m2)	Pintura amarilla (m2)				
1	145,86	-	4	9	-	-
2	131,88	-	4	3	-	-
3	47,20	16,57	2	2	-	-
4	77,62	15,52	2	1	-	-
5	67,56	16,20	3	1	-	-
6	17,60	26,88	-	5	-	2
7	47,44	9,80	2	-	-	-
8	80,34	14,80	2	-	-	-
9	39,76	-	-	3	-	-
10	94,32	-	-	2	-	-
11	24,92	10,00	-	1	-	-
12	33,24	-	2	3	-	3
13	52,56	25,60	-	2	-	-
14	76,26	20,80	2	2	-	-

15	45,35	6,88	2	2	-	-
16	122,2	16,20	2	3	-	-
17	74,26	24,60	2	2	-	-
18	36,54	121,68	2	3	-	-
19	28,26	42,75	4	2	-	-
20	15,70	35,70	2	1	-	-
21	57,64	10,24	2	5	-	-
22	72,56	-	-	1	-	-
23	43,92	34,84	1	3	-	-
24	90,00	-	3	5	-	-
25	130,35	39,13	-	2	8	1
26	31,88	-	-	2	-	-
27	20,46	-	-	1	-	-
28	15,00	-	-	1	-	-
29	33,40	-	-	2	-	-
30	67,30	24,40	2	1	68	-

*Fuente:* Elaboración propia

### **3.3.2. Inventario de carreteras de estudio**

#### **3.3.2.1. Carretera I San Andrés – San Pedro de Sola**

Cuenta con 6 km asfaltados donde se realizó el inventario en 5km de ellos; 4km en el tramo ya dicho y 1km desde el cruce hasta el campamento.

**Tabla 3.7: Inventario carretera San Andrés – San Pedro De Sola**

Progresivas	Inventario						
	Señales horizontales		Señales verticales (unidad)	Señales aéreas (unidad)	Tachas blancas (unidad)	Tachas amarillas (unidad)	Resalto
	Pintura blanca(m2)	Pintura amarilla(m2)					
18+000-19+000	200	92,47	24	1	134	136	1
19+000-20+000	200	109,78	12	-	134	132	-
0+000-1+000	200	90,42	21	-	130	128	1
1+000-2+000	200	89,74	22	-	128	132	1
20+000-21+000	200	93,85	14	-	140	134	1

*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.3.2.2. Carretera II Tolomosa – Pampa Redonda

El tramo comprende 12 km para lo cual se procedió a realizar el inventario con un muestreo sistemático tomando cada dos km. Es decir, se tomó el kilómetro 2,4,6,8 y 10; donde se realizó el inventario de las señaléticas que comprendían las mismas.

**Tabla 3.8: Inventario carretero Tolomosa – Pampa Redonda**

Progresivas	Inventario						
	Señales horizontales		Señales verticales (unidad)	Señales aéreas (unidad)	Tachas blancas (unidad)	Tachas amarillas (unidad)	Resalto
	Pintura blanca(m2)	Pintura amarilla(m2)					
2+000-3+000	200	114,52	6	-	136	140	-
4+000-5+000	200	75,56	3	-	130	129	-
6+000-7+000	200	98,42	8	-	138	142	-

8+000-9+000	200	104,65	12	-	136	138	-
10+000-11+000	200	93,58	14	-	138	140	1

*Fuente:* Elaboración propia

### 3.3.2.3. Carretera III Santa Ana- Yesera Centro

El tramo comprende con 20 km para lo cual se procedió a realizar el inventario con un muestreo sistemático tomando cada tres km. Es decir, se tomó el kilómetro 1,3,6,9,12 donde se realizó el inventario de las señaléticas que comprendían las mismas.

**Tabla 3.9: Inventario carretera Santa Ana - Yesera**

Progresivas	Inventario						
	Señales horizontales		Señales verticales (unidad)	Señales aéreas (unidad)	Tachas blancas (unidad)	Tachas amarillas (unidad)	Resalto
	Pintura blanca(m2)	Pintura amarilla(m2)					
0+000-1+000	200	103,95	14	1	142	140	1
3+000-4+000	200	93,54	11	-	138	136	-
6+000-7+000	200	109,85	9	-	140	139	-
9+000-10+000	200	99,56	8	-	132	130	-
12+000-13+000	200	93,02	10	-	134	136	-

*Fuente:* Elaboración propia

### 3.4 PARÁMETROS DE DISEÑO DE LAS CARRETERAS

#### 3.4.1. Carretera I San Andrés – San Pedro de Sola

**Cuadro 3.8: San Andrés – San Pedro de Sola**

<b>Parámetros de diseño</b>	
Categoría de camino	Local III
Velocidad de proyecto	40 km/h
Código de clasificación	Código I (2)-40
Radio mínimo	50 m
Pendiente longitudinal máxima	9 %
Pendiente longitudinal mínima	0.5 %
Peralte máximo	7 %
Ancho de calzada	6.00 m
Ancho de berma	0.50 m
Talud relleno	1:1.5 (v:h)
Talud corte	1:3 (h: v)

*Fuente: SEDECA*

#### 3.4.2. Carretera II Tolomosa – Pampa Redonda

**Cuadro 3.9 : Tolomosa – Pampa Redonda**

Velocidad Directriz (km/h)	40	50
Peralte Máximo (%)	7	7
Radio Mínimo Absoluto (m)	50	80
Pendiente Máxima (%)	7	7
De Frenado (m)	38	52
De Sobrepasso (m)	240	300

*Fuente: SEDECA*

## Parámetros para Diseño Geométrico

### Sección Transversal

**Cuadro 3.10: Tolomosa – Pampa Redonda**

Elemento	Dimensión
Superficie de Rodadura (m)	7,30
Ancho de Bermas c/lado (Desde 00+000 a 12+197.7)	1
Bordillos (De 0+000 a 0+970) y (De 9+330 a 10+980)	Si

Fuente: SEDECA

### 3.4.3. Carretera III Santa Ana- Yesera

**Cuadro 3.11: Santa Ana- Yesera**

Clasificación	Camino colector	
Velocidad de diseño	60	Km/h
Radio mínimo	120	M
Peralte máximo	8	%
Pendiente Long. Máximo	8	%
Ancho de la calzada	7	m
Bombeo	2	%
Bermas	1	M a cada lado

Fuente: SEDECA

## 3.5. MUESTREO DE ÁREAS DE ESTUDIO

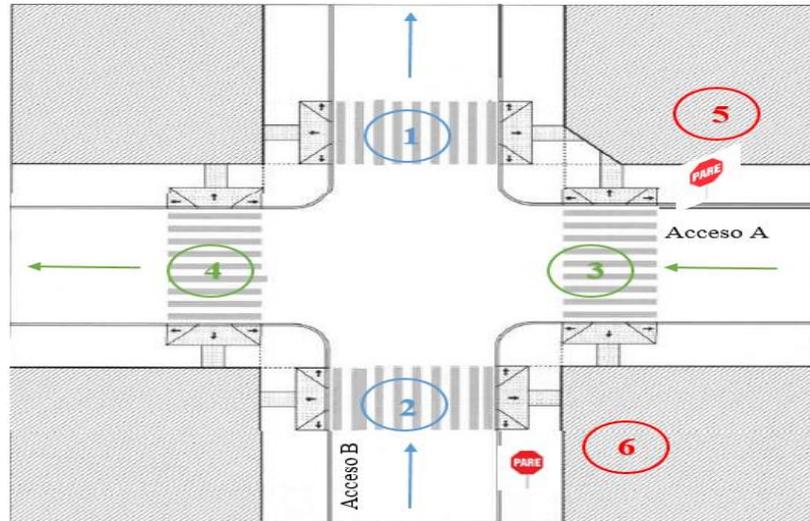
### 3.5.1. Muestreo de las calles de estudio

Mediante el planeamiento previo señalado en capítulos anteriores, se procedió a la toma de muestra en las diferentes áreas de estudio. A continuación, se detalla cada una de las áreas de estudio donde se tomó la muestra.

- Por las características geométricas, la señalización horizontal trasversal peatonal tipo cebra, será objeto de estudio para dar mayor representatividad en los datos, ya que cuenta con el área pintada de mayor concentración. Las intersecciones de estudio cuentan con dos y cuatro accesos que constituyen un flujo vehicular más frecuente, por tal motivo se tomó tres mediciones de retrorreflectancia en cada punto para obtener un valor promedio final que se considera aceptable.

- Para las señales verticales pertenecientes a cada intersección señalada anteriormente se medirá la retrorreflectancia en cada una de ellas
- Se procederá a sacar una pequeña muestra de pintura del pavimento donde en gabinete se realizará los laboratorios de espesores y peso volumétrico de los mismos. La muestra será tomada de manera aleatoria donde la pintura pueda ser extraída con más facilidad.

**Figura 3.24: Puntos de medición en calles**



*Fuente: Elaboración propia*

En la siguiente figura se muestra la extracción de la pintura de las calles teniendo cuidado de no dañar el pavimento para después realizar los ensayos en el laboratorio

**Figura 3.25: Extracción de pintura en calles**



*Fuente: Elaboración propia*

En la siguiente figura se mide la luminiscencia en lux para poder realizar la transformación en gabinete a retroreflectancia Rl (cd/m2)

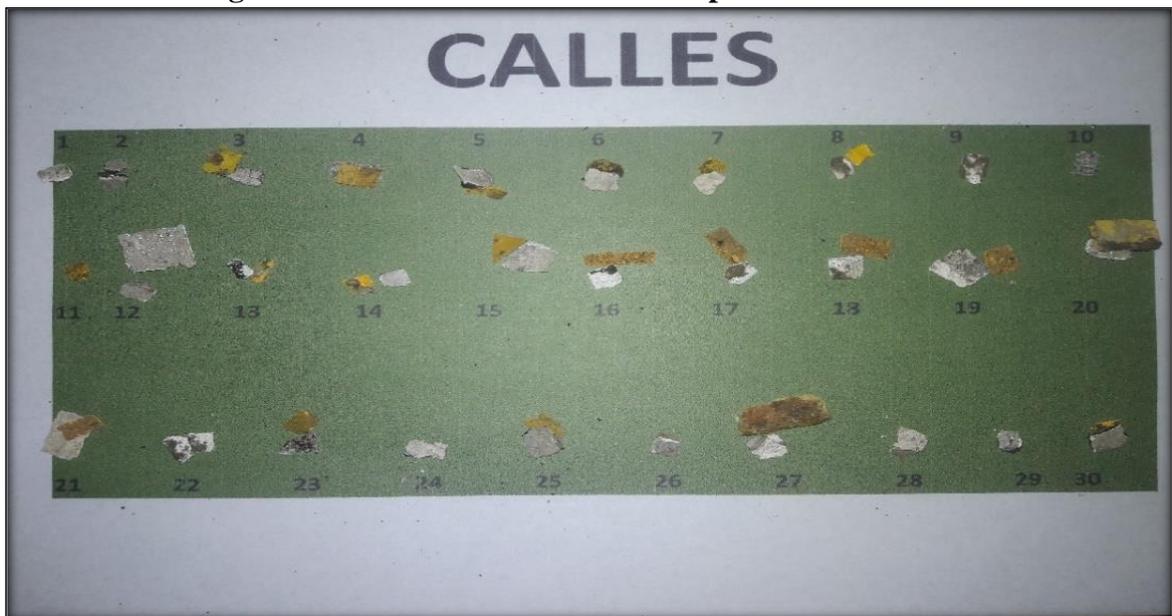
**Figura 3.26: Medición de la retroreflectancia en señales verticales en calles**



*Fuente: Elaboración propia*

Una vez obtenida la pintura y realizado la limpieza y desmante de asfalto o cemento se cortó la muestra en figuras geométricas para poder realizar la medición de su área y facilitar las mediciones siguientes en el laboratorio.

**Figura 3.27: Muestras de calles listas para su medición**

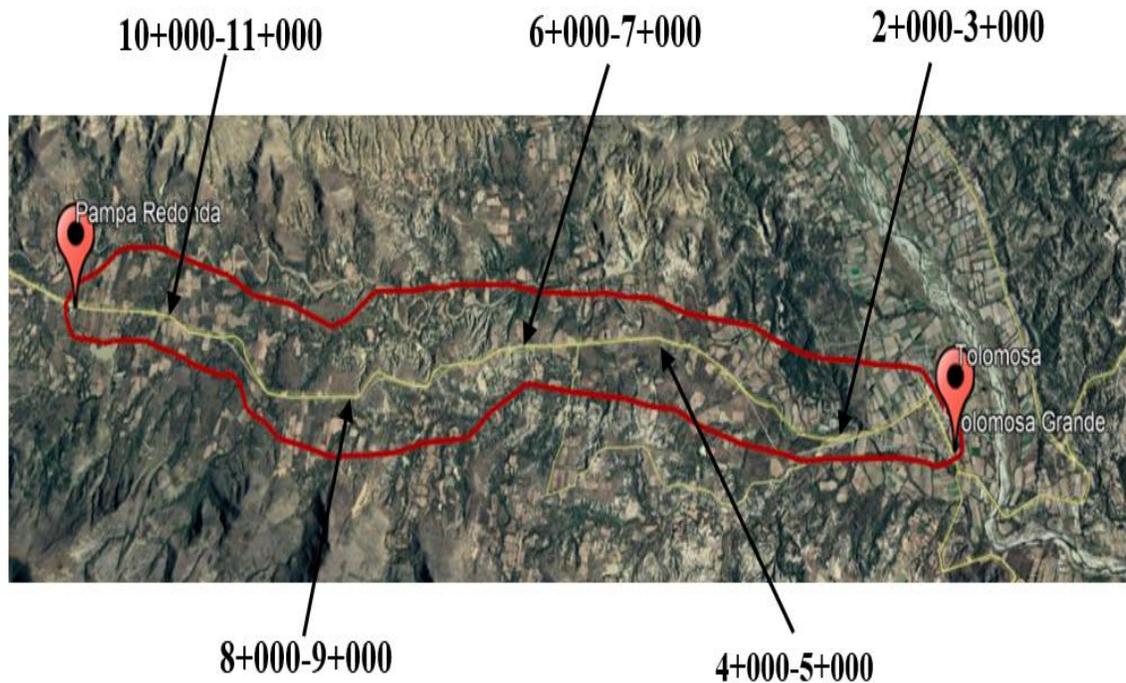


*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.5.2. Muestreo en carreteras de estudio

- Para el caso de las carreteras se tomará cinco progresivas de cada carretera señalada anteriormente, donde se podrá medir la retroreflectancia del borde derecho, borde izquierdo y centro de la calzada en cada progresiva seleccionada.
- En las señales verticales se medirá la retroreflectancia en todas aquellas que se encuentren dentro de las progresivas estudiadas.
- La pintura se extraerá de cada progresiva señalada donde en gabinete se realizará los laboratorios de espesores y peso volumétrico de los mismos. La muestra será tomada de manera aleatoria donde la pintura pueda ser extraída con más facilidad.

**Figura 3.28: Intervalos de mediciones en carreteras**



*Fuente:* Elaboración propia- Google Earth.

En la siguiente figura se muestra la extracción de la pintura en carreteras teniendo cuidado de no dañar el pavimento para después realizar los ensayos en el laboratorio

**Figura 3.29: Extracción de pintura en carreteras**



*Fuente:* Elaboración propia

En la siguiente figura se mide la luminiscencia en lux para poder realizar la transformación en gabinete de cd/m<sup>2</sup>

**Figura 3.30: Medición de la retrorreflectancia**



*Fuente:* Elaboración propia

Una vez obtenida la pintura y realizado la limpieza y desmonte de cemento se cortó la muestra en figuras geométricas para poder realizar la medición de su área y facilitar las mediciones siguientes en el laboratorio

**Figura 3.31: Muestra de carreteras lista para su medición**



*Fuente:* Elaboración propia

## **4.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Los cálculos realizados en este capítulo son muy extensos por lo cual se procedió a realizar un resumen de resultados para una mejor comprensión del tema. Los cálculos estarán presentes en anexo B comprenden retrorreflectancia en señales verticales, horizontales. Espesores y peso volumétrico de pintura en señales horizontales de calles y carreteras. También exhibe sus resultados y gráficas en anexo C

El análisis presenta el estado de la variable expuesta donde se pretende dar a conocer las observaciones y practicas llevadas a cabo en las señales.

### **4.1.1. Monitoreo de la iluminancia en calles**

#### **4.1.1.1. Resultados de retrorreflectancia de señales horizontales en calles**

En la presente tabla encontramos los resultados de retrorreflectancia de las señales horizontales (pintura blanca); donde se midió las calles de entrada y salida de las intersecciones correspondientes. Sacando un promedio de estas y así poder obtener los valores representativos presentes en la tabla que se miden en candelas/metro cuadrado. Para verifica si los resultados se encuentran dentro de los parámetros mínimos permisibles del manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C. tabla 2.4. retrorreflectancia para repintados.

Se seleccionan los primeros valores de la tabla ya que estos garantizarían contar con condiciones óptimas de reflectancia en las señales horizontales existentes brindando así una mayor seguridad y favorecer a la vida útil de la carretera.

El valor de lux es obtenido mediante el promedio de la calle medida, donde esta puede ser de entrada o salida. Una vez obtenido estos valores se realiza nuevamente un promedio total de toda la intersección; Se procederá a realizar el ejemplo del valor RL (cd/m<sup>2</sup>) de la intersección Av. La Paz esquina Av. Belgrano.

**Tabla 4. 10: Retrorreflectancia en intersección Av. La Paz esquina av. Belgrano**

Lugar de medición Av. La Paz esquina av. Belgrano	Punto	Luxómetro						Valor promedio		
		Medición 1		Medición 2		Medición 3				
		(lux)	Cd/m2	(lux)	Cd/m2	(lux)	Cd/m2	(lux)	Cd/m2	
Av. La Paz	1	23	92,0	22	88,0	24	96,0	23,0	92,0	
Av. Belgrano	3	21	84,0	19	76,0	22	88,0	20,7	82,7	
Av. La Paz	2	22	88,0	21	84,0	23	92,0	22,0	88,0	
Av. Belgrano	4	21	84,0	19	76,0	23	92,0	21,0	84,0	
Av. Belgrano	5	21	84,0	19	76,0	22	88,0	20,7	82,7	
								<b>promedio</b>	<b>21.5</b>	<b>85.9</b>

*Fuente:* Elaboración propia

Para el cálculo de la retrorreflectancia se usó la siguiente fórmula:

$$\text{retrorreflectancia} = \text{lux} * \text{distancia}^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 21.5 * 2^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 85.9 \text{ cd/m}^2$$

Donde:

Distancia = La distancia entre los faros del vehículo y la señal (horizontales 2 m)

Lux = Valor que nos da la aplicación luxómetro

Retrorreflectancia = Valor de la luminiscencia de las señales que es candela/metro cuadrado

**Tabla 4.11: Resumen de la retrorreflectancia de señales horizontales en calles**

Retrorreflectancia de señales horizontales en calles			
Puntos de estudio en calles de la ciudad de Tarija	Rl (cd/m2)	Valor mínimo permisible	Estado de la señalización
av. La Paz esquina av. Belgrano	85,9	120	Crítico
av. La Paz esquina av. Potosí	83,2	120	Crítico
calle Bolívar esquina calle Juan M. Saracho	96,0	120	Crítico
calle Bolívar esquina Colon	88,7	120	Crítico
calle Cochabamba esquina calle Venezuela	52,0	120	Crítico
lugar de medición calle Cochabamba zona colegio Fe y Alegría	77,3	120	Crítico
calle Ingavi esquina calle Campero	109,7	120	Crítico
calle Ingavi esquina calle colon	101,3	120	Crítico
av. julio Arce esquina av. hnos. Ruilobas	68,0	120	Crítico
Av. Los Ceibos esquina av. Julio Arce	56,7	120	Crítico

Av. Los Ceibos esquina calle Noelia Martines	110,7	120	Crítico
Calle Madrid esquina calle Delgadillo	106,7	120	Crítico
Calle Madrid esquina calle Campero	121,3	120	Óptimo
Calle General trigo esquina calle 15 de Abril	126,0	120	Óptimo
Calle General Trigo esquina calle Bolívar	87,3	120	Crítico
Calle Sucre esquina calle Corrado	90,0	120	Crítico
Calle Sucre esquina calle 15 de abril	112,0	120	Crítico
Av. Víctor Paz zona puente Bicentenario	110,7	120	Crítico
Av. Víctor paz esquina calle 15 de Abril	78,7	120	Crítico
Av. Víctor Paz carril del medio	88,0	120	Crítico
Av. Víctor Paz esquina calle Junín	108,0	120	Crítico
Av. Víctor Paz esquina calle O'Connor	105,3	120	Crítico
Av. Víctor Paz esquina calle Padilla	112,0	120	Crítico
Av. Víctor paz esquina av. La Paz	100,0	120	Crítico
Av. Gamoneda esquina av. Los Molles	112,0	120	Crítico
Av. Circunvalación pasando calle Tomas f.	107,3	120	Crítico
Lugar de medición av. Circunvalación esquina calle 29 de junio	82,7	120	Crítico
Lugar de medición av. Circunvalación esquina calle Sanandita	78,7	120	Crítico
Lugar de medición av. Jaime Paz zona tejar carril del medio	105,3	120	Crítico
Av. Font esquina av. Circunvalación	81,8	120	Crítico

Fuente: Elaboración propia

### Análisis estadístico descriptivo

**Tabla 4. 12: Resultados de retrorreflectancia en señales horizontales en calles**

N° intersección	RL (cd/m <sup>2</sup> )	N° intersección	RL (cd/m <sup>2</sup> )
1	85,9	16	110,7
2	83,2	17	78,7
3	96,0	18	88,0
4	88,7	19	105,3
5	52,0	20	112,0
6	77,3	21	100,0
7	101,3	22	112,0
8	68,0	23	107,3
9	56,7	24	82,7
10	110,7	25	105,3
11	106,7	26	81,8
12	121,3	27	109,7

13	87,3	28	126,0
14	90,0	29	108,0
15	112,0	30	78,7

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.13: Análisis estadístico descriptivo de retroreflectancia en señales horizontales en calles**

Media	94,77
Error típico	3,32
Mediana	98,00
Moda	112,00
Desviación estándar	18,17
Varianza de la muestra	330,29
Curtosis	-0,12
Coefficiente de asimetría	-0,55
Rango	74,00
Mínimo	52,00
Máximo	126,00
Suma	2843,18
Cuenta	30,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4. 14: Análisis de frecuencias en señales horizontales en calles.**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1		52,0	51,9	0
2	52,0	66,8	66,7	2
3	66,8	81,6	81,5	4
4	81,6	96,4	96,3	9
5	96,4	111,2	111,1	10
6	111,2	126,0	125,9	4
7	126,0	140,8	140,7	1

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis estadístico descriptivo se realizó con 30 datos obtenidos a través de cada intersección medida, el cual predomina mayores resultados de clase entre 4 y 5.

Con la tabla de frecuencias podemos expresar que en su mayoría las señales se encuentran cerca del valor mínimo permisible, dando así a conocer que las señales horizontales se encuentran en un estado crítico.

#### **4.1.1.2. Análisis de la retrorreflectancia de señales horizontales en calles**

Cómo podemos apreciar en la tabla de resultados la retrorreflectancia de las señales horizontales en un 93.33% presenta un estado crítico y un 6.67% un estado óptimo.

Estos resultados están presentes por el deterioro del pavimento en gran parte de las calles seleccionadas.

En calles alejadas del centro de la ciudad, el cuidado y mantenimiento de éstas es menos consecuente y el volumen de tráfico es menor a comparación del casco viejo. Donde los resultados presentes son bajos al mínimo permisible de la norma.

En el centro de la ciudad las calles conllevan un mantenimiento más consecuente dando así resultados más cercanos al mínimo admisible. Pero el tráfico que pasa en el centro de la ciudad provoca que las llantas de los vehículos desgasten en un menor tiempo las pinturas.

#### **4.1.1.3. Resultados de la retrorreflectancia de señales verticales en calles**

La tabla presenta los valores tomados de cada intersección en las que se encontraban las señales verticales. Donde se tomó las señales del mismo tipo de las 30 intersecciones y se sacó una media de estas. Como se puede apreciar cada señal se encuentra con su respectivo color y valores obtenidos. Se clasifica según el manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C. la tabla 2.2 niveles mínimos de retrorreflexión para señales verticales en uso.

Se seleccionan los primeros valores de la tabla ya que estos garantizarían contar con condiciones óptimas de reflectancia en las señales verticales existentes brindando así una mayor seguridad y favorecer a la vida útil de la carretera.

Para los resultados de retrorreflectancia de las señales verticales en calles el valor de lux en cada tipo de señal fue tomado su promedio según su color respectivo, se demostrará el cálculo para todas las señales verticales reglamentarias (pare) que se encontraban dentro de la mancha urbana.

**Tabla 4.15: Señales verticales reglamentarias PARE en la ciudad.**

<b>Señales verticales reglamentarias (pare)</b>				
<b>Ubicación</b>	<b>Lux</b>		<b>RI (cd/m2)</b>	
	<b>Blanco</b>	<b>Rojo</b>	<b>Blanco</b>	<b>Rojo</b>
Av. La Paz esquina Av. Belgrano	10,0	1,0	90	9
Av. La Paz esquina Av. Belgrano	11,0	1,0	99	9
Av. La Paz esquina Av. Belgrano	12,0	2,0	108	18
Av. La Paz esquina Av. Potos	10,0	2,0	90	18
calle Bolívar esquina calle Juan M. S.	11,0	2,0	99	18
Av. Víctor Paz esquina Av. La Paz	14,0	2,0	126	18
Promedio	11,3	1,7	102	15

*Fuente:* Elaboración propia

Para el cálculo de la retrorreflectancia se usó la siguiente fórmula:

$$\text{retrorreflectancia} = \text{lux} * \text{distancia}^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 11.3 * 3^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 102 \text{ cd/m}^2$$

Donde:

Distancia = La distancia entre los faros del vehículo y la señal (verticales 3 m)

Lux = Valor que nos da la aplicación luxómetro

Retrorreflectancia = Valor de la luminiscencia de las señales que es candela/metro cuadrado

**Tabla 4. 16 :Resumen de la retrorreflectancia de señales verticales en calles**

<b>Señal vertical reglamentaria (pare)</b>			
<b>RL (cd/ m2)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/ m2)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
102,0	15,0	150,0	27,0
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	Crítico
<b>Señal vertical informativa (parada de autobuses)</b>			
<b>RL (cd/m2)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Azul
71,1	9,0	150	12
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	Crítico
<b>Señal vertical reglamentaria (Peso máximo permitido)</b>			
<b>RL (cd/m2)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
104,4	18,0	150,0	27,0
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	Crítico
<b>Señal vertical preventiva (resalto)</b>			

<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco		Amarillo	
97,8		102,0	
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	
<b>Señal vertical reglamentaria (ceda el paso)</b>			
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
180,0	45,0	150,0	27,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical reglamentaria (velocidad máxima)</b>			
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
135,0	18,0	150,0	27,0
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	Crítico
<b>Señal vertical preventiva (zona escolar)</b>			
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco		Amarillo	
113,4		102,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical reglamentaria (prohibido estacionar)</b>			
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
147,0	22,5	150,0	27,0
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	Crítico
<b>Señal vertical informativa (dirección id)</b>			
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Verde	Blanco	Verde
135,0	24,0	150,0	27
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	Crítico
<b>Señal vertical preventiva (rotonda)</b>			
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco		Amarillo	
94,5		102,0	
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	
<b>Señal vertical preventiva (paso peatonal)</b>			
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco		Amarillo	
99,0		102,0	
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	
<b>Señal vertical reglamentaria (prohibido girar a la izquierda)</b>			
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo

99,0	18,0	150,0	27,0
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	Crítico
<b>Señal vertical informativa (hospital)</b>			
<b>RL (cd/m2)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>	
Blanco	Azul	Blanco	Azul
36,0	9,0	150	12
<b>Estado de señalización</b>		Crítico	Crítico

*Fuente:* Elaboración propia

### Análisis estadístico descriptivo (blanco)

**Tabla 4.17: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en calles (blanco)**

N° blanco	RL (cd/m2)	N° blanco	RL (cd/m2)	N° blanco	RL (cd/m2)
1	90	13	54	25	144
2	99	14	72	26	162
3	108	15	81	27	144
4	90	16	63	28	162
5	99	17	90	29	144
6	126	18	117	30	126
7	72	19	117	31	162
8	81	20	135	32	126
9	99	21	99	33	117
10	72	22	81	34	99
11	63	23	180	35	36
12	54	24	135	36	99

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.18: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales verticales en calles (blanco)**

Media	105,50
Error típico	5,83
Mediana	99,00
Moda	99,00
Desviación estándar	35,00
Varianza de la muestra	1224,77
Curtosis	-0,58
Coficiente de asimetría	0,19
Rango	144,00
Mínimo	36,00
Máximo	180,00
Suma	3798,00
Cuenta	36,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.19: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en calles (blanco)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	36,0	35,9	0
2	36,0	60,0	59,9	3
3	60,0	84,0	83,9	8
4	84,0	108,0	107,9	9
5	108,0	132,0	131,9	7
6	132,0	156,0	155,9	5
7	156,0	180,0	179,9	3
8	180,0	204,0	203,9	1

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 36 datos obtenidos a través de las mediciones en cada intersección donde se encontraba las señales verticales. Podemos apreciar que en su mayor concentración de resultados se encuentra entre la clase 3 a 6 y que sus valores obtenidos están por debajo del mínimo permisible el cual podemos confirmar que su estado de las señales en su mayoría es crítico.

#### **Análisis estadístico descriptivo (rojo)**

**Tabla 4.20: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en calles (rojo)**

N° rojo	RL (cd/m2)	N° rojo	RL (cd/m2)
1	9	11	18
2	9	12	18
3	18	13	18
4	18	14	18
5	18	15	45
6	18	16	18
7	18	17	18
8	18	18	36
9	18	19	18
10	18	20	27

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.21: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales verticales en calles (rojo)**

Media	19,80
Error típico	1,80
Mediana	18,00
Moda	18,00
Desviación estándar	8,05

Varianza de la muestra	64,80
Curtosis	5,10
Coefficiente de asimetría	2,02
Rango	36,00
Mínimo	9,00
Máximo	45,00
Suma	396,00
Cuenta	20,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.22: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en calles (rojo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	9,0	8,9	0
2	9,0	16,2	16,1	2
3	16,2	40,2	40,1	17
4	40,2	64,2	64,1	1

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 20 datos obtenidos a través de las mediciones en cada intersección donde se encontraba las señales verticales. Podemos apreciar que en su mayor concentración de resultados se encuentra entre la clase 3 y que sus valores obtenidos están por debajo del mínimo permisible el cual podemos confirmar que su estado de las señales en su mayoría es crítico.

#### **Análisis estadístico descriptivo (Amarillo)**

**Tabla 4.23: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en calles (amarillo)**

N° amarillo	RL (cd/m2)	N° amarillo	RL (cd/m2)
1	99	7	117
2	99	8	108
3	90	9	117
4	99	10	135
5	108	11	144
6	117	12	90
		13	99

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.24: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales verticales en calles (amarillo)**

Media	109,38
Error típico	4,54
Mediana	108,00
Moda	99,00
Desviación estándar	16,37
Varianza de la muestra	267,92
Curtosis	0,31
Coefficiente de asimetría	0,91
Rango	54,00
Mínimo	90,00
Máximo	144,00
Suma	1422,00
Cuenta	13,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.25: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en calles (amarillo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	90,0	89,9	0
2	90,0	100,8	100,7	6
3	100,8	111,6	111,5	2
4	111,6	122,4	122,3	3
5	122,4	133,2	133,1	0
6	133,2	144,0	144,0	2

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 13 datos obtenidos a través de las mediciones en cada intersección donde se encontraba las señales verticales. Podemos apreciar que en su mayor concentración de resultados se encuentra entre la clase 2 y que sus valores obtenidos están por debajo del mínimo permisible el cual podemos confirmar que su estado de las señales en su mayoría es crítico.

El color azul no realizó un análisis estadístico porque sus valores de retrorreflectancia eran los mismos en cada intersección medida, el cual no permitía aplicar la estadística descriptiva en su totalidad.

El color verde no realizó un análisis estadístico por que la cantidad de datos eran muy pocos el cual no permitía realizar una estadística descriptiva completa.

#### **4.1.1.4. Análisis de la retrorreflectancia de señales verticales en calles**

Las señales verticales en calles presentan en su mayoría desgaste considerable puesto que son antiguas y no se realizó un mantenimiento a estas. En las intersecciones de estudio encontramos que la retrorreflectancia está por debajo del valor mínimo permisible, sin embargo, podemos observar que un porcentaje de las señales verticales fueron implementadas recientemente donde se procuró que la retrorreflectancia podamos encontrar valores aceptables. Estas señales se encuentran repartidas en distintas intersecciones de estudio.

El desgaste de las señales se debe a las inclemencias del tiempo y el transcurrir de los años algunas se encuentran oxidadas y con su cinta retrorreflectivas dañadas. Es considerable quitar esas señales porque no se aprecian la orientación o información que se quiera dar a los conductores y peatones.

#### **4.1.2. Monitoreo de la iluminancia en carreteras**

##### **4.1.2.1. Resultados de la retrorreflectancia de señales horizontales en carreteras**

En la presente tabla encontramos los resultados de retrorreflectancia de las señales horizontales (pintura blanca y amarilla). Donde se midió los ejes de la vía en cada progresiva seleccionada anteriormente por el tipo de muestreo y se sacó una media de cada progresiva para poder obtener un valor único expresando el estado de la carretera. Los resultados presentados se clasificaron según el manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C. tabla 2.4. retrorreflectancia para repinados.

Se seleccionan los primeros valores de la tabla ya que estos garantizarían contar con condiciones óptimas de reflectancia en las señales horizontales existentes brindando así una mayor seguridad y favorecer a la vida útil de la carretera.

Para el cálculo de la retrorreflectancia se procedió a sacar la media de las progresivas y poder obtener un valor total de la carretera según el borde lecturado. A continuación, demostraré con un ejemplo el cálculo de la carretera San Andrés – San Pedro de Sola borde derecho

**Tabla 4.26: retrorreflectancia de carretera San Andrés – San Pedro de Sola (borde derecho)**

Lugar de medición san Andrés - san pedro de sola	Luxómetro										Valor promedio	
	Progresiva 18+000-19+000		Progresiva 19+000-20+000		Progresiva 0+000-1+000		Progresiva 1+000-2+000		Progresiva 20+000-21+000			
	(Lux)	Cd/m2	(lux)	Cd/m2	(lux)	Cd/m2	(lux)	Cd/m2	(lux)	Cd/m2	(lux)	Cd/m2
Lectura 1: Borde derecho	49	196,0	50	200,0	51	204,0	51	204,0	52	208,0	50,6	202,4

*Fuente:* Elaboración propia

Para el cálculo de la retrorreflectancia se usó la siguiente fórmula:

$$\text{retrorreflectancia} = \text{lux} * \text{distancia}^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 50.6 * 2^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 202.4 \text{ cd/m}^2$$

Donde:

Distancia = La distancia entre los faros del vehículo y la señal (horizontales 2 m)

Lux = Valor que nos da la aplicación luxómetro

Retrorreflectancia = Valor de la luminiscencia de las señales que es candela/metro cuadrado

**Tabla 4.27 : Resumen de la retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras**

<b>San Andrés - San Pedro De Sola</b>						
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>			<b>Límite mínimo permisible (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Estado de la señalización</b>	
Blanco	Amarillo	Blanco			Blanco	Amarillo
Borde derecho	Centro de la calzada	Borde izquierdo	Blanco	Amarillo		
202,4	158,4	197,6	120	95	Óptimo	Óptimo
<b>Tolomosa - pampa redonda</b>						
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>			<b>Límite mínimo permisible (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Estado de la señalización</b>	
Blanco	Amarillo	Blanco			Blanco	Amarillo
Borde derecho	Centro de la calzada	Borde izquierdo	Blanco	Amarillo		
178,4	154,4	180,0	120	95	Óptimo	Óptimo
<b>Santa Ana - yesera centro</b>						
<b>RL (cd/m<sup>2</sup>)</b>			<b>Límite mínimo permisible (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Estado de la señalización</b>	
Blanco	Amarillo	Blanco			Blanco	Amarillo
Borde derecho	Centro de la calzada	Borde izquierdo	Blanco	Amarillo		
203,2	160,8	199,2	120	95	Óptimo	Óptimo

Fuente: Elaboración propia

**Análisis estadístico descriptivo (blanco)**

**Tabla 4.28: Resultados de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (blanco)**

N° blanco	RL (cd/m <sup>2</sup> )	N° blanco	RL (cd/m <sup>2</sup> )	N° blanco	RL (cd/m <sup>2</sup> )
1	196	11	200	21	184
2	200	12	204	22	180
3	204	13	208	23	176
4	204	14	200	24	176
5	208	15	204	25	192
6	180	16	160	26	204
7	176	17	164	27	200
8	172	18	160	28	204
9	180	19	152	29	196
10	184	20	156	30	184

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.29: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (blanco)**

Error típico	3,11
Mediana	188,00
Moda	204,00
Desviación estándar	17,03
Varianza de la muestra	290,13
Curtosis	-0,88
Coefficiente de asimetría	-0,54
Rango	56,00
Mínimo	152,00
Máximo	208,00
Suma	5608,00
Cuenta	30,00

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.30: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (blanco)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	152,0	151,9	0
2	152,0	163,2	163,1	4
3	163,2	174,4	174,3	2
4	174,4	185,6	185,5	9
5	185,6	196,8	196,7	3
6	196,8	208,0	207,9	10
7	208,0	219,2	219,1	2

*Fuente: Elaboración propia*

El análisis descriptivo se realizó para 30 datos obtenidos a través de las mediciones en cada progresiva seleccionada de cada carretera. Podemos apreciar que en su mayor concentración de resultados se encuentra en la clase 4 y 6 donde que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible, donde confirmamos que su estado es óptimo.

**Análisis estadístico descriptivo (amarillo)**

**Tabla 4.31: Resultados de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (amarillo)**

N° amarillo	RL (cd/m2)	N° amarillo	RL (cd/m2)	N° amarillo	RL (cd/m2)
1	188	6	152	11	164
2	192	7	156	12	168

3	200	8	148	13	160
4	208	9	156	14	156
5	200	10	160	15	156

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.32: Análisis estadístico descriptivo de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (amarillo)**

Media	170,93
Error típico	5,29
Mediana	160,00
Moda	156,00
Desviación estándar	20,48
Varianza de la muestra	419,35
Curtosis	-1,12
Coefficiente de asimetría	0,76
Rango	60,00
Mínimo	148,00
Máximo	208,00
Suma	2564,00
Cuenta	15,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.33: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales horizontales en carreteras (amarillo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	148	147,9	0
2	148	163	162,9	8
3	163	178	177,9	2
4	178	193	192,9	2
5	193	208	207,9	2
6	208	223	222,9	1

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 15 datos obtenidos a través de las mediciones en cada progresiva seleccionada de cada carretera. Podemos apreciar que en su mayor concentración de resultados se encuentra entre la clase 2 y que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual podemos confirmar que su estado de las señales es óptimo.

#### 4.1.2.2. Análisis de retrorreflectancia de señales horizontales en carreteras

Las señales horizontales en carreteras presentan valores aprobados en su totalidad, acerca de la retrorreflectancia en todos los tramos seleccionados donde se midió aleatoriamente dentro de las progresivas. Basándonos en el manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C. tabla 2.4. Tomando en cuenta que las carreteras estudiadas fueron entregadas hace pocos años podemos encontrarnos con valores dentro de los rangos establecidos.

#### 4.1.2.3. Retrorreflectancia de señales verticales en carreteras

Los cuadros presentan valores tomados de cada progresiva seleccionada anteriormente según el tipo de muestreo. Como se puede apreciar cada señal se encuentra con su respectivo color, donde se sacó una media de cada tipo de señal en cada carretera de estudio. Los valores obtenidos se clasifican según el manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C. tabla 2.5 niveles mínimos de retrorreflexión para señales verticales nuevas (\*) (cd/lx/m<sup>2</sup>).

Se seleccionan los primeros valores de la tabla ya que estos garantizarían contar con condiciones óptimas de reflectancia en las señales verticales existentes brindando así una mayor seguridad y favorecer a la vida útil de la carretera.

Para el cálculo de retrorreflectancia de las señales verticales en carreteras; El valor de lux en cada tipo de señal fue tomado su promedio según su color respectivo en cada carretera. A continuación, se demostrará un ejemplo de la señal vertical informativa IC en la carretera San Andrés – San Pedro de Sola

**Tabla 4.34: retrorreflectancia de señales verticales IC en la carretera San Andrés – San Pedro de Sola**

Señal vertical informativa IC				
Ubicación	Lux		RI (cd/m <sup>2</sup> )	
	Blanco	Verde	Blanco	Verde
Progresiva 18+000-19+000 (Km 18)	34,0	6,0	306,0	54,0
Progresiva 18+000-19+000 (Km 18)	33,0	6,0	297,0	54,0
Progresiva 19+000-20+000 (Km 19)	35,0	5,0	315,0	45,0
Progresiva 19+000-20+000 (Km 19)	34,0	5,0	306,0	45,0
Progresiva 0+000-1+000 (Km 0)	34,0	6,0	306,0	54,0
Progresiva 0+000-1+000 (Km 0)	35,0	5,0	315,0	45,0
Progresiva 1+000-2+000 (Km 1)	34,0	6,0	306,0	54,0
Progresiva 1+000-2+000 (Km 1)	35,0	5,0	315,0	45,0

Progresiva 20+000-21+000 (Km 21)	33,0	6,0	297,0	54,0
Progresiva 20+000-21+000 (Km 21)	35,0	6,0	315,0	54,0
promedio	34,2	5,6	307,8	50,4

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la retrorreflectancia se usó la siguiente fórmula:

$$\text{retrorreflectancia} = \text{lux} * \text{distancia}^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 34.2 * 3^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 307.8 \text{ cd/m}^2$$

Donde:

Distancia = La distancia entre los faros del vehículo y la señal (verticales 3 m)

Lux = Valor que nos da la aplicación luxómetro

Retrorreflectancia = Valor de la luminiscencia de las señales que es candela/metro cuadrado

**Tabla 4.35: Resumen de la retrorreflectancia de señales verticales**  
(San Andrés - Sampedro De Sola)

<b>Señal vertical informativa IC</b>			
<b>Rl (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Verde	Blanco	Verde
307,8	50,4	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical informativa IL</b>			
<b>Rl (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Café	Blanco	Café
288,0	27	250,0	12,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical informativa IL</b>			
<b>Rl (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Verde	Blanco	Verde
308,3	49,5	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical informativa IT</b>			

<b>Rl (cd/m2)</b>	<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>
Café	Café
20,3	12,0
<b>Estado de señalización</b>	Óptimo
<b>Señal vertical preventiva (rotonda)</b>	
<b>Rl (cd/m2)</b>	<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>
Amarillo	Amarillo
216,0	170,0
<b>Estado de señalización</b>	Óptimo
<b>Señal vertical preventiva (resalto)</b>	
<b>Rl (cd/m2)</b>	<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>
Amarillo	Amarillo
210,6	170,0
<b>Estado de señalización</b>	Óptimo
<b>Señal vertical preventiva (viraje)</b>	
<b>Rl (cd/m2)</b>	<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>
Amarillo	Amarillo
209,3	170,0
<b>Estado de señalización</b>	Óptimo
<b>Señal vertical preventiva (animales en vía)</b>	
<b>Rl (cd/m2)</b>	<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>
Amarillo	Amarillo
211,5	170,0
<b>Estado de señalización</b>	Óptimo
<b>Señal vertical preventiva (contra curva)</b>	
<b>Rl (cd/m2)</b>	<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>
Amarillo	Amarillo
209,3	170,0
<b>Estado de señalización</b>	Óptimo
<b>Señal vertical preventiva (direccionales simples)</b>	
<b>Rl (cd/m2)</b>	<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>

Amarillo		Amarillo	
207,0		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical preventiva (zona escolar)</b>			
<b>Rl (cd/m2)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>	
Amarillo		Amarillo	
209,3		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical preventiva (puente angosto)</b>			
<b>Rl (cd/m2)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>	
Amarillo		Amarillo	
211,5		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical reglamentaria (pare)</b>			
<b>Rl (cd/m2)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
270,0	72,0	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical reglamentaria (prohibido adelantar)</b>			
<b>Rl (cd/m2)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
264,4	78,4	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical reglamentaria (máxima velocidad)</b>			
<b>Rl (cd/m2)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
265,5	72,0	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical reglamentaria (parada de taxis)</b>			
<b>Rl (cd/m2)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m2)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
270,0	72,0	250,0	45,0

<b>Estado de señalización</b>	Óptimo	Óptimo
-------------------------------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.36: Resumen de la retrorreflectancia de señales verticales**

**(Tolomosa - Pampa Redonda)**

<b>Señal vertical informativa IL</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Verde	Blanco	Verde
306,0	51,0	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical preventiva (direccionales simples)</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Amarillo		Amarillo	
207,0		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical preventiva (viraje)</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Amarillo		Amarillo	
212,4		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical preventiva (animales en vía)</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Amarillo		Amarillo	
216,0		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical preventiva (contra curva)</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Amarillo		Amarillo	
213,8		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical preventiva (resalto)</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Amarillo		Amarillo	
207,0		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical preventiva zona escolar)</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Amarillo		Amarillo	
207,0		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical reglamentaria (prohibido adelantar)</b>			

Rl (cd/m2)		Límite permisible mínimo (cd/m2)	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
259,7	81,0	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical reglamentaria (velocidad máxima)</b>			
Rl (cd/m2)		Límite permisible mínimo (cd/m2)	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
263,0	81,0	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical reglamentaria (entrada y salida de camiones)</b>			
Rl (cd/m2)		Límite permisible mínimo (cd/m2)	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
270,0	81,0	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.37: Resumen de la retrorreflectancia de señales verticales**

(Santa Ana - Yesera Centro)

<b>Señal vertical informativa IC</b>			
Rl (cd/m2)		Límite permisible mínimo (cd/m2)	
Blanco	Verde	Blanco	Verde
310,5	54,0	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical informativa IL</b>			
Rl (cd/m2)		Límite permisible mínimo (cd/m2)	
Blanco	Verde	Blanco	Verde
313,2	48,6	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	Óptimo
<b>Señal vertical preventiva (bifurcación)</b>			
Rl (cd/m2)		Límite permisible mínimo (cd/m2)	
Amarillo		Amarillo	
214,7		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical preventiva (contra curva)</b>			
Rl (cd/m2)		Límite permisible mínimo (cd/m2)	
Amarillo		Amarillo	
211,5		170,0	
<b>Estado de señalización</b>		Óptimo	
<b>Señal vertical preventiva (direccionales simples)</b>			
Rl (cd/m2)		Límite permisible mínimo (cd/m2)	
Amarillo		Amarillo	
210,0		170,0	

<b>Estado de señalización</b>	Óptimo		
<b>Señal vertical preventiva (zona escolar)</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Amarillo		Amarillo	
207,0		170,0	
<b>Estado de señalización</b>	Óptimo		
<b>Señal vertical preventiva (viraje)</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Amarillo		Amarillo	
225,0		170,0	
<b>Estado de señalización</b>	Óptimo		
<b>Señal vertical reglamentaria (pare)</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
265,5	76,5	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>	Óptimo	Óptimo	
<b>Señal vertical reglamentaria (prohibido adelantar)</b>			
<b>RI (cd/m<sup>2</sup>)</b>		<b>Límite permisible mínimo (cd/m<sup>2</sup>)</b>	
Blanco	Rojo	Blanco	Rojo
260,5	86,5	250,0	45,0
<b>Estado de señalización</b>	Óptimo	Óptimo	

*Fuente:* Elaboración propia

### Análisis estadístico descriptivo (blanco)

**Tabla 4.38: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (blanco)**

N° blanco	RL (cd/m <sup>2</sup> )						
1	306	24	261	47	270	70	306
2	297	25	270	48	252	71	297
3	315	26	270	49	288	72	315
4	306	27	270	50	270	73	306
5	306	28	261	51	270	74	324
6	315	29	270	52	270	75	315
7	297	30	270	53	252	76	315
8	306	31	270	54	252	77	306
9	306	32	261	55	270	78	306
10	315	33	261	56	234	79	270
11	315	34	270	57	270	80	261
12	252	35	261	58	270	81	270
13	306	36	252	59	270	82	252
14	315	37	270	60	252	83	252

15	297	38	270	61	252	84	261
16	306	39	270	62	252	85	261
17	315	40	252	63	261	86	270
18	306	41	252	64	270	87	270
19	306	42	252	65	252	88	270
20	270	43	252	66	270	89	261
21	270	44	261	67	270	90	270
22	270	45	270	68	270	91	261
23	270	46	261	69	315	92	252
						93	270

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.39: Análisis estadístico de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (blanco)**

Media	277,06
Error típico	2,32
Mediana	270,00
Moda	270,00
Desviación estándar	22,40
Varianza de la muestra	501,58
Curtosis	-0,98
Coefficiente de asimetría	0,59
Rango	90,00
Mínimo	234,00
Máximo	324,00
Suma	25767,00
Cuenta	93,00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.40: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (blanco)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	234,0	233,9	0
2	234,0	246,9	246,8	1
3	246,9	259,7	259,6	16
4	259,7	272,6	272,5	47
5	272,6	285,4	285,3	0
6	285,4	298,3	298,2	5
7	298,3	311,1	311,0	13
8	311,1	324,0	323,9	10
9	324,0	336,9	336,8	1

Fuente: Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 93 datos obtenidos a través de las mediciones en cada progresiva seleccionada de cada carretera. Podemos apreciar que en su mayor concentración de resultados se encuentra entre la clase 4 y que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual podemos confirmar que su estado de las señales es óptimo.

#### Análisis estadístico descriptivo (verde)

**Tabla 4.41: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (verde)**

N° verde	RL (cd/m2)						
1	54	8	45	15	54	22	54
2	54	9	54	16	45	23	54
3	45	10	45	17	45	24	45
4	45	11	45	18	54	25	54
5	54	12	54	19	54	26	45
6	45	13	54	20	45	27	54
7	54	14	54	21	54	28	45

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.42: Análisis estadístico de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (verde)**

Media	50,14
Error típico	0,86
Mediana	54,00
Moda	54,00
Desviación estándar	4,54
Varianza de la muestra	20,57
Curtosis	-2,06
Coficiente de asimetría	-0,31
Rango	9,00
Mínimo	45,00
Máximo	54,00
Suma	1404,00
Cuenta	28,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.43: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (verde)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	45,0	44,9	0
2	45,0	46,8	46,7	12
3	46,8	48,6	48,5	0
4	48,6	50,4	50,3	0
5	50,4	52,2	52,1	0
6	52,2	54,0	53,9	0
7	54,0	55,8	55,7	16

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 28 datos obtenidos a través de las mediciones en cada progresiva seleccionada de cada carretera. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 2 y 7 que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual podemos confirmar que su estado de las señales es óptimo.

#### **Análisis estadístico descriptivo (rojo)**

**Tabla 4.44: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (rojo)**

N° rojo	RL (cd/m2)	N° rojo	RL (cd/m2)	N° rojo	RL (cd/m2)
1	72	22	81	43	81
2	72	23	90	44	81
3	81	24	81	45	81
4	81	25	72	46	81
5	72	26	81	47	81
6	81	27	72	48	72
7	72	28	72	49	81
8	72	29	90	50	90
9	81	30	81	51	72
10	72	31	90	52	99
11	72	32	72	53	81
12	72	33	72	54	81
13	99	34	81	55	81
14	81	35	81	56	90
15	63	36	81	57	99
16	81	37	81	58	72
17	81	38	81	59	81
18	72	39	108	60	81
19	81	40	81	61	81
20	90	41	90	62	81

21	90	42	72	63	99
				64	81

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.45: Análisis estadístico de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (rojo)**

Media	80,86
Error típico	1,05
Mediana	81,00
Moda	81,00
Desviación estándar	8,41
Varianza de la muestra	70,69
Curtosis	1,20
Coefficiente de asimetría	0,88
Rango	45,00
Mínimo	63,00
Máximo	108,00
Suma	5175,00
Cuenta	64,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.46: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (rojo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	63,0	62,9	0
2	63,0	70,5	70,4	1
3	70,5	78,0	77,9	18
4	78,0	85,5	85,4	32
5	85,5	93,0	92,9	8
6	93,0	100,5	100,4	4
7	100,5	108,0	107,9	0
8	108,0	115,5	115,4	1

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 64 datos obtenidos a través de las mediciones en cada progresiva seleccionada de cada carretera. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 3 y 4 que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las señales es óptimo.

## Análisis estadístico descriptivo (café)

**Tabla 4.47: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (café)**

N° café	RL (cd/m2)
1	27
2	18
3	18
4	18
5	27

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.48: Análisis estadístico de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (café)**

Media	21,60
Error típico	2,20
Mediana	18,00
Moda	18,00
Desviación estándar	4,93
Varianza de la muestra	24,30
Curtosis	-3,33
Coefficiente de asimetría	0,61
Rango	9,00
Mínimo	18,00
Máximo	27,00
Suma	108,00
Cuenta	5,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.49: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (café)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	18,0	17,9	0
2	18,0	21,0	20,9	3
3	21,0	24,0	23,9	0
4	24,0	27,0	26,9	0
5	27,0	30,0	29,9	2

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 5 datos obtenidos a través de las mediciones en cada progresiva seleccionada de la carretera San Andrés – San Pedro de sola. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 2 y 5 que sus valores

obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las señales es óptimo

**Análisis estadístico descriptivo (amarillo)**

**Tabla 4.50: Resultados de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (amarillo)**

N° amarillo	RL (cd/m2)	N° amarillo	RL (cd/m2)	N° amarillo	RL (cd/m2)
1	216	24	225	47	207
2	207	25	207	48	225
3	207	26	198	49	225
4	216	27	207	50	225
5	207	28	225	51	207
6	216	29	216	52	216
7	216	30	216	53	207
8	207	31	216	54	207
9	198	32	216	55	216
10	207	33	207	56	225
11	198	34	225	57	207
12	207	35	198	58	207
13	225	36	225	59	207
14	216	37	207	60	216
15	207	38	207	61	207
16	207	39	216	62	225
17	216	40	207	63	216
18	216	41	207	64	207
19	207	42	207	65	207
20	189	43	216	66	225
21	216	44	216	67	198
22	207	45	207	68	225
23	198	46	198	69	207
				70	198

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.51: Análisis estadístico de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (amarillo)**

Media	211,24
Error típico	1,03
Mediana	207,00
Moda	207,00
Desviación estándar	8,63
Varianza de la muestra	74,48
Curtosis	-0,46

Coefficiente de asimetría	0,03
Rango	36,00
Mínimo	189,00
Máximo	225,00
Suma	14787,00
Cuenta	70,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.52: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia en señales verticales en carreteras (amarillo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	189,0	188,9	0
2	189,0	194,1	194,0	1
3	194,1	199,3	199,2	8
4	199,3	204,4	204,3	0
5	204,4	209,6	209,5	30
6	209,6	214,7	214,6	0
7	214,7	219,9	219,8	19
8	219,9	225,0	224,9	0
9	225,0	230,1	230,0	12

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 70 datos obtenidos a través de las mediciones en cada progresiva seleccionada de la carretera San Andrés – San Pedro de Sola. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 5 y 7 que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las señales es óptimo.

#### **4.1.2.4. Análisis de retrorreflectancia de señales verticales en carreteras**

Las señales verticales en carreteras, como se dijo anteriormente los valores de la retrorreflectancia presentan valores aprobados por el buen estado de la carretera y su corta edad. Pero se puede apreciar en algunos lugares que algunas señales se encuentran dobladas o con calcomanías por el vandalismo de la gente.

#### **4.1.3 Monitoreo de tachas en carreteras**

##### **4.1.3.1 Resultados de retrorreflectancia de tachas en pavimento flexible**

Las tablas presentan valores tomados de cada progresiva seleccionada anteriormente según el tipo de muestreo. Las tachas presentan diferentes colores ubicados en los bordes

y centro de la calzada donde se tomaron las medias de cada color según la carretera. Los valores obtenidos se clasifican según el manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C. tabla 2.5 coeficiente de intensidad luminosa retrorreflejada  $rl$ .

Se seleccionan los primeros valores de la tabla ya que estos garantizarían contar con condiciones óptimas de reflectancia en las tachas existentes brindando así una mayor seguridad y favorecer a la vida útil de la carretera.

Para el cálculo de retrorreflectancia de tachas en carreteras; El valor de lux en cada color medido fue tomado su promedio.

A continuación, se demostrará un ejemplo del valor obtenido de la carretera San Andrés – San Pedro de Sola tachas de color rojo.

**Tabla 4.53: Retrorreflectancia de tachas color rojo carretera San Andrés – San Pedro de sola**

Lugar de medición san Andrés - San Pedro de sola	Luxómetro	RI (cd/m2)
	Borde izquierdo (rojo)	Borde izquierdo (rojo)
18+000-19+000	19,0	76,0
19+000-20+000	21,0	84,0
0+000 - 1+000	18,0	72,0
1+000-2+000	23,0	92,0
20+000-21+000	20,0	80,0
Promedio	20,2	80,8

*Fuente: Elaboración propia*

Para el cálculo de la retrorreflectancia se usó la siguiente fórmula:

$$\text{retrorreflectancia} = \text{lux} * \text{distancia}^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 20.2 * 2^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 80.8 \text{ cd/m}^2$$

Donde:

Distancia = La distancia entre los faros del vehículo y la señal (horizontales 2 m)

Lux = Valor que nos da la aplicación luxómetro

Retrorreflectancia = Valor de la luminiscencia de las señales que es candela/metro cuadrado

**Tabla 4.54: Resumen de retrorreflectancia de tachas en carreteras pavimento flexible**

<b>San Andrés - san pedro de sola</b>								
<b>Retrorreflectancia (cd/m2)</b>			<b>Límite mínimo permisible (cd/m2)</b>			<b>Estado de señalización</b>		
<b>borde izquierdo (rojo)</b>	<b>centro de la calzada (amarillo)</b>	<b>borde derecho (blanco)</b>	<b>borde izquierdo (rojo)</b>	<b>centro de la calzada (amarillo)</b>	<b>borde derecho (blanco)</b>	<b>borde izquierdo (rojo)</b>	<b>centro de la calzada (amarillo)</b>	<b>borde derecho (blanco)</b>
80,8	172,8	285,6	70	167	279	Óptimo	Óptimo	Óptimo
<b>Tolomosa - pampa redonda</b>								
<b>Retrorreflectancia (cd/m2)</b>			<b>Límite mínimo permisible (cd/m2)</b>			<b>Estado de señalización</b>		
<b>borde izquierdo (rojo)</b>	<b>centro de la calzada (amarillo)</b>	<b>borde derecho (blanco)</b>	<b>borde izquierdo (rojo)</b>	<b>centro de la calzada (amarillo)</b>	<b>borde derecho (blanco)</b>	<b>borde izquierdo (rojo)</b>	<b>centro de la calzada (amarillo)</b>	<b>borde derecho (blanco)</b>
84	172	285,6	70	167	279	Óptimo	Óptimo	Óptimo
<b>Santa Ana - yesera centro</b>								
<b>Retrorreflectancia (cd/m2)</b>			<b>Límite mínimo permisible (cd/m2)</b>			<b>Estado de señalización</b>		
<b>borde izquierdo (rojo)</b>	<b>centro de la calzada (amarillo)</b>	<b>borde derecho (blanco)</b>	<b>borde izquierdo (rojo)</b>	<b>centro de la calzada (amarillo)</b>	<b>borde derecho (blanco)</b>	<b>borde izquierdo (rojo)</b>	<b>centro de la calzada (amarillo)</b>	<b>borde derecho (blanco)</b>
80	172,8	284,8	70	167	279	Óptimo	Óptimo	Óptimo

*Fuente:* Elaboración propia

## Análisis estadístico descriptivo en tachas (rojo)

**Tabla 4.55: Resultados de retrorreflectancia de tachas en carreteras (rojo)**

N° rojos	RL (cd/m2)	N° rojos	RL (cd/m2)	N° rojos	RL (cd/m2)
1	76	6	80	11	92
2	84	7	92	12	80
3	72	8	76	13	72
4	92	9	84	14	76
5	80	10	88	15	80

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.56: Análisis estadístico de retrorreflectancia de tachas en carreteras (rojo)**

Media	81,60
Error típico	1,78
Mediana	80,00
Moda	80,00
Desviación estándar	6,90
Varianza de la muestra	47,54
Curtosis	-1,01
Coefficiente de asimetría	0,34
Rango	20,00
Mínimo	72,00
Máximo	92,00
Suma	1224,00
Cuenta	15,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.57: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia de tachas en carreteras (rojo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	72	71,9	0
2	72	76	75,9	2
3	76	80	79,9	3
4	80	84	83,9	4
5	84	88	87,9	2
6	88	92	92,0	4

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 15 datos obtenidos a través de las mediciones en cada progresiva seleccionada de la carretera. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 4 y 6 que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las tachas es óptimo

**Análisis estadístico descriptivo en tachas (amarillo)**

**Tabla 4.58: Resultados de retrorreflectancia de tachas en carreteras (amarillo)**

N° amarillo	RL (cd/m2)	N° amarillo	RL (cd/m2)	N° amarillo	RL (cd/m2)
1	172	6	172	11	168
2	168	7	168	12	176
3	180	8	176	13	180
4	176	9	168	14	172
5	168	10	176	15	168

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.59: Análisis estadístico de retrorreflectancia en tachas en carreteras (amarillo)**

Media	172,53
Error típico	1,16
Mediana	172,00
Moda	168,00
Desviación estándar	4,50
Varianza de la muestra	20,27
Curtosis	-1,27
Coefficiente de asimetría	0,40
Rango	12,00
Mínimo	168,00
Máximo	180,00
Suma	2588,00
Cuenta	15,00

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.60: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia de tachas en carreteras (amarillo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	168,0	167,9	0
2	168,0	170,4	170,3	6
3	170,4	175,4	175,3	3
4	175,4	180,4	180,3	6
5	180,4	185,4	185,3	0

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 15 datos obtenidos a través de las mediciones en cada progresiva seleccionada de la carretera. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 2 y 4 que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las tachas es óptimo

**Análisis estadístico descriptivo en tachas (blanco)**

**Tabla 4.61: Resultados de retrorreflectancia de tachas en carreteras (blanco)**

N° blanco	RL (cd/m2)	N° blanco	RL (cd/m2)	N° blanco	RL (cd/m2)
1	288	6	292	11	280
2	280	7	284	12	292
3	284	8	280	13	288
4	284	9	284	14	284
5	292	10	288	15	280

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.62: Análisis estadístico de retrorreflectancia de tachas en carreteras (blanco)**

Media	285,33
Error típico	1,15
Mediana	284,00
Moda	284,00
Desviación estándar	4,45
Varianza de la muestra	19,81
Curtosis	-1,16
Coefficiente de asimetría	0,31

Rango	12,00
Mínimo	280,00
Máximo	292,00
Suma	4280,00
Cuenta	15,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.63: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia de tachas en carreteras (blanco)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	280,0	279,9	0
2	280,0	282,4	282,3	4
3	282,4	284,8	284,7	5
4	284,8	287,2	287,1	0
5	287,2	289,6	289,5	3
6	289,6	292,0	292,0	0
7	292,0	294,4	294,4	3

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 15 datos obtenidos a través de las mediciones en cada progresiva seleccionada de la carretera. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 2 y 3 que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las tachas es óptimo

#### **4.1.3.2. Análisis de tachas en pavimento flexible**

Las tachas en carreteras presentan valores aprobados en su totalidad, acerca de la retrorreflectancia en todos los tramos seleccionados donde se midió aleatoriamente dentro de las progresivas. Basándonos en el manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C. tabla 2.5. Tomando en cuenta que las carreteras estudiadas fueron entregadas hace pocos años podemos encontrarnos con valores dentro de los rangos establecidos.

#### **4.1.3.3. Resultados de retrorreflectancia de tachas en barandas**

Las tablas presentan valores tomados de cada progresiva seleccionada anteriormente según el tipo de muestreo. Las tachas presentan dos colores que se encuentran ubicadas en los barandales de la carretera el cual se procedió a sacar la media de cada color. Se aplicó la medición en dos carreteras Tolomosa – Pampa Redonda y Santa Ana – Yesera Centro. Los valores obtenidos se clasifican según el manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C. tabla 2.5 coeficiente de intensidad luminosa retrorreflejada  $rl$ .

Se seleccionan los primeros valores de la tabla ya que éstos garantizarían contar con condiciones óptimas de reflectancia en las tachas existentes brindando así una mayor seguridad y favorecer a la vida útil de la carretera.

Para el cálculo de retrorreflectancia de tachas en carreteras; El valor de lux medido en cada progresiva según su color fue tomado su promedio. A continuación, se demostrará un ejemplo del valor obtenido de la carretera Tolomosa – Pampa Redonda de las tachas de color blanco y amarillo.

**Tabla 4.64: retrorreflectancia de tachas en barandas en carreteras Tolomosa – Pampa Redonda**

Lugar de medición Tolomosa - Pampa Redonda	Luxómetro				Retrorreflectancia (cd/m2)				Luxómetro		Retrorreflectancia (cd/m2)	
	Tacha de borde izquierdo		Tacha de borde derecho		Tacha de borde izquierdo		Tacha de borde derecho		Valor promedio		Valor promedio	
	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco	Amarillo	Blanco
Baranda 1	42	70	42	71	168	280	168	284	42,0	70,5	168	282,0
Baranda 2	42	71	43	73	168	284	172	292	42,5	72,0	170	288,0
Baranda 3	43	71	42	70	172	284	168	280	42,5	70,5	170	282,0
Baranda 4	44	70	42	71	176	280	168	284	43,0	70,5	172	282,0
								Promedio	42,5	70,9	170	283,5

*Fuente:* Elaboración propia

Para el cálculo de la retrorreflectancia se usó la siguiente fórmula:

$$\text{retrorreflectancia} = \text{lux} * \text{distancia}^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 45.5 * 2^2$$

$$\text{retrorreflectancia} = 170 \text{ cd/m}^2$$

Donde:

Distancia = La distancia entre los faros del vehículo y la señal (horizontales 2 m)

Lux = Valor que nos da la aplicación luxómetro

Retrorreflectancia = Valor de la luminiscencia de las señales que es candela/metro cuadrado

**Tabla 4.65: retrorreflectancia de tachas en barandas en carreteras**

<b>Tolomosa - pampa redonda</b>					
<b>Retrorreflectancia (cd/m2)</b>		<b>Límite mínimo permisible (cd/m2)</b>		<b>Estado de señalización</b>	
<b>Amarillo</b>	<b>Blanco</b>	<b>Amarillo</b>	<b>Blanco</b>	<b>Amarillo</b>	<b>Blanco</b>
170,0	283,5	167	279	Óptimo	Óptimo
<b>Santa Ana - Yesera Centro</b>					
<b>Retrorreflectancia (cd/m2)</b>		<b>Límite mínimo permisible (cd/m2)</b>		<b>Estado de señalización</b>	
<b>Amarillo</b>	<b>Blanco</b>	<b>Amarillo</b>	<b>Blanco</b>	<b>Amarillo</b>	<b>Blanco</b>
173,0	287,5	167	279	Óptimo	Óptimo

*Fuente:* Elaboración propia

**Análisis descriptivo en tachas (amarillo)**

**Tabla 4.66: Resultados de retrorreflectancia de tachas en barandales en carreteras (amarillo)**

<b>N° amarillo</b>	<b>RL (cd/m2)</b>	<b>N° amarillo</b>	<b>RL (cd/m2)</b>
1	168	5	172
2	170	6	172
3	170	7	174
4	172	8	174

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.67: Análisis estadístico de retrorreflectancia de tachas en barandales en carreteras (amarillo)**

Media	171,50
Error típico	0,73
Mediana	172,00
Moda	172,00
Desviación estándar	2,07
Varianza de la muestra	4,29
Curtosis	-0,45
Coefficiente de asimetría	-0,39
Rango	6,00
Mínimo	168,00
Máximo	174,00
Suma	1372,00
Cuenta	8,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.68: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia de tachas en barandales en carreteras (amarillo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	168,0	167,9	0
2	168,0	169,5	169,4	1
3	169,5	171,0	170,9	2
4	171,0	172,5	172,4	3
5	172,5	174,0	173,9	0
6	174,0	175,5	175,5	2

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 8 datos obtenidos a través de las mediciones en cada barandal de la carretera. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 3 y 4 que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las tachas es óptimo.

**Análisis estadístico (blanco)**

**Tabla 4.69: Resultados de retrorreflectancia de tachas en barandales en carreteras (blanco)**

N° blanco	RL (cd/m2)	N° blanco	RL (cd/m2)
1	282	5	286
2	288	6	290
3	282	7	290
4	282	8	284

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.70: Análisis estadístico de retrorreflectancia de tachas en barandales en carreteras (blanco)**

Media	285,50
Error típico	1,24
Mediana	285,00
Moda	282,00
Desviación estándar	3,51
Varianza de la muestra	12,29
Curtosis	-1,91
Coficiente de asimetría	0,29
Rango	8,00
Mínimo	282,00
Máximo	290,00
Suma	2284,00
Cuenta	8,00

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.71: Análisis de frecuencias de retrorreflectancia de tachas en barandales en carreteras (blanco)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	282	281,9	0
2	282	284	283,9	3
3	284	286	285,9	1
4	286	288	287,9	1
5	288	290	289,9	1
6	290	292	292	2

*Fuente: Elaboración propia*

El análisis descriptivo se realizó para 8 datos obtenidos a través de las mediciones en cada barandal de la carretera. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 2 y 6 que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las tachas es óptimo.

#### 4.1.3.4. Análisis de tachas en barandales

Las tachas en los barandales presentan valores aprobados en su totalidad, acerca de la retrorreflectancia en todos los tramos seleccionados donde se midió en cada barandal situado en la carretera de estudio. Basándonos en el manual de dispositivos de control de tránsito-A.B.C. tabla 2.5. Tomando en cuenta que las carreteras estudiadas fueron entregadas hace pocos años podemos encontrarnos con valores dentro de los rangos establecidos.

#### 4.1.4. Espesores de áreas de estudio

##### 4.1.4.1. Resultados de los espesores en calles

El siguiente cuadro presenta los espesores de pinturas tomados en calles en lo cual en las intersecciones seleccionadas presentaban pintura blanca y amarilla y en otras no.

Se clasificó los espesores según la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización Vial. Donde el espesor mínimo es de 0.5 mm.

**Tabla 4.72 : Resumen de espesores en calles**

Punto de referencia	Espesores (mm)		Espesor mínimo permisible (mm)	Estado de señalización	
	Pintura blanca	Pintura amarilla		Pintura blanca	Pintura amarilla
1	0,9	-	0,5	Óptimo	-
2	1,2	-	0,5	Óptimo	-
3	1,2	1,5	0,5	Óptimo	Óptimo
4	0,9	0,4	0,5	Óptimo	Crítico
5	1,9	0,4	0,5	Óptimo	Crítico
6	1,5	0,3	0,5	Óptimo	Crítico
7	1,5	0,4	0,5	Óptimo	Crítico
8	1,5	1,5	0,5	Óptimo	Óptimo
9	1,4	-	0,5	Óptimo	-
10	1,0	-	0,5	Óptimo	-
11	1,0	-	0,5	Óptimo	-
12	1,7	0,3	0,5	Óptimo	Crítico
13	0,9	1,3	0,5	Óptimo	Óptimo

14	0,9	1,5	0,5	Óptimo	Óptimo
15	2,9	1,7	0,5	Óptimo	Óptimo
16	1,8	0,8	0,5	Óptimo	Óptimo
17	1,5	0,8	0,5	Óptimo	Óptimo
18	1,5	1,0	0,5	Óptimo	Óptimo
19	1,7	0,9	0,5	Óptimo	Óptimo
20	2,0	0,9	0,5	Óptimo	Óptimo
21	0,3	0,8	0,5	Crítico	Óptimo
22	1,4	-	0,5	Óptimo	-
23	1,3	1,8	0,5	Óptimo	Óptimo
24	1,3	-	0,5	Óptimo	-
25	1,9	1,3	0,5	Óptimo	Óptimo
26	1,5	-	0,5	Óptimo	-
27	1,5	-	0,5	Óptimo	-
28	1,5	-	0,5	Óptimo	-
29	1,1	-	0,5	Óptimo	-
30	1,5	1,0	0,5	Óptimo	Óptimo

Fuente: Elaboración propia

#### Análisis estadístico descriptivo (blanco)

**Tabla 4.73: Resultados de espesores de pintura de señales horizontales en calles (blanco)**

N° blanco	Espesor	N° blanco	Espesor	N° blanco	Espesor
1	0,9	11	1,0	21	0,3
2	1,2	12	1,7	22	1,4
3	1,2	13	0,9	23	1,3
4	0,9	14	0,9	24	1,3
5	1,9	15	1,8	25	1,9
6	1,5	16	1,8	26	1,5
7	1,5	17	1,5	27	1,5
8	1,5	18	1,5	28	1,5
9	1,4	19	1,7	29	1,1
10	1,0	20	2,0	30	1,5

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.74: Análisis estadístico de espesores de pintura de señales horizontales en calles (blanco)**

Media	1,37
Error típico	0,07
Mediana	1,50
Moda	1,50
Desviación estándar	0,38

Varianza de la muestra	0,14
Curtosis	0,74
Coefficiente de asimetría	-0,67
Rango	1,70
Mínimo	0,30
Máximo	2,00
Suma	41,10
Cuenta	30,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.75: Análisis de frecuencias de espesores de pintura en señales horizontales en calles (blanco)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	0,3	0,2	0
2	0,3	0,6	0,5	1
3	0,6	1,0	0,9	0
4	1,0	1,3	1,2	9
5	1,3	1,7	1,6	13
6	1,7	2,0	1,9	4
7	2,0	2,3	2,2	3

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 30 datos obtenidos a través de recolección de muestras de cada intersección seleccionada en calles. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 4 y 5 y que sus valores obtenidos en su mayoría están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las pinturas blancas es óptimo.

#### **Análisis estadístico descriptivo (amarillo)**

**Tabla 4.76: Resultados de espesores de pintura de señales horizontales en calles (amarillo)**

N° amarillo	Espesor	N° amarillo	Espesor
1	1,5	10	0,9
2	0,4	11	1,7
3	0,4	12	0,8
4	0,3	13	0,8
5	1,5	14	1,0
6	0,5	15	1,0

7	1,5	16	0,9
8	0,3	17	0,8
9	1,3	18	1,8
		19	1,3

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.77: Análisis estadístico de espesores de pintura de señales horizontales en calles (amarillo)**

Media	0,98
Error típico	0,11
Mediana	0,90
Moda	1,50
Desviación estándar	0,48
Varianza de la muestra	0,23
Curtosis	-1,13
Coefficiente de asimetría	0,12
Rango	1,50
Mínimo	0,30
Máximo	1,80
Suma	18,70
Cuenta	19,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.78: Análisis de frecuencias de espesores de pintura en señales horizontales en calles (amarillo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	0,3	0,2	0
2	0,3	0,6	0,5	5
3	0,6	0,9	0,8	0
4	0,9	1,2	1,1	7
5	1,2	1,5	1,4	2
6	1,5	1,8	1,7	4
7	1,8	2,1	2,0	1

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 19 datos obtenidos a través de recolección de muestras de cada intersección seleccionada en calles, donde en algunas se encontraba pintura amarilla y en otras no.

Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 2 y 4 y que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las pinturas amarillas es óptimo

#### **4.2.4.2. Análisis de espesores en calles**

Los espesores de las pinturas en calles presentan valores en su mayoría aceptables donde las mismas cumplieron con las especificaciones técnicas de la pintura.

La pintura se encontraba con material asfáltico o cemento. Por lo cual se procedió a realizar la limpieza como se explica en el capítulo II

#### **4.1.4.3. Resultados de espesores en carreteras**

Los siguientes cuadros presentamos los espesores de pinturas tomados en carreteras donde se procedió a extraer muestras de los ejes de la vía. Para lo cual se clasificó según la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización Vial.

**Tabla 4.79 : Resumen de espesores en carreteras (San Andrés - San Pedro De Sola)**

Lugar de medición San Andrés - San Pedro De Sola	Espesores (mm)			Espesor mínimo permisible (mm)	Estado de señalización		
	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho		Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho
18+000-19+000	0,7	0,5	0,6	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
19+000-20+000	0,9	0,8	0,8	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
0+000-1+000	0,8	0,9	0,5	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
1+000-2+000	1.0	1.0	1.0	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
20+000-21+000	0,9	1.0	1.0	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.80 : Resumen de espesores en carreteras (Tolomosa - Pampa Redonda)**

Lugar de medición Tolomosa - Pampa Redonda	Espesores (mm)			Espesor mínimo permisible (mm)	Estado de señalización		
	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho		Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho
2+000-3+000	0,9	0,9	0,8	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
4+000-5+000	0,8	0,9	0,9	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
6+000-7+000	1.0	0,7	0,9	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
8+000-9+000	0,8	0,9	0,8	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
10+000-11+000	0,7	0,7	0,9	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.81 : Resumen de espesores en carreteras (Santa Ana - Yesera Centro)**

Lugar de medición santa Ana - yesera centro	Espesores (mm)			Espesor mínimo permisible (mm)	Estado de señalización		
	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho		Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho
0+000-1+000	0,9	0,9	0,9	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
3+000-4+000	0,8	0,9	0,7	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
6+000-7+000	0,9	1.0	0,9	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
9+000-10+000	0,7	1.0	0,8	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo
1+000-12+000	0,5	0,8	0,7	0,5	Óptimo	Óptimo	Óptimo

*Fuente: Elaboración propia*

**Análisis estadístico descriptivo (blanco)**

**Tabla 4.82: Resultados de espesores en pintura de señales horizontales en carreteras (blanco)**

N° blanco	Espesor	N° blanco	Espesor	N° blanco	Espesor
1	0,7	11	0,8	21	1.0
2	0,9	12	0,7	22	1.0
3	0,8	13	0,9	23	0,8
4	1.0	14	0,8	24	0,9
5	0,9	15	0,9	25	0,9
6	0,9	16	0,7	26	0,8
7	0,7	17	0,5	27	0,9
8	0,8	18	0,6	28	0,9
9	0,8	19	0,8	29	0,7
10	1.0	20	0,5	30	0,9

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.83: Análisis estadístico de espesores en pintura de señales horizontales en carreteras (blanco)**

Media	0,82
Error típico	0,02
Mediana	0,80
Moda	0,90
Desviación estándar	0,13
Varianza de la muestra	0,02
Curtosis	0,37
Coefficiente de asimetría	-0,78
Rango	0,50
Mínimo	0,50
Máximo	1,00
Suma	24,50
Cuenta	30,00

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.84: Análisis de frecuencias de espesores de pinturas en señales horizontales en carreteras (blanco)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	0,5	0,4	0
2	0,5	0,6	0,5	2
3	0,6	0,7	0,6	1
4	0,7	0,8	0,7	5
5	0,8	0,9	0,8	0
6	0,9	1,0	0,9	8
7	1,0	1,1	1,0	10
8	1,1	1,2	1,1	4

*Fuente: Elaboración propia*

El análisis descriptivo se realizó para 30 datos obtenidos a través de recolección de muestras de cada progresiva seleccionada en carreteras. En su concentración de resultados se encuentra entre la clase 6 y 7 y que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las señales es óptimo.

**Análisis estadístico descriptivo (amarillo)**

**Tabla 4.85: Resultados de espesores en pintura de señales horizontales en carreteras (amarillo)**

N° blanco	Espesor	N° blanco	Espesor	N° blanco	Espesor
1	0,5	6	0,9	11	0,9
2	0,8	7	0,9	12	0,9
3	0,9	8	0,7	13	1,0
4	1,0	9	0,9	14	1,0
5	1,0	10	0,7	15	0,8

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.86: Análisis estadístico de espesores en pintura de señales horizontales en carreteras (amarillo)**

Media	0,86
Error típico	0,04
Mediana	0,90
Moda	0,90
Desviación estándar	0,14
Varianza de la muestra	0,02
Curtosis	1,80
Coefficiente de asimetría	-1,31
Rango	0,50
Mínimo	0,50
Máximo	1,00
Suma	12,90
Cuenta	15,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.87: Análisis de frecuencias de espesores de pinturas en señales horizontales en carreteras (amarillo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	0,5	0,4	0
2	0,5	0,6	0,5	1
3	0,6	0,8	0,7	0
4	0,8	0,9	0,8	2
5	0,9	1,0	0,9	8
6	1,0	1,1	1,0	4

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 15 datos obtenidos a través de recolección de muestras de cada progresiva seleccionada en carreteras. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 5 y 6 y que sus valores obtenidos están por encima del mínimo permisible el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las señales es óptimo.

#### 4.1.4.4. Análisis de espesores en carreteras

Los espesores en carreteras presentan valores aprobados en su totalidad cumpliendo con las especificaciones técnicas de la pintura. Dado que las carreteras de estudio están en un rango de 5 años y se encuentran en buen estado.

En intersecciones de entrada y salida que unen con los pueblos aledaños a las carreteras se encuentra con desgaste de la pintura por el transcurrir de las llantas de los vehículos que pasan por las intersecciones.

#### 4.1.5. Peso volumétrico de las señales horizontales

##### 4.1.5.1. Resultados del peso volumétrico en calles

El siguiente cuadro presentamos el peso volumétrico de cada intersección donde el cual podíamos encontrar pintura blanca y amarilla y en otras la pintura amarilla no estaba presente.

se clasificó los espesores según la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización Vial.

A continuación, se demostrará el cálculo del peso volumétrico en calles de la pintura blanca

**Tabla 4.88: Cálculo de peso volumétrico de señales horizontales en calles (pintura blanca)**

Punto de referencia	Peso (g)		Volúmenes (mm <sup>3</sup> )		Peso volumétrico (g/cm <sup>3</sup> )	
	Pintura blanca	Pintura amarilla	Pintura blanca	Pintura amarilla	Pintura blanca	Pintura amarilla
1	0,030	-	0,025	-	1,190	-

*Fuente:* Elaboración propia

Se cálculo con la fórmula:

$$\text{Peso volumétrico} = \frac{\text{peso (g)}}{\text{volumen (mm}^3\text{)}}$$

$$\text{Peso volumétrico} = \frac{0.03}{0.025}$$

$$\text{Peso volumétrico} = 1.19 \text{ g/mm}^3$$

Donde:

Peso = Peso de la pintura (g)

Volumen = Volumen de la pintura (mm<sup>3</sup>)

Peso volumétrico = Valor del peso volumétrico (g/mm<sup>3</sup>)

**Tabla 4.89 Resumen de peso volumétrico en calles**

Punto de referencia	Peso volumétrico (g/cm <sup>3</sup> )		Valor mínimo permisible (g/cm <sup>3</sup> )		Estado de señalización	
	Pintura blanca	Pintura amarilla	Mínimo	Máximo	Pintura blanca	Pintura amarilla
1	1,19	-	0,04	1,93	Óptimo	-
2	1,19	-	0,04	1,93	Óptimo	-
3	1,30	0,41	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
4	1,48	1,25	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
5	1,50	1,04	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
6	1,14	1,11	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
7	1,56	1,00	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
8	1,11	1,00	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
9	1,19	-	0,04	1,93	Óptimo	-
10	1,43	-	0,04	1,93	Óptimo	-
11	1,00	-	0,04	1,93	Óptimo	-
12	1,73	1,67	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
13	1,48	0,85	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
14	1,67	0,53	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
15	1,25	1,47	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
16	0,77	1,98	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
17	1,11	1,00	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
18	0,95	1,20	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
19	1,23	1,06	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
20	1,44	1,50	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
21	3,13	1,17	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
22	1,62	-	0,04	1,93	Óptimo	-
23	1,54	0,74	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo

24	1,68	-	0,04	1,93	Óptimo	-
25	1,75	1,10	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo
26	1,33	-	0,04	1,93	Óptimo	-
27	1,27	-	0,04	1,93	Óptimo	-
28	2,00	-	0,04	1,93	Óptimo	-
29	1,89	-	0,04	1,93	Óptimo	-
30	2,22	0,56	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo

*Fuente:* Elaboración propia

### Análisis estadístico descriptivo (blanco)

**Tabla 4.90: Resultados de pesos volumétricos de pintura de señales horizontales en calles (blanco)**

N° blanco	peso Vol.	N° blanco	peso Vol.	N° blanco	peso Vol.
1	1,33	11	1,75	21	1,14
2	1,27	12	0,77	22	1,56
3	2,0	13	1,11	23	1,11
4	1,89	14	0,95	24	1,19
5	2,22	15	1,23	25	1,43
6	1,44	16	1,0	26	1,19
7	3,13	17	1,73	27	1,19
8	1,62	18	1,48	28	1,3
9	1,54	19	1,67	29	1,48
10	1,68	20	1,25	30	1,5

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.91: Análisis estadístico de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en calles (blanco)**

Media	1,47
Error típico	0,08
Mediana	1,44
Moda	1,19
Desviación estándar	0,45
Varianza de la muestra	0,20
Curtosis	5,49
Coefficiente de asimetría	1,81
Rango	2,35
Mínimo	0,77
Máximo	3,13
Suma	44,18
Cuenta	30,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.92: Análisis de frecuencias de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en calles (blanco)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	0,8	0,7	0
2	0,8	1,2	1,1	5
3	1,2	1,7	1,6	16
4	1,7	2,2	2,1	7
5	2,2	2,7	2,6	1
6	2,7	3,1	3,0	0
7	3,1	3,6	3,5	1

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 30 datos obtenidos a través de recolección de muestras de cada intersección seleccionada en calles. El resultado se encuentra entre la clase 3 y 4 y que sus valores obtenidos en su mayoría están dentro de los rangos mínimos permisibles el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las señales es óptimo

#### **Análisis estadístico descriptivo (amarillo)**

**Tabla 4.93: Resultados de pesos volumétricos de pintura de señales horizontales en calles (amarillo)**

N° amarillo	Peso vol.	N° amarillo	Peso vol.
1	0,41	11	1,98
2	1,25	12	1,0
3	1,04	13	1,2
4	1,11	14	1,06
5	1,0	15	1,5
6	1,0	16	1,17
7	1,67	17	0,74
8	0,85	18	1,1
9	0,53	19	0,56
10	1,47		

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.94: Análisis estadístico de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en calles (amarillo)**

Media	1,09
Error típico	0,09
Mediana	1,06
Moda	1,00
Desviación estándar	0,39
Varianza de la muestra	0,15
Curtosis	0,46
Coefficiente de asimetría	0,38
Rango	1,58
Mínimo	0,41
Máximo	1,98
Suma	20,64
Cuenta	19,00

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.95: Análisis de frecuencias de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en calles (amarillo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	0,4	0,3	0
2	0,4	0,7	0,6	3
3	0,7	1,0	0,9	2
4	1,0	1,4	1,3	10
5	1,4	1,7	1,6	2
6	1,7	2,0	1,9	1
7	2,0	2,3	2,2	1

*Fuente: Elaboración propia*

El análisis descriptivo se realizó para 19 datos obtenidos a través de recolección de muestras de cada intersección seleccionada en calles, donde en algunas se encontraba pintura amarilla y en otras no.

Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 4 y que sus valores obtenidos en su mayoría están dentro de los rangos mínimos permisibles el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las señales es óptimo.

#### 4.1.5.2. Análisis del peso volumétrico en calles

El peso volumétrico en calles presenta en su mayoría cumplimiento de los rangos requeridos por las especificaciones de la pintura de la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización Vial. Donde se realizó el estudio de cada intersección. Los resultados que no se encuentran dentro del rango del cuadro se deben a que la muestra obtenida era muy frágil por lo tanto se realizó la medición con material asfáltico o cemento para evitar que la muestra se dañe.

#### 4.1.5.3. Resultados de peso volumétrico en carreteras

El siguiente cuadro presenta el peso volumétrico de pinturas tomados en carreteras donde se procedió a extraer muestras de los ejes de la vía. Para lo cual se clasificó según la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización Vial.

A continuación, se demostrar el cálculo del peso volumétrico del borde izquierdo

**Tabla 96: Cálculo de peso volumétrico de señales horizontales en carreteras**

Lugar de medición San Andrés - San Pedro de sola	Peso (g)			Volúmenes (mm <sup>3</sup> )			Peso volumétrico(g/mm <sup>3</sup> )		
	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho
18+000-19+000	0,03	0,05	0,06	0,0686	0,024	0,024	0,44	2,08	2,50

*Fuente:* Elaboración propia

Se cálculo con la fórmula:

$$Peso\ volumetrico = \frac{peso\ (g)}{volumen\ (mm^3)}$$

$$Peso\ volumetrico = \frac{0.03}{0.0686}$$

$$Peso\ volumetrico = 0.44\ g/mm^3$$

Donde:

Peso = Peso de la pintura (g)

Volumen = Volumen de la pintura (mm<sup>3</sup>)

Peso volumétrico = Valor del peso volumétrico (g/mm<sup>3</sup>)

**Tabla 4.97 : Peso volumétrico en carreteras (San Andrés - San Pedro De Sola)**

Lugar de medición san Andrés - san pedro de sola	Peso volumétrico(g/mm3)			Valor mínimo permisible (g/cm3)		Estado de señalización		
	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho	Mínimo	Máximo	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho
18+000-19+000	0,44	2,08	2,50	0,04	1,93	Óptimo	Crítico	Crítico
19+000-20+000	0,63	0,85	1,20	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
0+000-1+000	1,14	1,01	1,11	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
1+000-2+000	0,83	0,93	0,67	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
20+000-21+000	0,67	2,50	1,11	0,04	1,93	Óptimo	Crítico	Óptimo

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.98 : Peso volumétrico en carreteras (Tolomosa - Pampa Redonda)**

Lugar de medición Tolomosa - Pampa Redonda	Peso volumétrico(g/mm3)			Valor mínimo permisible (g/cm3)		Estado de señalización		
	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho	Mínimo	Máximo	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho
2+000-3+000	1,04	1,16	1,14	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
4+000-5+000	1,14	1,16	0,61	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
6+000-7+000	0,66	1,19	1,03	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
8+000-9+000	0,85	0,90	1,04	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
10+000-11+000	0,65	1,06	0,79	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.99 : Peso volumétrico en carreteras (Santa Ana - Yesera Centro)**

Lugar de medición Santa Ana - Yesera Centro	Peso volumétrico(g/mm3)			Valor mínimo permisible (g/cm3)		Estado de señalización		
	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho	Mínimo	Máximo	Borde izquierdo	Centro de la calzada	Borde derecho
0+000-1+000	1,23	1,01	0,73	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
3+000-4+000	0,78	0,99	1,36	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
6+000-7+000	0,62	1,27	1,01	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
9+000-10+000	1,36	1,00	0,94	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo
1+000-12+000	1,04	0,85	0,71	0,04	1,93	Óptimo	Óptimo	Óptimo

*Fuente:* Elaboración propia

**Análisis estadístico descriptivo (blanco)**

**Tabla 4.100: Resultados de pesos volumétricos de pintura de señales horizontales en carreteras (blanco)**

N° blanco	Peso vol.	N° blanco	Peso vol.	N° blanco	Peso vol.
1	0,44	11	1,23	21	1,14
2	0,63	12	0,78	22	0,61
3	1,14	13	0,62	23	1,03
4	0,83	14	1,36	24	1,04
5	0,67	15	1,04	25	0,79
6	1,04	16	2,5	26	0,73
7	1,14	17	1,2	27	1,36
8	0,66	18	1,11	28	1,01
9	0,85	19	0,67	29	0,94
10	0,65	20	1,11	30	0,71

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.101: Análisis estadístico de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en carreteras (blanco)**

Media	0,97
Error típico	0,07
Mediana	0,97
Moda	1,14
Desviación estándar	0,38
Varianza de la muestra	0,14
Curtosis	8,44
Coefficiente de asimetría	2,26
Rango	2,06
Mínimo	0,44
Máximo	2,50
Suma	29,03
Cuenta	30,00

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 4.102: Análisis de frecuencias de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en carreteras (blanco)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	0,4	0,3	0
2	0,4	0,8	0,7	10
3	0,8	1,3	1,2	15
4	1,3	1,7	1,6	4
5	1,7	2,1	2,0	0
6	2,1	2,5	2,4	0
7	2,5	2,9	2,8	1

*Fuente:* Elaboración propia

El análisis descriptivo se realizó para 30 datos obtenidos a través de recolección de muestras de las progresivas seleccionada en carreteras. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 2 y 3 y que sus valores obtenidos en su mayoría están dentro de los rangos mínimos permisibles el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las señales es óptimo.

### Análisis estadístico descriptivo (amarillo)

**Tabla 4.103: Resultados de pesos volumétricos de pintura de señales horizontales en carreteras (amarillo)**

N° amarillo	Peso vol.	N° amarillo	Peso vol.	N° amarillo	Peso vol.
1	2,08	6	1,16	11	1,01
2	0,85	7	1,16	12	0,99
3	1,01	8	1,19	13	1,27
4	0,93	9	0,9	14	1
5	2,5	10	1,06	15	0,85

*3Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.104: Análisis estadístico de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en carreteras (amarillo)**

Media	1,20
Error típico	0,12
Mediana	1,01
Moda	1,16
Desviación estándar	0,47
Varianza de la muestra	0,22
Curtosis	4,36
Coefficiente de asimetría	2,21
Rango	1,65
Mínimo	0,85
Máximo	2,50
Suma	17,95
Cuenta	15,00

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 4.105:: Análisis de frecuencias de peso volumétrico de pintura de señales horizontales en carreteras (amarillo)**

Clase	Intervalos		Grupos	Frecuencias
	Límite inferior	Límite superior		
1	-	0,8	0,7	0
2	0,8	1,3	1,2	11
3	1,3	1,7	1,6	2
4	1,7	2,1	2,0	0
5	2,1	2,5	2,4	1
6	2,5	2,9	2,8	1

*Fuente: Elaboración propia*

El análisis descriptivo se realizó para 15 datos obtenidos a través de recolección de muestras de las progresivas seleccionada en carreteras. Podemos apreciar que en su concentración de resultados se encuentra entre la clase 2 y 3 y que sus valores obtenidos en su mayoría están dentro de los rangos mínimos permisibles el cual alcanzamos a confirmar que su estado de las señales es óptimo.

#### **4.1.5.4. Análisis de peso volumétrico en carreteras**

El peso volumétrico en carreteras presenta en su mayoría cumplimiento de los rangos requeridos por las especificaciones de la pintura de la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización vial. donde se realizó el estudio de cada progresiva. Como se mencionó en los cálculos de espesores los valores que no se encuentran dentro del rango son porque la muestra medida es muy delicada y se intentó tener el mayor cuidado para que no dañen y se pueda tener valores aceptables.

## 5.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegó luego de culminar la evaluación de señalización vertical y horizontal en calles y carreteras son:

- Se realizó la evaluación de las prácticas en calles y carreteras para verificar el cumplimiento de las condiciones y normas aplicadas en la región central del valle de Tarija.
- Se efectuó un inventario de las señales horizontales y verticales en las zonas de aplicación donde el resultado se refleja en el anexo A.
- Se realizó las mediciones en el área rural y urbana seleccionadas y se clasificó el estado actual de las señales según los datos obtenidos,
- La retrorreflectancia de la señalización horizontal en calles en un 93.33% no cumplen con los valores mínimos establecidos por las normas vigentes del manual de dispositivos de control de tránsito A.B.C. de la tabla 2.4 retrorreflectancia para repintados.
- La retrorreflectancia de la señalización verticales en calles en un 84.62 % no cumplen con los valores mínimos establecidos por las normas vigentes del manual de dispositivos de control de tránsito A.B.C. de la Tabla 2.2 Niveles mínimos de retrorreflexión para señales verticales en uso ( $cd/lx/m^2$ )
- La retrorreflectancia de la señalización horizontal en carreteras cumplen en su totalidad con los valores mínimos establecidos por las normas vigentes del manual de dispositivos de control de tránsito A.B.C. Tabla 2.4. Retrorreflectancia para repintados
- La retrorreflectancia de la señalización vertical en carreteras cumplen en su totalidad con los valores mínimos establecidos por las normas vigentes del manual de dispositivos de control de tránsito A.B.C. de la tabla 2.1. Niveles mínimos de retrorreflexión para señales verticales nuevas ( $cd/lx/m^2$ )
- La retrorreflectancia de tachas en pavimento flexible de las carreteras cumplen en su totalidad con los valores mínimos establecidos por las normas vigentes del manual de dispositivos de control de tránsito A.B.C. de la tabla 2.5 coeficiente de intensidad luminosa retroflejada  $rl$ .

- La retrorreflectancia de tachas en barandas de las carreteras cumplen en su totalidad con los valores mínimos establecidos por las normas vigentes del manual de dispositivos de control de tránsito A.B.C. de la tabla 2.5 coeficiente de intensidad luminosa retroflejada  $rl$ .
- Los espesores de la señalización horizontal en calles en un 3.33 % en pintura blanca y en un 26.31 % no cumplen con los valores mínimos permisibles establecidos en la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización Vial.
- Los espesores de la señalización horizontal en carreteras cumplen en su totalidad con los valores mínimos permisibles establecidos en la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización Vial.
- El peso volumétrico de la señal horizontal en calles presenta en un 13.33 % en pintura blanca y un 5.26 % en pintura amarilla donde no cumple con el rango establecido por la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización Vial.
- El peso volumétrico de la señal horizontal en carreteras presenta porcentajes de cumplimiento dentro del rango establecido por la norma española UNE 135200-2 de Equipamientos para la señalización Vial otros que no cumplen.

Se presenta el cuadro siguiente:

<b>Carretera</b>	<b>Borde izquierdo (%)</b>	<b>Centro de la calzada (%)</b>	<b>Borde derecho (%)</b>
San Andrés - San Pedro de Sola	100	80	80
Tolomosa - Pampa Redonda	100	100	100
Santa Ana - Yesera Centro	100	100	100

## 5.2. RECOMENDACIONES

- En deterioro de la pintura en calles es mayor por el constante aumento de tráfico. Donde las llantas de los vehículos es el principal factor que lo produce, se considera optar por pinturas termoplásticas para una mayor conservación de la señalización horizontal.
- La señalización vertical en calles presenta un desgaste considerable en su mayoría (parada de autobuses) donde se tendría que remplazar todas estas señales e implementar las nuevas señales verticales (parada de autobuses) que incorporaron en el centro de la ciudad para mejorar la orientación del transporte público para el peatón a través de las aplicaciones para celular que contienen estas señales y así actualizar a la población con la tecnología.
- En base a los resultados obtenidos a través de la evaluación se sugiere realizar un plan de mantenimiento en calles y carreteras tomando el tiempo y actividades a realizar en las señaléticas, para esto se proporciona los siguientes cuadros:

	<b>Tipo de mantenimiento</b>	<b>Intervalo de tiempo (meses)</b>	<b>Actividades</b>
Calles	Mantenimiento rutinario	6	Limpieza de las señales Reparación de señalización vertical Repintado de señalización horizontal

	<b>Tipo de mantenimiento</b>	<b>Intervalo de tiempo (años)</b>	<b>Actividades</b>
Carreteras	Mantenimiento periódico	5	Limpieza de las señales Reparación de señalización vertical Repintado de señalización horizontal Mantenimiento en tachas

El tiempo seleccionado para calles es debido a la gran afluencia de vehículos que transitan por las intersecciones de estudio en el presente documento.

El tiempo seleccionado para carreteras es debido a que las carreteras de estudio se encontraban en un buen estado y fueron entregadas hace pocos años.