

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La señalización de tráfico constituye uno de los elementos claves de la seguridad de la circulación y del equipamiento ofrecido al usuario como guía y orientación durante la conducción. Estos elementos (seguridad, guiado y orientación), son partes fundamentales de la explotación de una carretera o vía urbana.

Cada año grandes cantidades de materiales de marcas viales se aplican en carreteras en todo el mundo. La selección del material de señalización apropiado se basa tradicionalmente, en requisitos técnicos, condiciones climáticas y topográficas, densidad de tráfico y consideraciones de costo.

Para que la señalización de tráfico cumpla de modo eficaz su cometido, necesitan cumplir con unos requisitos técnicos que varían a lo largo del tiempo por envejecimiento u otras causas, requisitos que, por otra parte, son cada vez más exigentes a medida que los conocimientos y las tecnologías avanzan en los distintos campos implicados en su fabricación, puesta en obra, conservación, etc.

Hasta el momento, la selección de materiales de señalización horizontal se ha dificultado debido a la falta de información completa sobre el comportamiento de las marcas viales en la ciudad. Precisamente en el sector público se toman medidas a corto plazo en virtud de los costos emergentes sin atender en ello a los criterios técnicos.

Las iniciativas principales apuntan a mejorar y fortalecer los sistemas de base de datos sobre la señalización horizontal en la ciudad de Tarija con el uso del método ciclo de vida.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta la visión de un desarrollo global en nuestro medio, elevándose así los porcentajes de crecimiento acelerado en relación a anteriores años del índice de crecimiento automotriz y la demografía establecida, es que se requiere de una nueva perspectiva para la circulación vial.

Debido a la existencia de varios desperfectos e inadecuadas metodologías de aplicación en la señalización horizontal, es que existe la motivación directa en llenar este vacío cognitivo para crear un nuevo panorama sobre los procesos en la intervención de actividades de demarcación vial, para el fortalecimiento y reevaluación de futuras políticas, proyectos, planes de aplicación y conservación de la señalización horizontal.

Es necesario evaluar y contar con una base de datos dentro del comportamiento de la señalización horizontal donde intervienen una serie de elementos que afectan la vida útil de la pintura y demás componentes. Con el propósito de poder mejorar los procesos de ejecución, control y mantenimiento además de crear una base sólida para tomar decisiones con fundamento ya que en nuestro medio no se cuenta con ningún estudio sobre el mismo impidiendo la evolución de una de las ramas más importantes dentro de la seguridad vial.

Con el presente estudio se pretende beneficiar por un lado al aporte académico realizando una investigación con metodologías nuevas existentes para obtención de datos y resultados para creación de nuevos criterios que serán de gran utilidad para todo el sector involucrado en el manejo de carreteras, afectando directamente a la evaluación de la demarcación horizontal. Por otro lado se coadyuvará a mejorar significativamente la seguridad y circulación vial de automotores como de peatones en beneficio de nuestra sociedad.

Con las expectativas planteadas el presente estudio podrá ser considerado como herramienta base para la elaboración de programas de mantenimiento y conservación

de la señalización horizontal, establecimiento de la elección adecuada de tipo de señalización a utilizar tomando en cuenta las características específicas de cada zona.

De esta manera es que se decide por realizar este estudio con el fin de homologar políticas y procedimientos que ya han sido puestos en uso en países con mayor desarrollo

1.3 DISEÑO TEÓRICO

1.3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1.1 SITUACIÓN PROBLÉMICA

Haciendo un análisis detenido y minucioso se puede observar a grandes rasgos que la señalización no cumple con el objetivo de diseño o bien así no cumple en la totalidad de su vida útil ya que se nota con frecuencia el desgaste excesivo y la pérdida a temprana edad de su contraste, lo que hace difícil su visibilidad para el usuario fomentando el aumento de accidentes de tránsito al ser considerado la señalización horizontal como una de las herramientas de afectación más importantes en la seguridad vial.

En la ciudad Tarija no existe ningún mecanismo para su conservación debido a la falta de información sobre esta área, delimitando sólo a procesos inadecuados en su aplicación y mantenimiento de las marcas viales evitándose una garantía de sostenibilidad técnica y social.

1.3.1.2 PROBLEMA

¿La evaluación de la señalización horizontal mediante la metodología del ciclo de vida, podrá obtener información del comportamiento de la señalización horizontal que sirva para una mejor planificación de su conservación?

1.3.2 OBJETIVOS

1.3.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la señalización horizontal a través de metodologías modernas para su estudio con el propósito de mejorar las condiciones y periodo de vida útil de las señales viales en Tarija.

1.3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las características y bases para la aplicación del método ciclo de vida.
- Ubicar el área de estudio de características representativas para el análisis.
- Aplicar las metodologías de evaluación.
- Procesar datos de campo y obtener resultados finales.
- Establecer parámetros de tendencia en la señalización
- Implementar una base de datos fiable sobre el comportamiento de la señalización
- Evaluación y conclusión de resultados obtenidos.

1.4 DISEÑO METODOLÓGICO

1.4.1 UNIDAD Y MUESTRA

a) Unidad de estudio

Factores de desgaste en las demarcaciones viales en la ciudad de Tarija

b) Población

Factores de desgaste en las demarcaciones viales en la zona central de la ciudad de Tarija.

c) Muestra

Factores de desgaste en las demarcaciones viales en 7 intersecciones y 3 carreteras rurales en la ciudad de Tarija.

d) **Muestreo**

Son las siguientes intersecciones:

N°	INTERSECCIÓN	
1	SANTA CRUZ	DOMINGO PAZ
2	INGAVI	SEVILLA
3	GRAL. TRIGO	DOMINGO PAZ
4	GRAL. TRIGO	15 DE ABRIL
5	BOLIVAR	JUNIN
6	DOMINGO PAZ	COLÓN
7	LA MADRID	SUIPACHA

N°	AREA RURAL
1	CARRETERA A ERQUIZ
2	CARRETERA AL CHACO
3	CARRETERA A BERMEJO

1.4.2 MÉTODOS Y TÉCNICAS

a) **Método**

El método a utilizar es el ciclo de vida que contempla la recopilación y evaluación de datos de comportamiento a lo largo del ciclo de vida del producto, que en este caso representa a las marcas viales.

b) **Técnicas**

Las técnicas a para la medición del comportamiento vial se agrupan en distintos factores de afectación a la señalización, tales como: el tráfico, la rugosidad del pavimento y el tiempo de degradación desde el ultimo mantenimiento, todos estos factores serán medidos independientemente.

Las técnicas del muestreo.- Las técnicas de muestro son probabilísticas

Descripción de los instrumentos para la obtención de datos

Luxómetro.- El luxómetro es un instrumento de medición que permite medir la iluminación real de un punto. La medida es el lux (lx).

Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja correspondiente a la escala de luxes.

Péndulo de fricción.- El péndulo de fricción mide la resistencia a la fricción entre un patín de caucho montado en el extremo del brazo del péndulo y la superficie de ensayo.

Este instrumento proporciona a los ingenieros de carreteras un método rutinario para verificar la resistencia al deslizamiento y derrapes de superficies secas y húmedas, tanto en laboratorio como in situ. El ensayo se basa en el principio de Izod: un péndulo gira alrededor de un eje unido a un pilar vertical. En el extremo del brazo tubular se fija una base rígida de masa conocida como un patín de caucho. El péndulo se libera desde una posición horizontal de modo que golpee la superficie de la probeta con una velocidad constante. La distancia recorrida por la cabeza después de golpear la probeta se determina por fricción de la superficie de la misma. De esta forma puede obtenerse una de su resistencia al deslizamiento.



Equipos menores:

- Cinta métrica
- Cronómetro
- Termómetro
- Lupa

1.4.3 METODOLOGÍA

PROCEDIMIENTOS DE APLICACIÓN.

Elección de puntos de evaluación.- Se escogerá puntos de estudio entre zonas urbanas y rurales, obteniendo una muestra representativa del patrimonio carretero de la ciudad de Tarija, empleando el método del ciclo de vida con la siguiente clasificación:

- señalización recién pintada
- señalización con un desgaste medio
- señalización en límite último de su vida útil

Medición de la retroreflectividad.- Con la ayuda del equipo (luxómetro) se medirá la retrorreflectancia de cada una de los puntos de estudio.

Medición del desgaste.- A través del ensayo de rugosidad con el instrumento (péndulo de fricción) se obtendrá el desgaste localizado de cada uno de los puntos de estudio

Periodo de degradación.- El tiempo de desgaste de cada punto será obtenido con la diferencia de fechas entre el último mantenimiento y la fecha de medición en los puntos

Tabulación de datos.- Se organizara la información en tablas adecuadas para la recepción de datos

Procesamiento de gabinete.- Los datos obtenidos serán evaluados según la metodología expuesta y la bibliografía correspondiente

- Obtención de resultados
- Análisis de resultados

Preparación previa para la aplicación de instrumentos, Requisitos y condiciones para la aplicación.

Limpieza de la zona de medición.- La presencia de sustancias y sólidos en la superficie puede afectar la observación visual como la obtención de datos, para ello se deberá realizar la limpieza correspondiente en cada una de las zonas.

Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información.

- **Tratamiento de los datos (empleo de la estadística).**

Se hará uso de tablas para la descripción de los datos, uso de programas como el paquete Excel y demás herramientas de primer requerimiento, para obtener gráficas de regresión lineal que describan el comportamiento de desgaste en función del tiempo.

1.5 ALCANCE

El presente trabajo contemplara el estudio de los elementos involucrados con la señalización como ser, los aspectos generales de los parámetros de tráfico, que a su vez se subdividen entre: intensidad, velocidad, densidad. Para luego realizar el detalle más localizado dentro del estudio de la señalización horizontal, donde se tomara criterio del proceso de funcionalidad que de las señalización horizontal, principalmente: su función y clasificación, los tipos de señales horizontales, tipos de pintura para marcas viales y sus características esenciales de una marca vial además de los métodos de medida.

En lo que se enmarca la aplicación práctica es en la toma de datos necesarios para el estudio de la evaluación de la señalización horizontal, como retrorreflexión, el desgaste, la durabilidad y el aforo del tráfico de cada uno de los puntos de estudio.

Con toda la información recaudada proveniente del muestreo se procesarán los datos para la obtención de resultados de los parámetros mencionados anteriormente con el fin destacar y analizar los elementos más influyentes dentro del deterioro de la señalización, con fines de generar rangos de tendencia que permitan medir la aproximación del periodo de vida útil en función a características propias de cada sector.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LOS PARÁMETROS DE TRÁFICO

1.6 INTRODUCCIÓN

Este capítulo tiene como propósito conceptualizar de una manera general y clara sobre la estructura básica de la ingeniería de tránsito para finalmente arribar a los alcances y profundización del estudio en sí. El transporte ha venido desempeñando un papel muy importante en el desarrollo de las civilizaciones antiguas y modernas.

En la medida en que la sociedad se ha venido tornando más compleja se ha incrementado la necesidad de unir las distintas actividades que se llevan a cabo en lugares separados en busca de una utilidad y beneficio, mediante el transporte de personas y mercancías sobre diversos medios de comunicación. El éxito en satisfacer esta necesidad, ha sido y será uno de los principales contribuyentes en la elevación del nivel de vida de las sociedades de todos los países del mundo.

Si determinada área, urbana o rural desea crecer y prosperar, será necesario planear, estudiar, proyectar, construir, operar, conservar y administrar nuevos sistemas lo suficientemente amplios, tanto para el transporte público como privado, que permitan conectar e integrar las actividades que se desarrollan en los diferentes lugares de la región, mediante la movilización de personas y mercancías. Estos sistemas, al igual que los recursos existentes, deberán ser manejados de tal manera que se produzca el máximo flujo libre de tránsito. Aún más, si se desea mantener un nivel de amenidad más o menos razonable, los nuevos sistemas a la vez contribuyan estéricamente al medio ambiente, tanto de los usuarios como de los circundantes. Con estos objetivos, adoptados como los de la ingeniería de tránsito y transporte, la actual sociedad está más que comprometida. Así, las entidades gubernamentales en todos sus niveles, las universidades y compañías particulares están de una u otra manera respondiendo a estas necesidades, mediante la conformación de autoridades apropiadas, grupos de planeación, profesionales y oficinas de estudios e investigación.

1.7 ELEMENTOS DEL TRÁFICO

1.7.1 USUARIO

El elemento usuario es aquél que corresponde al conductor y al peatón.

1.7.1.1 EL PEATÓN

Se llama peatón a toda persona que camina por los diferentes lugares, como peatón potencial tenemos a la población en general, que comprenden personas desde un año hasta de cien años. Prácticamente todos somos peatones, por lo tanto, a todos nos interesa este aspecto.

Por otra parte, es importante estudiar el peatón porque no solamente es víctima del tránsito, sino también una de sus causas. En la mayoría de los países del mundo, que cuentan con número grande de vehículos, los peatones muertos anualmente en accidentes de tránsito, ocupa una cifra muy elevada. Muchos de los accidentes sufridos por peatones ocurren porque éstos no cruzan en las zonas marcadas para ellos, el cual vendría a ser las líneas de cebra que se encuentran en ambos extremos

FIGURA 2.1 PEATÓN CRUZANDO LA VÍA



FUENTE: ELABORACIÓN
PROPIA

de cada cuadra.

El elemento peatón tiene una mayor incidencia de problemas de tráfico en el área urbana y no así en carreteras donde su incidencia es casi mínima.¹

1.7.1.2 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

CUADRO 2.1 FACTORES QUE AFECTAN AL CONDUCTOR

Factores internos	Psicológicos	Motivación Experiencia Personalidad Estado de ánimo
	Físicos	Vista Adaptación luminosa Altura del ojo Otros sentidos
	Psicosomáticos	Cansancio Sexo Edad
Factores externos	Tiempo(meteorológico) Uso del suelo Tráfico Características de la vía Estado del firme	

FUENTE: MANUAL DE CARRETERAS LUIS BLAÑON BLÁZQUEZ

psíquicas.

¹ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 7ª. Edición Pág. 43

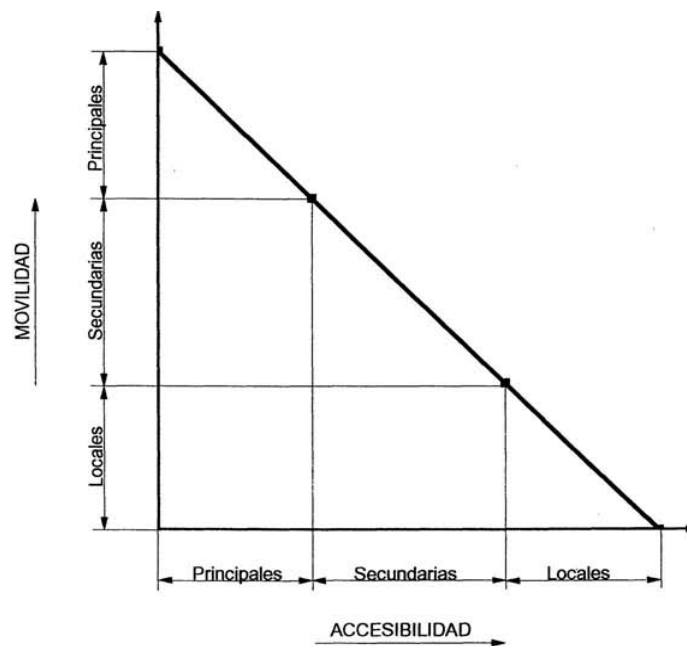
1.7.2 VÍA

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

La vía como elemento tiene caracterizado y está conformando por un ancho, un alineamiento y una pendiente, que deben ser adecuadamente diseñadas para permitir la circulación vehicular, estos tres elementos va a tener sus propias características.

En términos generales, las carreteras y las calles urbanas, pueden clasificarse funcionalmente en tres grandes grupos: principales (arterias, secundarias (colectoras) y locales. En la figura 2.2 presenta en forma gráfica los grados de movilidad y acceso de 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

FIGURA 2.2 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE UN SISTEMA VIAL



FUENTE: INGENIERÍA DE TRANSITO FUNDAMENTOS Y APLICACIÓN
RAFAEL CAL Y MAYOR 8ª. EDICIÓN PÁG. 104

acceso no controlados que proveen fácil acceso a la propiedad lateral, pero raramente las utiliza el tránsito de paso.

.7.2.1.1 Vías Urbanas o Calles

En caso de las vías urbanas que son las que permite 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 para la circulación del tráfico.

.7.2.1.2 Vías Rurales o Carreteras

Se entiende por carretera, aquella faja de terreno acondicionada 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 de carril, pendiente horizontal, pendiente vertical, ancho de berma, peralte, cunetas, alcantarillas de alivio y otros.

1.7.3 VEHÍCULO

El principal objetivo 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 elemento importante el estudio para cualquier proyecto o análisis de estudio en calles o carreteras.

1.7.3.1 CLASIFICACIÓN VEHICULAR

Para simplificar su 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 del transporte realizado, a su tamaño, 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 carreteras la clasificación que normalmente se usa es la siguiente:

Vehículos Pesados

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

Vehículos Medianos

- Camionetas de hasta 3 ton.
- Volquetas hasta 4 m³
- Micros hasta 29 pasajeros

Vehículos Livianos

- Automóviles
- Jeeps
- Vagonetas
- Camionetas

1.8 PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL TRÁFICO

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

Este estudio preliminar ayudara a fortalecer el conocimiento para el posterior desarrollo del tema planteado.

1.8.1 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 una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:²

$$v = d/t$$

V= velocidad constante

d= distancia recorrida

t= tiempo de recorrido

1.8.2 VOLUMEN

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

$$Q = N/T$$

Q= vehículos que pasan por unidad de tiempo.

N= número total de vehículos que pasan.

T= periodo determinado.

1.8.2.1 VOLUMENES DE TRÁNSITO ABSOLUTO O TOTALES

Es el número total de vehículos que pasan durante el lapso de tiempo determinado. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo determinado, se tienen los volúmenes de transito absolutos o totales:

1. Tránsito anual (TA)

Es el número de vehículos que pasan en un año. En este caso, T= 1 año

2. Tránsito semanal (TS)

² Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 7ª. Edición Pág. 172

Es el número de vehículos que pasan en una semana. En este caso, $T= 1$ semana

3. Tránsito diario

Es el número de vehículos que pasan en un día. En este caso, $T= 1$ día

4. Tránsito horario

Es el número de vehículos que pasan en una hora. En este caso, $T= 1$ hora

5. Tasa de flujo o flujo (q)

Es número de vehículos que pasan en un periodo inferior a una hora. En este caso, $T<1$ hora

1.8.2.2 VOLÚMENES DE TRÁNSITO PROMEDIO DIARIOS.

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo. De acuerdo al número de días de este periodo, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diarias, dados en vehículos por día³.

1. Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA=TA/365$$

2. Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM=TM/30$$

3. Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS=TS/7$$

1.8.2.3 VOLÚMENES DE TRÁNSITO HORARIOS.

Con base a la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes de tránsito horarios, dados en vehículos por hora:

1. Volumen horario máximo anual (VHMA)

³ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 7ª. Edición Pág. 154

Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. En otras palabras, es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año.

2. Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular.

3. Volumen horario-decimo, vigésimo, trigésimo-anual (10VH,20VH,30VH)

Es el volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado, que es excedido por 9,19 y 29 volúmenes horarios, respectivamente. También se le denomina volumen horario de la 10a, 20ava y 30 ava hora de máximo volumen.

4. Volumen horario de proyecto (VHP)

Es el volumen de tránsito horario que servirá para determinar las características geométricas de la vialidad.

Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. No se trata de considerar el máximo el máximo número de vehículos por hora que se presentará dentro de un año, ya que exigiría inversiones demasiado cuantiosas, sino un volumen horario que se pueda dar un número de veces al año, previa convención al respecto⁴.

.8.2.3.1 Volumen directriz

Es la cantidad máxima de vehículos que debería circular en una carretera o calle de manera que sea coincidente con sus características geométricas y su capacidad vehicular.

⁴ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 7ª. Edición Pág. 155

.8.2.3.2 Diferencia entre Volumen e Intensidad.

La diferencia entre volumen e intensidad de tráfico es importante. El volumen es el número real de vehículos que pasan por una sección durante un intervalo, pero expresados a través de una intensidad horaria equivalente. La intensidad de tráfico se obtiene dividiendo el número de vehículos observados durante un período subhorario entre el tiempo de observación (en horas). En consecuencia, un volumen de 100 vehículos observado durante un período de 15 minutos implica una intensidad de tráfico de $100/0,25$ h, es decir 400 Veh/hr.

.8.2.3.3 Flujo direccional.

Se entiende por flujo direccional al mayor volumen de tráfico que circulan en el sentido de una carretera o calle. De manera que nos demarque cuáles son las que tienen mayor flujo y cuál es el sentido de este flujo al que se denomina flujo direccional

1.8.2.4 USO DE LOS VOLUMENES DE TRÁFICO

De una manera generada, los datos sobre volúmenes de tráfico se utilizan ampliamente en los siguientes campos:

1. Planeación.

- Clasificación sistemática de redes de carreteras.
- Estimación de los cambios anuales en los volúmenes de tráfico.
- Modelos de asignación y distribución del tráfico.
- Desarrollo de programas de mantenimiento y mejoramientos.
- Estimaciones de la calidad del aire.
- Estimaciones del consumo de combustible.

2. Proyecto.

- Aplicación a normas de proyecto geométrico.
- Requerimientos de nuevas carreteras.

- Análisis estructural de superficies de rodamiento

3. Ingeniería de tráfico.

- Análisis de capacidad y nivel de servicio en todo tipo de viabilidades.
- Caracterización de flujos vehiculares.
- Necesidad de dispositivos para el control del tráfico.
- Estudio de estacionamientos.

4. Investigación.

- Nuevas metodologías sobre capacidad.
- Análisis e investigación en el campo de los accidentes y la seguridad.
- Estudios de antes y después.
- Estudios sobre medio ambiente y la energía.

5. Usos comerciales.

- Hoteles y restaurantes.
- Urbanismo
- Autoservicios
- Actividades recreacionales y deportivas

1.8.2.5 ESTUDIO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO

Los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos y/o personas, sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial de carreteras o calles. Dichos datos se expresan en relación con el tiempo y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de metodologías que permiten estimar de manera razonable, la calidad del servicio que sistema presta a los usuarios.

Estos estudios varían desde los muy amplios en toda una red o sistema vial, hasta los muy sencillos en lugares específicos tales como en intersecciones aisladas, puentes,

casetas de cobro, túneles, etc. Las razones para llevar a cabo los estudios de volúmenes de tránsito son tan variadas como los lugares mismos donde se realizan.

El tipo de datos recolectados en un estudio de volúmenes de tránsito depende mucho de la aplicación que se le vaya a dar a los mismos. Así por ejemplo, algunos estudios requieren detalles como la composición vehicular y los movimientos direccionales, mientras que otros solo exigen conocer los volúmenes totales. También, en algunos casos es necesario aforar vehículos únicamente durante periodos cortos de una hora o menos, otras veces el periodo puede ser de un día, una semana o un mes e inclusive un año.

Existen diversas formas para obtener los recuentos de volúmenes de tránsito, para lo cual se ha generalizado el uso de aparatos de medición de diversa índole. Estas formas incluyen: los aforos manuales a cargo de los movimientos direccionales en intersecciones en, los volúmenes por carriles individuales y la composición vehicular. Los aforos con combinación de métodos manuales y mecánicos, tales como el uso de contadores mecánicos accionados manualmente por observadores. Los aforos con el uso de dispositivos mecánicos, los cuales automáticamente contabilizan y registran los ejes de los vehículos ; y los aforos con la utilización de técnicas tan sofisticadas como las cámaras fotográficas, las filmaciones y los equipos electrónicos adaptados a computadoras.⁵ (R. & G, 2006)

1.8.3 DENSIDAD

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

1. Densidad o concentración (k)

Es el número, N, de vehículos que ocupan una longitud específica, de una vialidad en un momento dado. Generalmente se expresa en vehículos por

⁵ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 7ª. Edición Pág. 195

kilómetro (veh/km), ya sea referido a un carril o a todos los carriles de una calzada.

$$k = N/d$$

2. Espaciamiento simple (s_i)

Es la distancia entre el paso de dos vehículos consecutivos, usualmente expresada en metros y medida entre sus defensas traseras.

3. Espaciamiento promedio (\bar{s})

Es el promedio de todos los espaciamentos simples, s_i , existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en metros (m/veh).

$$\bar{s} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} s_i}{N - 1}$$

Donde:

\bar{s} = espaciamiento promedio (m/veh)

N = número de vehículos (veh)

$N - 1$ = número de espaciamentos (veh)

s_i = espaciamiento simple entre vehículo i y el vehículo $i+1$

1.9 PARÁMETROS COMPLEMENTARIOS

1.9.1 CAPACIDAD

La capacidad vehicular es un parámetro del tráfico muy importante que tiene por objetivo determinar la cantidad máxima de vehículos que circulan por una calle o carretera en un período de 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 lo siguiente:

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 del 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.⁶

1.9.1.1 NIVEL DE SERVICIO.

La relación volumen capacidad establece un condicionamiento del flujo vehicular, este condicionamiento se ha tratado de conceptualizar en el nivel de servicio que es la característica cualitativa que tiene la calle o carretera con respecto al flujo vehicular, por lo tanto esa cualidad que va hacer variar desde el extremo de tener un flujo libre con libertad de maniobras y libertad de velocidad hasta la otra condición crítica de tener un flujo congestionado cuya velocidad esté cercana a 0 (cero) y produzcan largas colas en el flujo y esté restringido totalmente de cualquier maniobra.

1.9.2 SEMAFORIZACIÓN

⁶ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 326

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el verde, el amarillo, y el rojo. Su finalidad principal es la de permitir el paso, alternadamente, a las corrientes de tránsitos que cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

A medida que pasa el tiempo, el congestionamiento y los accidentes aumentan, por lo que para su atenuación, el uso de semáforos ha alcanzado un notable desarrollo. Actualmente no se puede suponer, en las grandes ciudades del mundo, que el control del tránsito no se realice con los sistemas más avanzados de semáforos, incluyendo la coordinación computarizada y la incorporación de detectores automáticos de vehículos, que dependiendo de su variación hacen que cambie en forma dinámica y continua el tiempo asignado a cada acceso de las intersecciones. Esto ha permitido establecer estrategias para el control del tránsito a lo largo de las diferentes horas del día a través de programas específicos para periodos de máxima y mínima demanda.⁷

⁷ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 386

CAPÍTULO III

SEÑALIZACIÓN

3.1 GENERALIDADES

La señalización son métodos para regular el tráfico vehicular, que se emplean para indicar detalladamente a los usuarios de las vías públicas, la forma correcta y segura de transitar por ellas a fin de evitar accidentes y demoras innecesarias. Entre las funciones de la señalización se encuentra prevenir a conductores y peatones sobre peligros existentes y guiarlos en sus recorridos por las vías.

Se considera la señalización como un conjunto de señales horizontales y verticales que se dispone en las carreteras y calles con el propósito de regular la circulación vehicular y servir de apoyo al conjunto de dispositivos de tráfico cuyo propósito sea la planificación de la circulación vehicular y peatonal.

REQUISITOS

Cualquier dispositivo para el control de tránsito para el control del tráfico debe llenar los siguientes requisitos fundamentales

- Satisfacer una necesidad.
- Llamar la atención.
- Transmitir un mensaje simple claro.
- Imponer respecto a los usuarios de las calles y carreteras.
- Estar en el lugar apropiado con el fin de dar tiempo para reaccionar.

Existen cuatro consideraciones básicas para asegurarse que las señales de control sean efectivas, entendibles y satisfagan los requisitos fundamentales anteriores. Estos factores son:

- Proyecto: la combinación de las características tales como forma, tamaño, color, contraste, composición, iluminación o efecto reflejante, deberán llamar la atención del usuario y transmitir un mensaje simple y claro.
- Ubicación: las señales de control deberá estar ubicado dentro del cono visual del conductor, para llamar la atención, facilitar su lectura e interpretación, de acuerdo con la velocidad de su vehículo y dar el tiempo adecuado para una respuesta apropiada.
- Uniformidad: las señales deberán ser similares de manera consistente, con el fin de encontrar igual interpretación de los problemas de tránsito a lo largo de la ruta.
- Conservación: las señales de tránsito deberán mantenerse física y funcionalmente conservados, esto es, limpios y legibles, lo mismo que deberán colocarse o quitarse tan pronto como se vea la necesidad de ellos.⁸

3.2 TIPOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL

La señalización dentro de la ingeniería de tráfico establece una primera clasificación en dos tipos de señales:

- a) Señales horizontales.
- b) Señales verticales.

3.3 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.⁹ (ABC)

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

- Señales preventivas.
- Señales reglamentarias.

⁸ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 117

⁹ Manual de Dispositivos de Control de Tránsito – Administradora Boliviana de Carreteras – Pág. 17

- Señales informativas.

3.3.1 INFORMATIVA

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.

Las señales informativas fueron utilizadas para dirigir al conductor de un vehículo a lo largo de su itinerario, proporcionándole información sobre las direcciones y destinos de los caminos, poblaciones y distancias, así como otros lugares de interés y servicios públicos disponibles.

Las señales informativas son rectangulares y de diferentes tamaños. En el Manual Técnico de Señalización Vial (ABC) se muestran las dimensiones de las placas más comunes.¹⁰

¹⁰ Manual de Dispositivos de Control de Tránsito – Administradora Boliviana de Carreteras – Pág. 139

Las dimensiones para el acabado y pintado del tablero así como su distribución, renglones, flechas y escudos se encuentran en el Manual de carreteras V3 de la norma de la ABC.

3.3.1.1 COLOR

Las placas rectangulares de las señales de identificación y destino son de color blanco. Los símbolos, letras y números serán de color negro.

3.3.1.2 CLASIFICACIÓN

En la figura 3.3.1-1 se resume las principales señales informativas:

FIGURA 3.3.1-2 SEÑALES INFORMATIVAS



Solo flecha al frente



Solo flecha a 45° a la izquierda



Solo Flecha a la izquierda



Solo flecha a 45° a la derecha



Solo flecha a la derecha



Flecha al frente e inclinadas 45° a la derecha



Flechas al frente y a la derecha



Flechas al frente e inclinadas 45° a la izquierda



Flechas al frente y a la izquierda



Flechas inclinadas 45° a la derecha y a la derecha



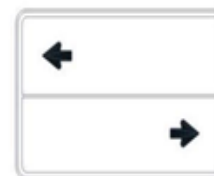
Flechas inclinadas 45° a la izquierda e inclinadas 45 a la derecha



Flechas inclinadas 45° a la izquierda y a la derecha



Flechas inclinadas 45° a la izquierda y a la izquierda



Flechas a la izquierda y a la derecha

FUENTE: MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO – ABC

3.3.2 REGLAMENTARIAS

Tienen como función expresar en la carretera o calle alguna fase del reglamento de tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. En general, tienden al restringir algún movimiento del mismo, recordando de la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada.

Estas señales preventivas pueden ser las siguientes: alto, ceda el paso, giro a la derecha, estacionar, no estacionada, no girar en U, prohibido adelantar, etc.

Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades en el uso de las mismas, 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.

En síntesis: las señales reglamentarias fueron utilizadas para indicar la existencia de limitaciones o prohibiciones reglamentarias que el conductor debe obedecer y respetar, bajo sanción por violación del Reglamento General de Tránsito.

3.3.2.1 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 ciclo vía, serán de fondo azul y símbolo blanco.

El color de la cara reversa y de la cara frontal de las señales, estará en correspondencia con los colores descritos en las especificaciones del Manual de Señalización Vial (ABC).¹¹

3.3.2.2 CLASIFICACIÓN

A continuación se presenta un resumen de las señales reglamentarias.

FIGURA 3.3.2-1 SEÑALES REGLAMENTARIAS





3.3.3 PREVENTIVA

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.

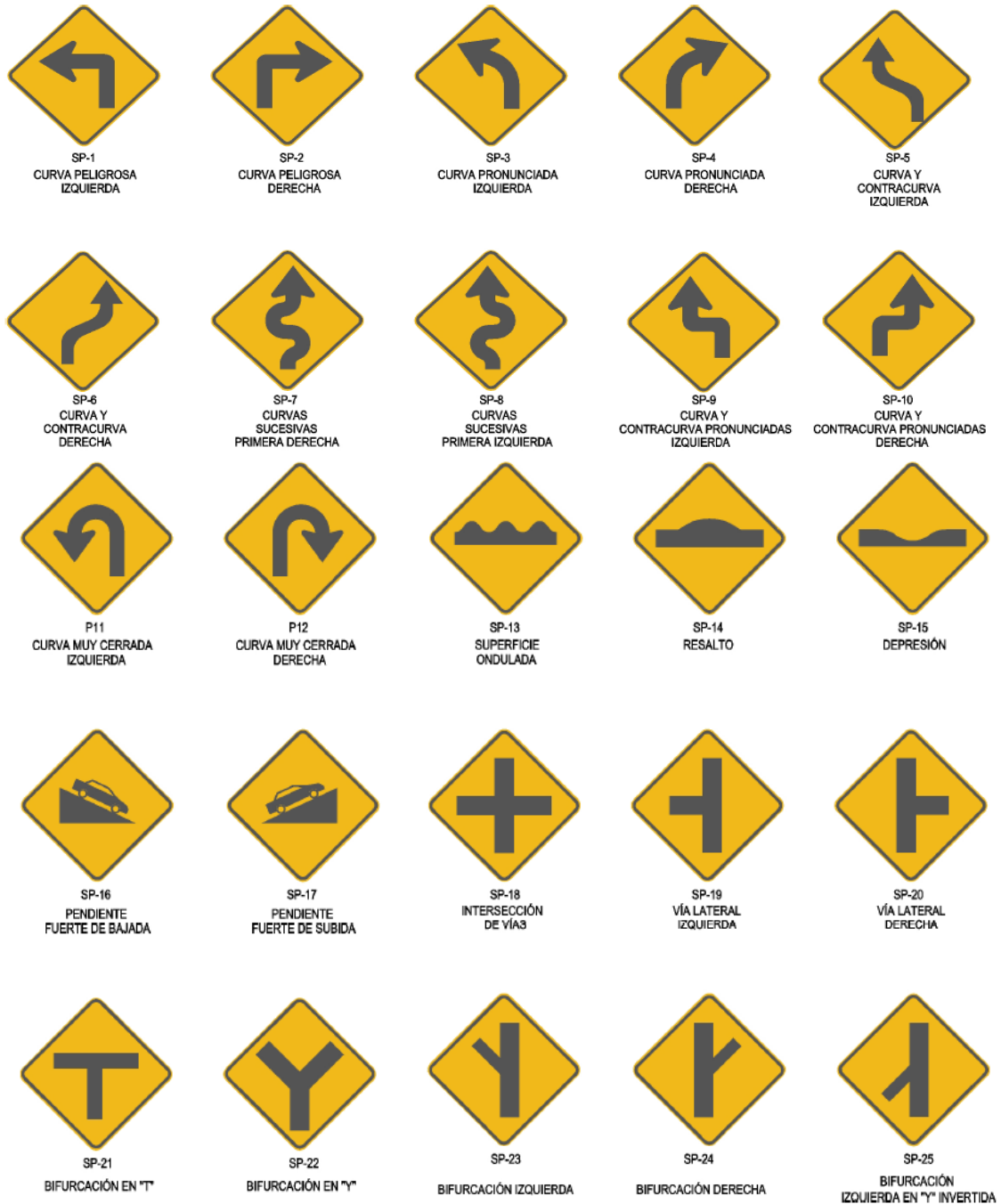
Estas señales persiguen que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando las maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y la de los peatones. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, porque el uso innecesario de ellas,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

En síntesis las señales preventivas fueron utilizadas para indicar la existencia y naturaleza de un peligro próximo que el conductor tiene que conocer para actuar como corresponde.

Color.- Las placas cuadradas de estas señales son de color amarillo. El símbolo que representa la prevención de color negro.

El color de la cara reversa y de la cara frontal de las señales debe estar en correspondencia con los colores descritos en las especificaciones del Manual de Señalización Vial (ABC).

FIGURA 3.3.3-1 SEÑALES PREVENTIVAS





SP-51
MAQUINARIA
AGRÍCOLA EN LA VÍA



SP-52
PEATONES EN LA VÍA



SP-53
ZONA ESCOLAR



SP-54
ZONA DE JUEGOS



SP-55
ANIMALES EN LA VÍA



SP-56
ALTURA MÁXIMA



SP-57
ANCHO MÁXIMO



PESO MÁXIMO



SP-59
INICIO VÍA
CON SEPARADOR
(UN SENTIDO)



SP-60
TÉRMINO VÍA
CON SEPARADOR



SP-61
TÉRMINO VÍA
CON SEPARADOR
(UN SENTIDO)



SP-62
INICIO VÍA
CON SEPARADOR



SP-63
FINAL DE PAVIMENTO



SP-64
CICLOVÍA



PELIGRO
SP-65
RIESGO DE ACCIDENTE



SP-66
VIENTO LATERAL



SP-67
PROXIMIDAD PASO CEBRA



SP-68
CRUCE DE CICLISTAS

FUENTE: MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO – ABC

3.4 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

En esta sección se abordan los conceptos involucrados en la señalización horizontal de tránsito, la que corresponde a demarcaciones tipo líneas, símbolos, letras u otras, entre las que se incluyen las tachas retroreflectantes complementarias, con la finalidad de informar, prevenir y regular el tránsito. Lo que se indica constituye el estándar mínimo aceptable, pudiendo aumentarse atendiendo a las particularidades que la vía pudiere presentar.

Considerando que la señalización horizontal se ubica sobre la calzada, presenta la ventaja, frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención de la pista en que circula. Desde este punto de vista, el lograr una mejor señalización horizontal constituye un objetivo prioritario de la seguridad vial. No obstante, como desventaja, su visibilidad se ve afectada por variables ambientales, tales como nieve, lluvia, polvo, alto tránsito y otros. Por lo tanto, frente a maniobras de alto riesgo tales como zonas de no adelantar, o de detención PARE, deben siempre ser reforzadas con la señalización vertical correspondiente.

Por otro lado, un requisito importante al momento de decidir el material a emplear en la demarcación, será su duración y funcionalidad en climáticas adversas. Esta condición dependerá de las siguientes variables: características del material; el tipo de sustrato sobre el cual se aplica; tipo y cantidad de tránsito; clima y condiciones ambientales en el entorno a la vía.

Todas las vías pavimentadas deberán contar con señalización horizontal, la cual deberá cumplir una función prioritaria en vías interurbanas y/o de apoyo a la señalización vertical en las vías urbanas.

3.4.1 TIPOS DE SEÑALES HORIZONTALES

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:

- **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.
- **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, distanciadores, etc. En este caso no es posible agruparlas por sus características geométricas, dado a que ninguna de sus formas o líneas predomina sobre las otras.

Las señales no son necesarias ni deben ser usadas para confirmar prescripciones contempladas en la Ley; por el contrario, deben ser instaladas previo análisis técnico, solo en aquellos lugares donde estas se justifiquen.¹²

¹² Manual de Dispositivos de Control de Tránsito – Administradora Boliviana de Carreteras - Cap.2
Pag1

3.4.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA DEMARCACION

A continuación se detalla los principales tipos de línea que serán objeto de estudio en el presente trabajo de investigación.

3.4.2.1 LÍNEAS LONGITUDINALES

Una línea continua sobre la calzada, independiente de su color, significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesarla ni circular sobre ella

Una línea discontinua sobre la calzada, independiente de su color significa que traspasable por cualquier conductor.

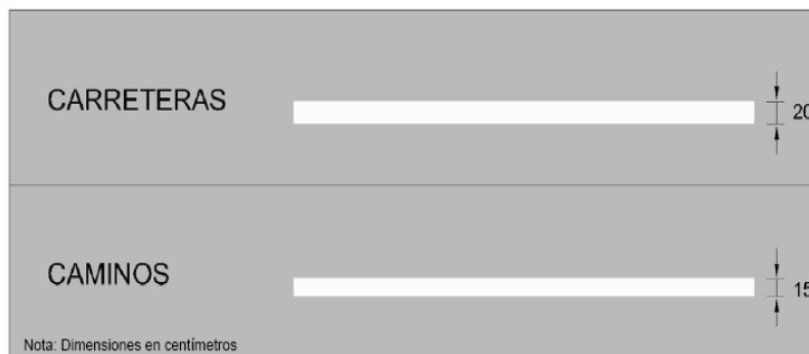
LÍNEA BLANCA CONTINUA

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

- a) Demarcar la separación de carriles
- b) Demarcar el borde derecho de la calzada

Estas líneas deberán disponerse de los anchos indicados en el esquema siguiente, en función del tipo de vía.¹³

FIGURA 3.4.2-1 ANCHO DE LÍNEAS CONTINUAS



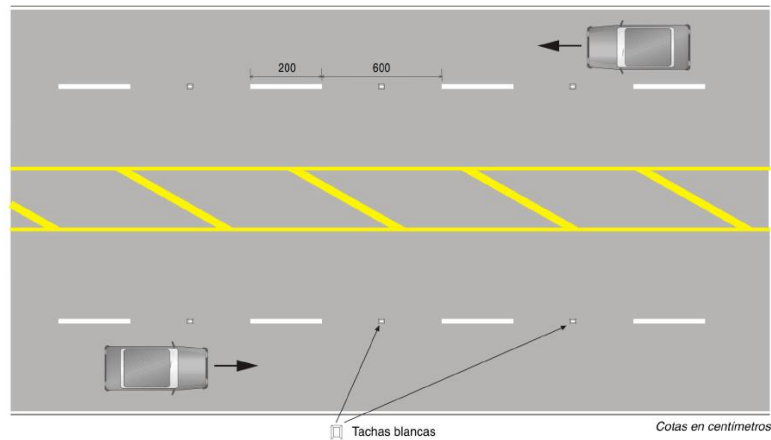
FUENTE: MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO – ABC

¹³ Manual de Dispositivos de Control de Tránsito – Administradora Boliviana de Carreteras Pág. 2-15

LÍNEA BLANCA DISCONTINUA

Se utiliza para demarcar la separación de carriles de un mismo sentido de flujo donde

FIGURA 3.4.2-2 LÍNEAS DISCONTINUAS



FUENTE: MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO – ABC

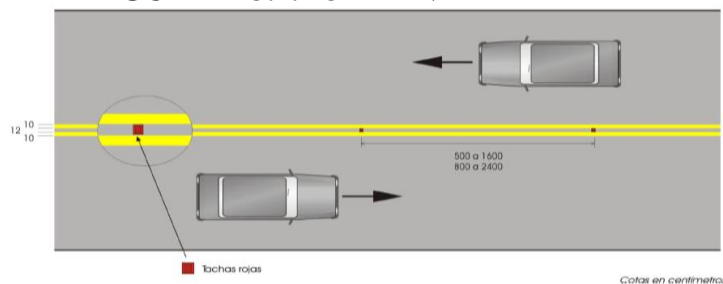
si es permitida la maniobra de adelantamiento

LÍNEA AMARILLA CONTINUA

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

Se prohíbe reglamentariamente el cambio de pistas en cruces, disponiéndose líneas de pistas continuas, en cruces controlados por las señales estáticas “CEDA EL PASO” O “PARE” y en cruces controlados por señales dinámicas “SEMAFORO”, una longitud de 20 metros medidos desde la línea de detención.

FIGURA 3.4.2-3 LÍNEA AMARILLA



FUENTE: MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO –

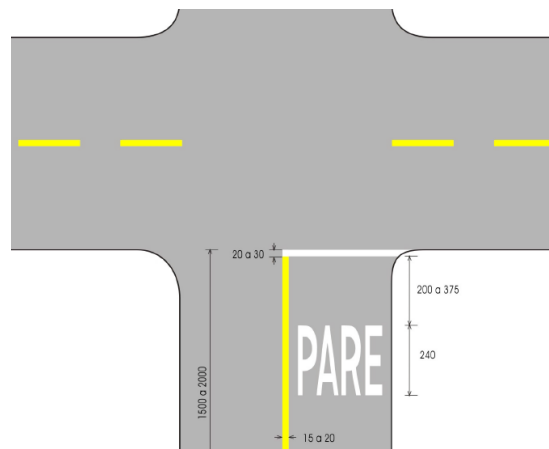
3.4.2.2 LÍNEAS TRANSVERSALES

Estas líneas 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.¹⁴

LÍNEAS DE DETENCIÓN

Corresponden a las líneas que indican el lugar, ante el cual, los vehículos que se aproximan a un cruce o paso para peatones, deben detenerse. En vías urbanas con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 60 km/h, y en caminos, el ancho mínimo debe ser 20 cm. En cambio, cuando se trate de vías urbanas con velocidades máximas superiores a 60 km/h, y en carreteras, el ancho mínimo será 30 cm.

FIGURA 3.4.2-4 LÍNEA DE DETENCIÓN



FUENTE: MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO – ABC

LÍNEAS DE CRUCE

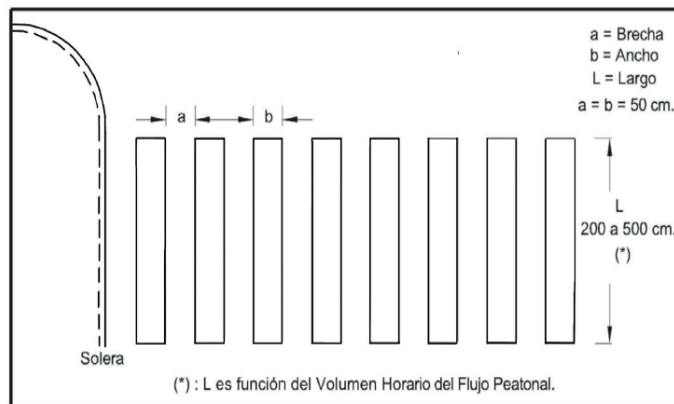
Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebrá

¹⁴ Manual de Dispositivos de Control de Tránsito – Administradora Boliviana de Carreteras Pág. 2-19

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.

En casos especiales de alto tránsito peatonal, se podrá utilizar un ancho mayor, dependiendo de la evaluación que se efectuó en cada situación.

FIGURA 3.4.2-5 PASO PEATONAL TIPO CEBRA



FUENTE: MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO – ABC

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y SU DISTANCIA DE VISIBILIDAD

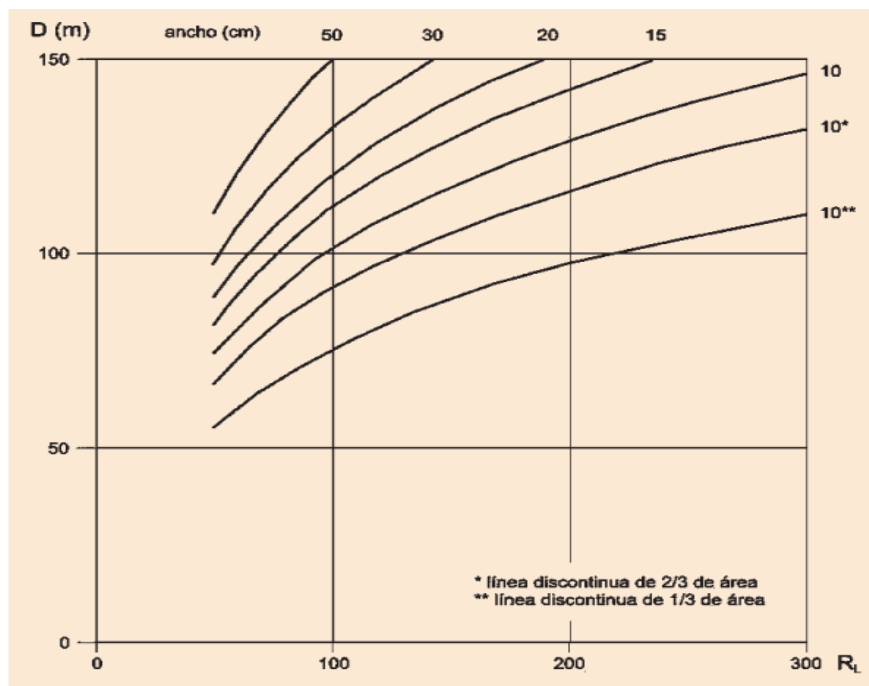
La distancia de visibilidad se refiere a la capacidad del conductor de percibir la máxima distancia desde un punto cualquiera en la ruta de manera que este tenga el tiempo suficiente de reacción para maniobrar.

Los parámetros involucrados en esta propiedad se refieren a la retrorreflexión y el diseño (forma y superficie específica) además de otros factores como la climatología e intensidad y limpieza de los faros.

A continuación se muestra una gráfica que relaciona la retrorreflexión con la distancia de visibilidad variando también el espesor de la pintura para diferentes

espesores en centímetros. De esta manera se demuestra que a valores más altos de retrorreflexión se consiguen distancias de visibilidad mayores como también influye el espesor de la marca vial obteniendo distancias menores con espesores mínimos.

FIGURA 10 DISTANCIA DE VISIBILIDAD (D) EN FUNCIÓN DE LA RETRORREFLEXIÓN (RL) EN MARCAS VIALES DE DISTINTA SUPERFICIE (ANCHO)



FUENTE: ACCIÓN COST 331

El mismo estudio (Acción COST 331) prueba que el factor de mayor influencia en la distancia de visibilidad de la marca vial es la propia intensidad luminosa de los faros de los vehículos, sobre cuyo mantenimiento se debe promover una atención especial, ya que la marca vial no puede devolver más luz de la que llega.

3.4.3 MATERIALES EN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Para que la señalización horizontal cumpla su función de modo adecuado se requiere que tenga ciertas cualidades o características que se pongan de manifiesto por encima de unos valores mínimos que podríamos denominar NIVEL UMBRAL DE SERVICIO, que sean perceptibles en cualquier condición de iluminación y que además se mantengan durante el mayor tiempo posible.

Este Nivel Umbral de Servicio de las marcas viales debería ser establecido atendiendo a las necesidades de los conductores y a los requerimientos del tráfico, y para ello se requiere:

- 1) Definir las características que se consideran esenciales para que la señalización cumpla la función a que está destinada, desde el punto de vista del usuario.
- 2) Establecer el valor mínimo de estas características, de acuerdo con las circunstancias de uso o la finalidad que se pretenda.
- 3) Determinar el método para cuantificar el valor de estas características, de la forma más simple y objetiva posible.

Para asegurar la adecuada calidad de la señalización horizontal, se precisa hacer una selección de los materiales a emplear, en la que deberán tenerse en cuenta criterios de diversa naturaleza, ya sea económicos, medioambientales, de aplicación y uso, de localización, etc., pero sobre todo habrá de atenderse a sus cualidades específicas y de adecuación de uso.

Los diferentes materiales utilizados en señalización horizontal pueden clasificarse en:

- Pinturas
- Termoplásticos en caliente
- Plásticos en frío (Dos componentes)
- Marcas viales prefabricadas
- Materiales auxiliares
 - Imprimaciones
 - Agregados antideslizantes
 - Microesferas de vidrio
 - Captafaros

Las Pinturas, Termoplásticos de aplicación en caliente y los Plásticos en frío representan la casi totalidad del mercado de la señalización horizontal; las marcas viales prefabricadas se utilizan escasamente por su elevado coste, y los materiales auxiliares se emplean conjuntamente con los tres que hemos mencionado en primer término para conseguir ciertas propiedades requeridas.¹⁵

Los Captafaros se emplean fundamentalmente para reforzar y complementar la señalización que se realiza con los otros materiales, especialmente en condiciones de escasa visibilidad.

Sin profundizar en detalles sobre la naturaleza y propiedades de cada material, si parece adecuado describir someramente los más comunes, diferenciando sus usos más importantes.

3.4.3.1 PINTURAS

Están constituidas por una parte inorgánica formada por partículas de pigmento minerales (llamados cargas de naturaleza y forma diversa y granulometría muy fina que se hallan dispersas en el seno de una resina o ligantes (parte orgánica).

Contienen además disolventes orgánicos o de tipo acuoso para disponerlos al uso y aditivos para mejorar su estabilidad y condiciones de almacenamiento.

¹⁵ Materiales de Señalización horizontal y resistencia al deslizamiento.-700 Boletín Oficial del Estado

Se aplican por pulverización o airless en capas relativamente finas (0,3/0,4mm) y sobre la línea extendida se proyectan microesferas de vidrio para conseguir visibilidad nocturna.

3.4.3.2 TERMOPLÁSTICOS EN CALIENTE

Se trata de una mezcla compuesta por sustancias minerales de granulometría gruesa (hasta 700 micras), una resina y un plastificante ambos en forma sólida granular o en escamas; contienen también microesferas de vidrio premezcladas, un aceite mineral especial que ayuda a controlar la viscosidad de aplicación y plastificar el conjunto y un pigmento que le da color.

En todos los casos son resinas de tipo termoplástico, solidas a temperatura ambiente que se reblandecen con el calor pasando a líquidas, retornan de nuevo al estado sólido al enfriarse, y no pueden aplicarse directamente sobre pavimentos de hormigón.¹⁶

El proceso de producción de los materiales termoplásticos se incorpora una cantidad variable de microesferas de vidrio que asegura su permanencia en la marca vial durante toda su vida útil, lo que hace de ellos una de las mejores alternativas para una retrorreflexión duradera, ya que el desgaste natural de la vial va haciendo aparentemente paulatina.

Los materiales termoplásticos carecen de disolventes y es el calor el que fluidifica el producto para permitir su aplicación, una vez realizada la cual se vuelven solidos de manera inmediata, permitiendo la apertura al tráfico en unos pocos segundos, lo que constituye su característica más singular y otra de sus más notables ventajas de empleo.

CLASES DE TERMOPLÁSTICO

Tanto desde el punto de vista de sus constituyentes como de su comportamiento de uso, no hay diferencias significativas entre los distintos productos para la clasificarlos por criterios.

¹⁶ Materiales de Señalización horizontal y resistencia al deslizamiento.-700 Boletín Oficial del Estado

Podemos clasificarlos atendiendo al método de aplicación, donde conforme a lo cual podemos hablar de materiales aplicados por pulverización y por extrusión.

a) Por pulverización o sprayplásticos

Es este modo de aplicación la masa de material previamente calentada a (180 °C a 220°C), se aplica pulverizada como una pintura líquida con pistolas especiales, produciendo un espesor de película que suele estar comprendido entre 1,2 y 1,7 mm, al tiempo que se proyectan a presión microesferas de vidrio que deben penetrar adecuadamente para asegurar la retrorreflexión inicial.

Su empleo está especialmente indicado en líneas de separación de carriles de zonas con alta intensidad de tráfico, ya que su alto espesor de película les hace mucho más duraderas que las que se hacen con pinturas, y su aplicación apenas entorpece el tráfico ya que su endurecimiento es de unos segundos y prácticamente no precisan ser protegidos para su puesta en servicio.¹⁷

b) Por extrusión

En este caso la masa de material se aplica sin presión, por ``colada`` o mediante dispositivos que colocan el material sobre el pavimento en la forma y dimensiones deseadas, una vez alcanzada su temperatura de aplicación que suele ser ligeramente más baja que en el caso del pulverizado.

La extensión del producto puede realizarse mediante un dispositivo en forma de caja que se arrastra sobre el pavimento, con una abertura en su parte posterior por la que sale el material de forma controlada, formando una línea continua muy uniforme de geometría muy precisa, con un espesor de película superior al caso del pulverizado que puede alcanzar hasta 3 y 4 mm.

¹⁷ Materiales de Señalización horizontal y resistencia al deslizamiento.-700 Boletín Oficial del Estado

3.4.3.3 PLÁSTICOS EN FRÍO

La característica particular de estos materiales es su presentación en dos partes A y B, que han de ser mezcladas para su uso, ya que endurecen por reacción química entre ambas.

No contienen disolventes y su tiempo de endurecimiento o curado, es prácticamente independiente de la dosificación reduce el tiempo de curado, que en condiciones normales es inferior a 30 minutos.

Los plásticos en frío o sistemas de dos componentes son los productos que poseen las mejores propiedades desde el punto de vista técnico; su dureza y resistencia al desgaste y a los agentes químicos es mucho mayor que las pinturas y termoplásticos en caliente, alcanzando la vida útil superior a cuatro o cinco años incluso en condiciones de tráfico intenso como en las ciudades.

El material se entrega listo para el uso; solo es necesario mezclar los componentes hasta conseguir una perfecta homogeneidad, y aplicar el producto antes de sobrepasar el tiempo de vida útil (variable dependiendo de la mezcla de los productos y de la temperatura), transcurrido el cual el producto no puede usarse porque habrá endurecido.

Deben seguirse las instrucciones respecto a las proporciones de la mezcla de los componentes ya que una alteración notable puede conducir a resultados de comportamiento desastrosos.

Son adecuados para todo tipo de pavimentos incluso los de hormigón, y como en los demás casos su adherencia es mejor sobre los bituminosos. Se usan también para la realización de señalización en relieve, adoptando diversas formas y usos, especialmente en las ciudades.

CLASES DE PLÁSTICOS EN FRÍO

Como en el caso de los termoplásticos en caliente, los productos de acuerdo con el método de aplicación, ya que la naturaleza de sus componentes y la composición básica de los diferentes tipos son muy semejantes; las diferencias se centran en el

tamaño de la partícula de las cargas, la viscosidad, y la composición del endurecedor, que son las adecuadas al medio de uso y de señalización¹⁸

Distinguiremos dos clases: de aplicación manual y aplicación con máquina.

a) Aplicación manual

El componente base presenta un aspecto viscoso, con alta tixotropía para evitar la sedimentación en el envase de las gruesas partículas de las cargas que contiene (hasta 1mm) y favorecer la aplicación controlando la extensibilidad.

Para su empleo se mezcla con aproximadamente el 1,2 % en peso del iniciador o endurecedor, se vierte sobre el pavimento y se extiende por medio de una paleta, llana o extrusor manual en capas gruesas de nos 2 a 3 mm, formando una película del mismo espesor que la aplicada en capa húmeda ya que su extracto seco es 100%

b) Aplicación con Máquina

En este caso el aspecto de los componentes es muy parecido al de las pinturas, pero la película aplicada tiene un espesor dos o tres veces mayor (0,60 a 1mm) ya que se suele aplicar con dosificaciones de 1,2 a 1,5 kg/m² y no contienen disolventes que se evaporen

Las máquinas de aplicación son generalmente del tipo airless y en su aplicación es de suma importancia el perfecto control de las dosificaciones de los componentes; actualmente evitando así problemas de limpieza

3.4.3.4 MARCAS VIALES PREFABRICADAS

Las marcas viales prefabricadas, comúnmente llamadas ``cintas``, son verdaderas marcas viales de entre 1,5 a 3 mm de espesor, listas para instalarse mediante calor o adhesivos. Las reflectantes tienen microesferas de vidrio distribuidas y adheridas en su superficie proporcionando valores de retroreflexión muy altos y duraderos.

¹⁸ Materiales de Señalización horizontal y resistencia al deslizamiento.-700 Boletín Oficial del Estado

Su colocación sobre la calzada es más lenta y compleja que la de los productos anteriores, y requiere el empleo de algún producto adhesivo, que se suministra por separado o que puede estar dispuesto en el propio material y precisan a veces de un calentamiento previo tanto de la banda como del pavimento. Se trata de una operación delicada de la que depende en buena medida la duración que requiere personal altamente especializado.¹⁹

3.4.3.5 MATERIALES AUXILIARES

Los materiales auxiliares más utilizados en señalización horizontal son las imprimaciones para la adherencia o protección y los materiales antideslizantes.

Las microesferas de vidrio pueden ser consideradas como material auxiliar, aunque por su importancia deberían ser objeto de un tratamiento específico por separado.

IMPRIMACIONES

Se denominan con este nombre a los productos que se emplean como primera capa sobre la que posteriormente se aplica el producto definitivo, permiten resolver las dificultades que se les presentan a los materiales de señalización cuando son aplicados sobre superficies muy pulidas, en las que la falta de porosidad impide una buena adherencia, como es el caso de pavimentos muy antiguos y abundantes áridos superficiales que es frecuente encontrar especialmente en vías urbanas y los pavimentos de hormigón pulido.²⁰

AGREGADOS ANTIDESLIZANTES

Se trata de productos graduados destinados a ser rociados sobre los materiales de

FIGURA 3.4.3-1 AGREGADO ANTIDESLIZANTE



¹⁹ Materiales de Señalización

²⁰ Materiales de Señalización

Boletín Oficial del Estado

Boletín Oficial del Estado

señalización de modo similar a como se hace con las microesferas de vidrio, para obtener una rugosidad que evite el deslizamiento cuando el pavimento esta mojado. El tamaño de grano debe estar en relación con el espesor de la película del material aplicado.

MICROESFERAS DE VIDRIO

Las marcas viales son visibles durante la noche gracias a que las microesferas de vidrio que las líneas y símbolos llevan incorporadas devuelven una parte de la luz que proviene de los faros de los vehículos, constituyéndose por lo tanto en un elemento decisivo para la seguridad vial.²¹

Por la importancia de su función en la visibilidad nocturna, las normativas sobre señalización caracterizan estos productos, limitando su granulometría, el porcentaje de unidades defectuosas admisible, su resistencia a sales y otros agentes químicos, y su índice de refracción, además de especificar la cantidad mínima por m² que debe añadirse sobre la marca vial para asegurar un nivel mínimo de calidad del factor de la Retroreflexión.

La granulometría elegida debe ser adecuada al espesor de la película del producto sobre él se aplican, ya que si son demasiado gruesas serán arrancadas de la superficie rápidamente por las ruedas de los vehículos, y las demasiado finas se hundirán en la película sin que tengan un efecto inmediato en la visibilidad.

El grado de hundimiento de las esferas en la marca vial es un factor decisivo, pues sólo las que no están totalmente cubiertas son eficaces para devolver la luz que reciben, habiéndose comprobado que la mayor efectividad se produce cuando queda sin cubrir por el material sobre él se aplican entre 1/3 y 2/3 del diámetro.

Actualmente se dispone de esferas con tratamientos superficiales, que tienen en cuenta las características de los materiales a que van destinadas tanto si son en base solvente como en base acuosa, y permiten controlar el grado de hundimiento o

²¹ Materiales de Señalización horizontal y resistencia al deslizamiento.-700 Boletín Oficial del Estado

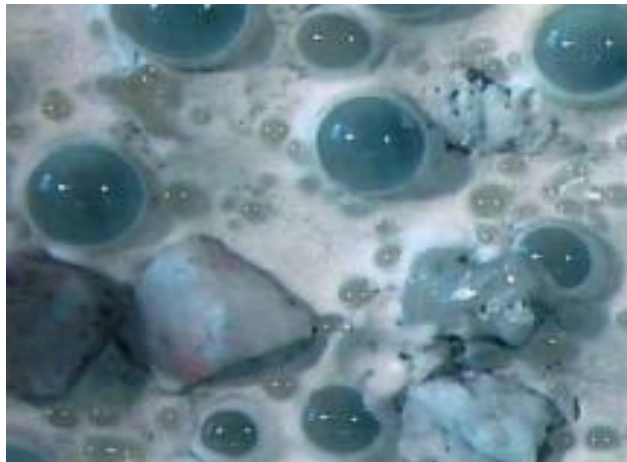
“flotación” de las esferas en la película de material para evitar su rápido desprendimiento.

Lo mismo puede decirse del tratamiento de adherencia, que mejora la retención de la esfera en la marca vial actuando como un verdadero adhesivo, para lo que cual se precisa un tratamiento con un producto de naturaleza afín a la resina del material de señalización.

Con frecuencia ambos tratamientos de adherencia y flotación están presentes al mismo tiempo, lo que se ha revelado como el sistema más eficaz en la mayoría de los casos.

Debe insistirse de nuevo en el hecho de que el tratamiento de superficie debe ser estudiado para cada sistema o producto, y que es muy diferente por ejemplo el que debe aplicarse para productos de base acuosa, que el de productos base disolvente

FIGURA 3.4.3-2 MICROESFERAS DE VIDRIO



FUENTE: MATERIALES DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y RESISTENCIA
AL DESLIZAMIENTO.-700 BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO

orgánico, por la diferente polaridad que dichos disolventes transmiten al sistema.²²

²² Materiales de Señalización horizontal y resistencia al deslizamiento.-700 Boletín Oficial del Estado

MARCAS VIALES ESPECIALES

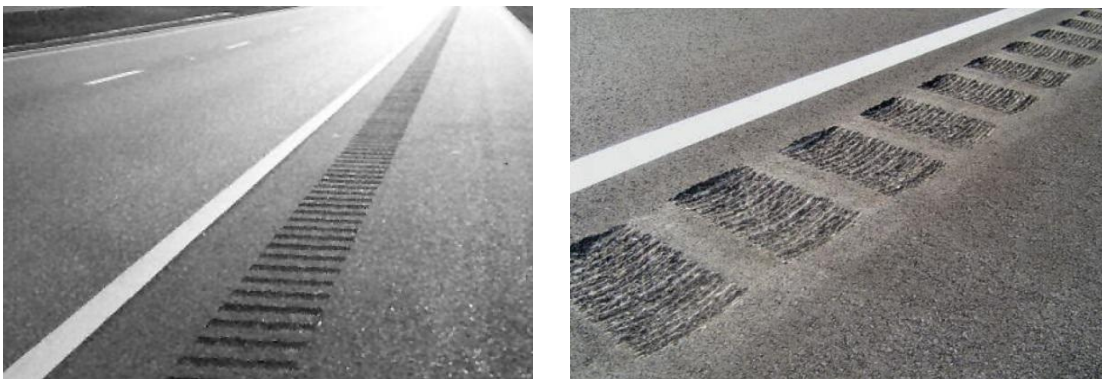
CON EFECTOS ACÚSTICOS Y MECÁNICOS (SONORAS)

Las marcas viales sonoras se refieren a resaltes creados ya sea sobre la marca vial o a lado de ella con el fin de mejorar la visibilidad nocturna y el efecto acústico es una consecuencia secundaria y no objetivo en sí de diseño.

En el origen de este ruido se encuentra la vibración producida en el neumático que circula sobre los relieves y que se propaga por todo el vehículo, proporcionando también un efecto mecánico que varía de acuerdo a la altura de los relieves como también a la separación de los mismos

Este tipo de características aplicadas a la marca vial demuestra que disminuye la probabilidad de accidentes por salida de vía, por lo que su implementación debe ser tomada en cuenta además de la propia mejora de la visibilidad en tiempo de lluvia

FIGURA 1 PRESENCIA DE MARCA VIAL Y RESALTES POR SEPARADO



**FUENTE: GUIA DE PROYECTO DE SEÑALIZACION HORIZONTAL-
GOBIERNO DE ESPAÑA**

CAPTAFAROS

Son elementos de guía que reflejan la luz de los faros de los automóviles, construidos en vidrio, plástico u otro material resistente a la abrasión que se fijan a la superficie de la carretera con un adhesivo o mediante anclaje mecánico.

Se utilizan como complemento de las líneas al lado de las cuales se colocan, convirtiéndose en la única guía óptica cuando el agua de la lluvia cubre las marcas viales haciéndolas desaparecer al anular el fenómeno de la Retrorreflexión.

Como en el caso de los demás materiales de señalización sus características se encuentran normalizadas, y existen definidos métodos de ensayo para comprobar sus propiedades.²³

3.4.4 PROCESO CONSTRUCTIVO EN LA SEÑALIZACIÓN

Preparación de la Superficie

Se debe realizar la inspección visual de manera de que se elimine la posible suciedad existente sobre la superficie además de sustancias que pueden dañar o cambiar la calidad y durabilidad de la demarcación vial

Premarcado

Se debe realizar el pre marcado de las señales horizontales esto con el fin de minimizar los posibles defectos en la geometría de la demarcación

Limitaciones Climáticas

Antes de la aplicación se debe tener en cuenta que la temperatura del sustrato supere al menos 3 °C el punto de rocío, además que no se podrá llevarse a cabo la aplicación en caso de lluvia o se el pavimento se encuentra húmedo o si la velocidad del viento fuese superior a 25 km/h

Aplicación

²³ Materiales de Señalización horizontal y resistencia al deslizamiento.-700 Boletín Oficial del Estado

Luego de realizada todas las anteriores operaciones recién se podrá proceder a la aplicación cuidando siempre la correcta dosificación y la uniformidad en la misma de manera que la tonalidad no varíe de un punto a otro

Al momento de la aplicación se debe tener en cuenta la geometría y el espesor de la película de pintura de forma que vaya en correcta relación con la granulometría de las microesferas de vidrio

3.4.5 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES PARA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

A continuación se describen las especificaciones técnicas para pinturas y microesferas de vidrio que son los principales materiales utilizados en nuestro país.

PINTURAS

a) Requisitos de los materiales base

Los requisitos que deberán presentar los materiales base empleados en la confección de las demarcaciones son:

b) Resistencia al sangrado

Se entenderá por sangrado la reacción química que se origina entre el sustrato asfáltico con los componentes solventes de la pintura, por lo cual produce en la superficie de la pintura un descoloramiento o teñido que afecta la relación de contraste. De ahí la conveniencia en especificar un producto que no reaccione con el asfalto. El requerimiento solicitado es la diferencia en el factor de luminancia sea menor o igual a 0,05 y el color resultante quede dentro del polígono de colores definido en la Tabla 2.4-4 del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito.

- Poder cubridor: La relación de contraste, entre el factor de luminancia de la película seca de pintura blanca sobre cuadro blanco, respecto al factor de luminancia de la película seca de pintura blanca sobre cuadro negro, no será inferior al 95% y en el caso de la pintura amarilla no deberá ser menor al 90%.

- Tiempo de secado: El tiempo de secado para pinturas debe ser menor o igual a 30 minutos, pero lo suficientemente alto de manera que permita sembrar las microesferas cuando sea necesario y que estas se puedan incorporar a la demarcación.
- Flexibilidad: De acuerdo a exigencias, se solicita que el agrietamiento no deberá ser superior a 12 mm.
- Punto de Ablandamiento: Se considera en los materiales termoplásticos de aplicación en caliente. El ablandamiento del material en zonas cálidas no deben ser mayor a los 95°C y para zonas frías, mayor a 75°C. Zona cálida está definida como aquella zona cuya temperatura promedio anual sea igual o superior a 15°C. Bajo este valor corresponderá a zona fría.
- Color: Se exige que la pintura esté dentro de polígono de colores indicado en la Tabla 2.4-1 del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito
- Adherencia: La demarcación debe resistir como mínimo una fuerza de 1.96 Mpa, empleando un espesor de película húmeda de 500 μm sobre una probeta normalizada.
- Envejecimiento Artificial Acelerado: Al ser ensayada la muestra de pintura, la diferencia de factor de luminancia $\Delta\beta$, diferencia entre luminancia original y después de expuesta, deberá ser menor a 0,05. Las coordenadas cromáticas se mantendrán dentro del espacio de color definido en la Tabla 2.4-1 del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito.

La ejecución de los ensayos pertinentes y su aprobación, no representará necesariamente que la demarcación cumpla con las especificaciones exigidas para su aprobación, ya que se deberá además controlar los materiales complementarios que componen la demarcación, es decir microesferas de vidrio y diluyentes.²⁴

²⁴ Manual de Dispositivos de Control de Tránsito – Administradora Boliviana de Carreteras – Anexo C

MICROESFERAS DE VIDRIO

Estas microesferas le otorgan al material base la propiedad de reflexión, es decir la característica de retrorreflexión que debe poseer la demarcación

Existen dos tipos de microesferas, una para el mezclado y otra para el sembrado. Así se distingue que aquellas para el mezclado son incorporadas al material base antes de la aplicación, lográndose la retrorreflexión una vez que la acción del tránsito pone al descubierto las microesferas sumergidas en la capa de la pintura. En cambio las microesferas de sembrado corresponden a aquellas que son fabricadas y especificadas para ser proyectadas sobre la pintura recién aplicada, consiguiendo con esto la retrorreflexión en forma inmediata.

La intensidad de la retrorreflexión dependerá de la correcta aplicación en su cantidad y en las características técnicas relacionadas con la esfericidad, granulometría, índice de refracción, apariencia y defectos, y resistencia a los agentes químicos.

Los requisitos exigidos a las microesferas de vidrio son:

- Esfericidad: Deberán cumplir con una forma de esfera perfecta en una cantidad del 80% de la muestra.
- Granulometría: El tamaño máximo de las microesferas de vidrio, corresponderá a 1000 micrones y dependerá de su granulometría, si estas son incorporadas al mezclado o al sembrado de la pintura.
- Apariencia y Defectos: Las microesferas deberán ser limpias, claras, incoloras y exentas de materias extrañas.
- Índice y Refracción: No deberán presentar un índice de refracción menor a 1,5.
- Resistencia a Agentes Químicos: Las microesferas de vidrio deben ser resistentes y no presentar deficiencias en su índice de refracción al estar en contacto con sulfato de sodio, agua, cloruro de calcio.

DILUYENTES

En general las pinturas que se comercializan en el mercado vienen listas para ser aplicadas, por lo tanto, es importante conocer el tipo de diluyente que se empleen para la limpieza de equipos y herramientas, con la finalidad que sean compatibles con la pintura aplicada. Al respecto, se recomienda consultar con el proveedor esta característica.²⁵

3.5 EVALUACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

3.5.1 PRINCIPIOS DE LA EVALUACIÓN

Los parámetros que han demostrado mayor influencia en el desgaste de las marcas viales son el paso de ruedas (tráfico) y la rugosidad del sustrato, en consecuencia el ensayo debe dar información sobre la evolución de las características de visibilidad y resistencia al deslizamiento. La durabilidad junto a las características de visibilidad y resistencia al deslizamiento, completa el conjunto de requisitos esenciales de las marcas viales

El conocimiento previo de la rugosidad del pavimento sobre el que va a ser aplicada la marca vial proporciona información fundamental para prever cuál puede ser el comportamiento final de la marca vial desde el punto de vista de la resistencia al deslizamiento y de su durabilidad y por lo tanto constituye uno de los criterios básicos a la hora de definir el uso previsto y de seleccionar el material adecuado

Otros parámetros como la ubicación de la marca vial, el trazado y tipo de carretera, relacionados con el paso de tráfico. La climatología no ha demostrado una gran influencia y en todo caso se llevan ensayos indirectos sobre los materiales base. Por último no hay suficientes estudios que permitan definir la influencia del mantenimiento invernal (efecto de sales, cadenas y máquinas quitanieves) sobre el comportamiento de determinados materiales y marcas viales pero su influencia no

²⁵ Manual de Dispositivos de Control de Tránsito – Administradora Boliviana de Carreteras – Anexo C

parece despreciable por lo que la experiencia local es, de momento, imprescindible en estos casos.²⁶

3.5.2 PARÁMETROS DE LA EVALUACIÓN

3.5.2.1 VISIBILIDAD NOCTURNA (RETROREFLECTANCIA)

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 retroreflexión.

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 retroreflexión

**FIGURA 3.5.2-1 RETROREFLECTANCIA INICIAL A
30 DÍAS (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 – ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE
CARRETERAS

indicados en la figura 3.5.2-1.²⁷

Los valores mínimos de retroreflectancia que se deberán cumplir para que se deba ejecutar el repintado, corresponderán a los indicados en la Tabla 3.5.2-2

²⁶ Materiales de Señalización horizontal y resistencia al deslizamiento.-700 Boletín Oficial del Estado

²⁷ Manual de Dispositivos de Control de Tránsito – Administradora Boliviana de Carreteras 2-3

**FIGURA 3.5.2-2 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 – ABC

3.5.2.2 VISIBILIDAD DIURNA (COLOR Y FACTOR DE LUMINANCIA)

COLOR DEMARCACIONES PLANAS

Las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas.

Amarillo: El color amarillo define la separación de corrientes de tránsito de sentido opuesto en caminos de doble sentido con calzadas de uno o varios carriles y líneas de barrera. Este color se utiliza también en las islas divisorias y en las marcas para prevenir el bloqueo de una intersección.

Blanco: El blanco define la separación entre tránsito en el mismo sentido y la demarcación de borde de calzada, pasos peatonales y espacios de estacionamiento. Las flechas, símbolos y letras serán de color blanco.

Cuando se requiera dar contraste a las líneas blancas o amarillas podrá emplearse líneas negras adyacentes a ellas y de ancho igual a ½ del ancho de la línea, excepto para marcas viales en donde se implementarán líneas negras que sobresalgan 5 cm.

Los colores están definidos por las coordenadas cromáticas del Sistema Normalizado CIE 1931, según Tabla 3.5.2-3, debiendo cumplir lo siguiente:

FIGURA 3.5.2-3 COORDENADAS CROMÁTICAS

Color	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Blanco	0.355	0.355	0.305	0.305	0.285	0.325	0.335	0.375
Amarillo	0.494	0.427	0.545	0.455	0.465	0.535	0.427	0.483

FUENTE: MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO – ABC

CONTRASTE CON EL PAVIMENTO

Para la adecuada visibilidad diurna de una demarcación se requiere que ésta se destaque de la superficie de la vía, para lo cual, se define una relación de contraste mínima entre la demarcación y el pavimento. Con frecuencia el color original del pavimento tiende a cambiar con el tiempo, por el desgaste de la superficie y en el caso de pavimentos de asfalto, por el envejecimiento del ligante. De hecho, los pavimentos de mezcla asfáltica tienden, con el tiempo, a cambiar de color negro a gris.

La relación de contraste mínima R_c es 1,7, donde:

$$R_c = (\beta_{\text{demarcación}} - \beta_{\text{pavimento}}) / \beta_{\text{pavimento}}$$

Donde β corresponde al factor de luminancia. Este factor, se determinará mediante equipos especiales (espectrofotómetro, integrador, colorímetro triestímulo, prensa mecánica para polvo).

Los valores mínimos correspondientes al factor de luminancia para la pintura de demarcación son:

Pintura blanca $\beta = 0,40$; Pintura amarilla $\beta = 0,20$

Para lograr el contraste entre la demarcación y el pavimento, existe la alternativa de aplicar un color negro como fondo de la demarcación, el cual deberá exceder el ancho de la demarcación en al menos 5 cm. en todas las direcciones.

3.5.2.3 RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (PÉNDULO DE FRICCIÓN)

Al igual que la capa de rodadura, la demarcación plana debe estar en una resistencia al deslizamiento suficiente para que los vehículos circulen sobre sin riesgo. Esta condición está directamente relacionada con su coeficiente de rozamiento, ya que la resistencia al deslizamiento es producto de ese coeficiente por la fuerza que ejerce el vehículo al pasar sobre la demarcación.

Considerando lo anterior, el coeficiente de rozamiento de las demarcaciones planas debe ser mayor o igual a 0.45, según mediciones con el Péndulo Británico (TRRL).²⁸

3.5.3 PROCESO DE LA EVALUACIÓN

Existen tres formas de evaluar el comportamiento y rendimiento de las marcas viales: pruebas de laboratorio, pruebas en mesa giratoria y pruebas de desgaste en carreteras reales. Según la armonización europea, causa de numerosas controversias, se eligieron únicamente dos métodos: la mesa giratoria, por ser el utilizado en Alemania y España, y las pruebas en carretera, al tratarse de un procedimiento muy habitual en toda Europa.

Las pruebas en carretera representan fielmente las condiciones de desgaste reales.

A través de la aplicación de Método Ciclo de vida es posible implementar nuevos procedimientos con el fin de crear nuevas condiciones que otorguen la máxima cantidad de información. Se han definido nuevos parámetros, como:

- Se miden las propiedades de los sistemas con un gran número de niveles de desgaste para conocer mejor su comportamiento.
- Se obtiene una base de datos sólida y diversa acortando el tiempo de estudio y maximizando su representatividad

Como primer procedimiento es la de establecer una muestra para el presente estudio, de tal manera que satisfaga los criterios básicos de un análisis estadístico, escogiendo puntos de estudio que estén orientados hacia distintas etapas de su ciclo de vida.

Como muestra de estudio se tendrá en cuenta tanto puntos urbanos como rurales con el fin de analizar de mejor forma la diferencia de comportamiento en ambos casos.

De acuerdo a los principales factores que intervienen en el desgaste y durabilidad de la señalización horizontal que son: La retroreflexión, el tráfico, la rugosidad del sustrato y la duración de su periodo de desgaste, es que se describe a continuación, el proceso de evaluación de las marcas viales aplicada a la ciudad de Tarija.

²⁸ Manual de Dispositivos de Control de Tránsito – Administradora Boliviana de Carreteras 2-5

LA RETROREFLEXIÓN

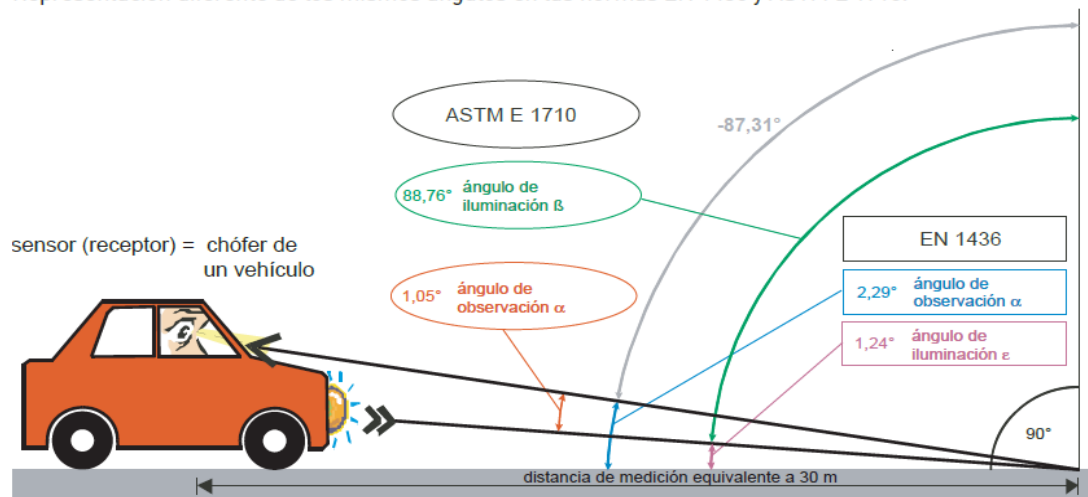
Para la medición de este parámetro se utilizara equipos de accesibilidad en nuestro medio, por tal motivo es que se prevé la medición con el uso del equipo LUXOMETRO DE LUZ, que se caracteriza por medir las intensidades de luz.

Tomando como referencia la calibración de equipos más modernos y en base al Manual de Dispositivos de Control de Tránsito-ABC, es que se considera los siguientes puntos para la toma de datos:

- Sensor del quipo perpendicular a la señalización y a 30 cm de la marca vial (base reflectora de luz).
- Distancia igual a 30 metros desde el farol proveniente de un automóvil común
- Al tratarse de la retrorreflexión, las mediciones solo se realizaran en horarios nocturnos.
- Se tomara como mínimo tres puntos de medición por puntos, para obtener valores promedios

FIGURA 3.5.3-1 REPRESENTACIONES DIFERENTES DE RETRORREFLEXIÓN

Representación diferente de los mismos ángulos en las normas EN 1436 y ASTM E 1710.



FUENTE: ZEHTNER-INSTRUMENTOS DE MEDICION

ESTUDIO DE TRÁFICO

El estudio de tráfico se realizara de acuerdo a lo estipulado en el Manual de Carreteras-ABC, con un mínimo de aforos de 7 días por punto para la obtención de datos y procesamiento de los mismos, con el fin de concretar el TPH, que son requeridos para establecer controles en el tránsito, como: colocación de señales, semáforos y marcas viales; y la prohibición de estacionamiento, paradas y maniobras de vuelta.²⁹

RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (PÉNDULO DE FRICCIÓN)

Con ayuda del equipo Péndulo de Fricción se medirá la resistencia al deslizamiento para cada uno de los puntos en estudio, tomando como criterio el ahullamiento de la calzada, sitio donde el tráfico tiene directa incidencia.

FIGURA 3.5.3-2 EQUIPO LUXÓMETRO DE LÚZ



FUENTE: PROPIA

A continuación se describe la calibración y el procedimiento en situ con el equipo.

²⁹ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones- Rafael Cal y Mayor R. Pág. 161

El procedimiento tiene por objeto obtener un Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento (C.D.R) que, manteniendo una correlación con el coeficiente físico de rozamiento, valore las características antideslizantes de la superficie de un pavimento. Los resultados obtenidos mediante este ensayo no son necesariamente proporcionales

FIGURA 3.5.3-3 PÉNDULO DE FRICCIÓN BRITÁNICO



FUENTE: PROPIA

o correlativos con medidas de rozamiento hechas con otros equipos o procedimientos.

Este ensayo consiste en medir la pérdida de energía de un péndulo de características conocidas provisto en su extremo de una zapata de goma, cuando la arista de la zapata roza, con una presión determinada, sobre la superficie a ensayar y en una longitud fija. Esta pérdida de energía se mide por el ángulo suplementario de la oscilación del péndulo.

El método de ensayo se puede emplearse también para medidas en pavimentos de edificaciones industriales, ensayos de laboratorio sobre probetas, baldosas o cualquier tipo de muestra de superficies planas terminadas.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- Preparación del aparato

- a) Nivelación. Nivelar el instrumento exactamente (con precisión) girando los tornillos niveladores hasta que la burbuja este centrada en el ojo la burbuja niveladora.
- b) Ajuste a ceros. Se eleva la cabeza del aparato, de tal forma que el brazo del péndulo oscile sin rozar la superficie a medir y se procede a comprobar el cero de la escala de medida. Para ello se lleva el brazo del péndulo a su posición horizontal hacia la derecha del aparato, quedando enganchado automáticamente en el mecanismo de disparo. Después se desplaza la aguja indicadora hasta el tope situado en la cabeza del aparato, de forma que quede paralela al eje del brazo del péndulo. Este tope, constituido por un tornillo, permite corregir el paralelismo entre la aguja y el brazo. Seguidamente, por presión sobre el pulsador se dispara el brazo del péndulo, que arrastrará la aguja indicadora solamente en su oscilación hacia delante. Se denota la lectura señalada por la aguja de la escala del panel y se vuelve el brazo a su posición inicial de disparo. La correlación de la lectura del cero se realiza mediante el ajuste de los anillos de fricción. Si la aguja sobre pasa el cero de la escala, la corrección exigirá apretar los anillos de fricción. Si la aguja no alcanza el cero de la escala, la corrección exigirá aflojar los anillos de fricción.
- c) Ajuste de la longitud de deslizamiento. Con el péndulo colgando libre colocar el espaciados abajo del tornillo de ajuste o regulación del brazo del péndulo. Bajar el brazo del péndulo de manera que la superficie de la goma apenas toque la superficie. Bloquear la cabeza del péndulo firmemente, levantar el brazo del péndulo, y remover el espaciador. Colocar el calibrador al lado y paralelo a la dirección del balanceo para verificar la longitud de la trayectoria de contacto. Elevar el brazo del péndulo, entonces suavemente bajar hasta la superficie de deslizamiento otra vez se apoye o descansa en la superficie. Si la longitud de la trayectoria de contacto no está entre 124 y 127 mm ($4 \frac{7}{8}$ y 5.0 pulgadas) en superficies de prueba planos o entre 75 y 78 mm ($2 \frac{15}{16}$ y $3 \frac{1}{16}$ de pulgada) en superficies curvas del ensaye medidos con la zapata de

goma, se puede corregir ajustando la elevación del péndulo o bajar el instrumento con los tornillos niveladores frontales.

CÁLCULO

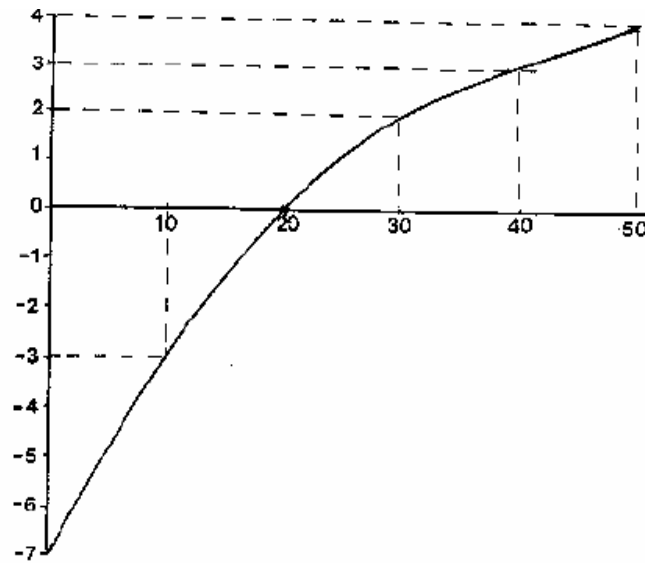
El coeficiente de resistencia al deslizamiento es obtenido de la siguiente manera:

$$\mathbf{c.d.r = Lectura Efectiva/100}$$

Las medidas efectuadas sobre el pavimento están siempre afectadas por las variaciones de temperatura de la zapata y de la superficie ensayada; es por esto, que al valor obtenido del péndulo se le adiciona un factor (figura 3.5.3-4) a la lectura efectiva. Por ejemplo, si obtenemos una lectura de promedio de 78 y tenemos una temperatura de 30°C, le adicionaremos a 78 el factor de 2 y tendremos 80.³⁰

³⁰ Consideraciones para la aplicación del Índice de Fricción Internacional en carreteras de México

**FIGURA 3.5.3-6 FACTOR DE CORRECCIÓN POR
TEMPERATURA**



FUENTE: CONSIDERACIONES PARA LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE FRICCIÓN INTERNACIONAL EN CARRETERAS DE MÉXICO

**FIGURA 3.5.3-5 EJEMPLO DE ENSAYO DE
RUGOSIDAD**



FUENTE: PROPIA

3.5.4 MÉTODO DEL CICLO DE VIDA

El análisis de ciclo de vida contempla recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los impactos potenciales de un sistema de producto a través de su ciclo de vida

El ACV trata los aspectos potenciales (por ejemplo, el uso de recursos y las consecuencias ambientales de las emisiones) a lo largo de todo el ciclo de vida del producto desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, uso, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final (es decir, de la cuna a la tumba).

Hay cuatro fases en el estudio de ACV:

- a) La fase de definición del objetivo y el alcance.
- b) La fase de análisis de inventario.
- c) La fase de evaluación del impacto ambiental, y
- d) La fase de interpretación.

El alcance de un ACV, incluyendo los límites del sistema y el nivel de detalle, depende del tema y el uso del estudio. La profundidad y amplitud del ACV puede diferir considerablemente dependiendo del objetivo de un ACV en particular.

La fase de análisis de inventario del ciclo de vida (fase ICV) es la segunda fase del ACV. Es un inventario de los datos de entrada/salida en relación con el sistema bajo estudio. Implica la recopilación de los datos necesarios para cumplir los objetivos del estudio.

La fase de evaluación del impacto del ciclo de vida (fase EICV) es la tercera fase del ACV. El objetivo de la EICV es proporcionar información adicional para ayudar a evaluar los resultados del inventario del ciclo de vida (ICV) de un sistema del producto a fin de comprender mejor su importancia ambiental.

La interpretación del ciclo de vida es la fase final del procedimiento para las conclusiones, recomendaciones y toma de decisiones de acuerdo con el objetivo y alcance definidos.

En la norma internacional española UNE-EN ISO 14040 comprende los estudios del análisis del ciclo de vida (ACV) y los estudios de análisis del inventario del ciclo de vida (ICV). No describe la técnica de ACV en detalle, ni especifica metodologías para las fases individuales del ACV.³¹

3.5.4.1 APLICACIÓN DEL CICLO DE VIDA EN MARCAS VIALES

Con la aplicación de método ciclo de vida se integran todos los factores principales ligados al desgaste de la señalización, para su correcto cumplimiento se toma en cuenta las distintas etapas del ciclo de vida en las demarcaciones, con el propósito de establecer una variedad de rangos donde la incógnita tenga que ver con el periodo de puesta en servicio de los puntos de estudio.

En la aplicación práctica se propone la clasificación por distintos periodos de servicio para un análisis más minucioso y detallado del comportamiento de la señalización, pudiendo ser las siguientes:

- Marcas viales pintadas recientemente < 3 meses
- Marcas viales pintadas menores a 6 meses y mayores a 3 meses.
- Marcas viales pintadas menores a 1 año y mayores a 6 meses.
- Marcas viales pintadas mayores a 1 año y menores a 3 años.
- Marcas viales pintadas mayores a 3 años.

Los presentes rangos no son permanentes, pudiendo variar las dimensiones de los mismos según se analice durante la aplicación práctica.

Cada uno de estos rangos estará sujeto a características independientes que serán objeto de estudio para determinar las conclusiones finales.

³¹GESTION AMBIENTAL ANALISIS DE CICLO DE VIDA- UNE EN ISO 14040

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

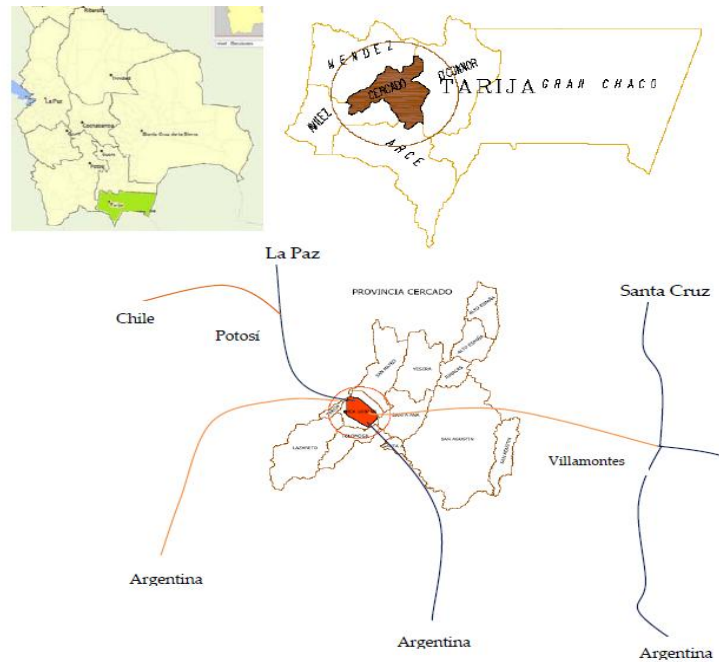
El área que comprende el estudio se divide en dos partes: Área urbana y área rural.

Dentro del área rural se tienen tres carreteras que son: Carretera a Bermejo, carretera al Chaco y carretera a Erquiz

Dentro del área urbana se tomó la zona central de la ciudad de Tarija, que está definida por las siguientes calles o avenidas: Entre la Calle Cochabamba, Calle Campero, Avenida Víctor Paz Estensoro y Calle O'Connor

A continuación se describe la ubicación mediante las gráficas tomadas y editadas con programas satelital Google Earth.

FIGURA 4.1-1 UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 4.1-2 DELIMITACIÓN DEL CASCO CENTRAL



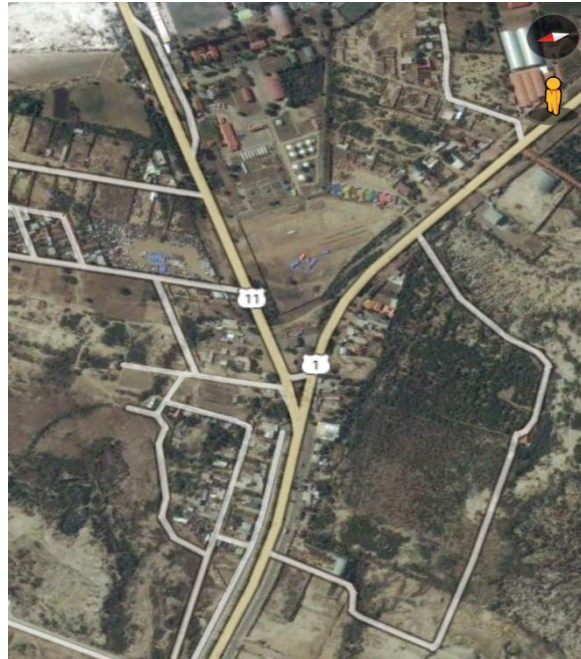
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA-GOOGLE EARTH

A continuación se presentan las intersecciones de estudio, que se escogieron de acuerdo a características variables unas de otras, por observación previa del desgaste, tráfico y demás consideraciones que describen en el siguiente subtítulo

CUADRO 4.1-1 PUNTOS DE ESTUDIO URBANO

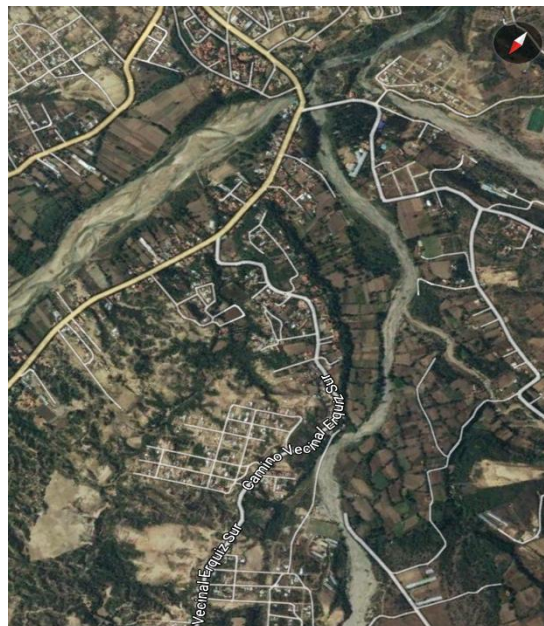
N°	INTERSECCION	
1	SANTA CRUZ	DOMINGO PAZ
2	INGAVI	SEVILLA
3	GRAL. TRIGO	DOMINGO PAZ
5	GRAL. TRIGO	15 DE ABRIL
6	BOLIVAR	JUNIN
7	DOMINGO PAZ	COLÓN

FIGURA 4.1-4 UBICACIÓN AREA RURAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 4.1-3 UBICACIÓN DEL AREA RURAL



FUENTE: ELABORACION PROPIA

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las intersecciones de estudio cuentan con características geométricas similares, los parámetros de variación vienen por parte del tráfico, que denota a alguna de ellas con mucho más congestionamiento, mientras que otras se caracterizan por la baja circulación de flujo vehicular.

También se tienen características diversas en cuanto a niveles de desgaste, teniendo intersecciones con un recapamiento relativamente nuevo, mientras que en otras se observan desgaste de consideración.

Dentro de los puntos del área rural se tienen carreteras interdepartamentales como también interprovinciales con desgastes variados y sustratos parcialmente nuevos.

4.3 MEDICIÓN DEL ESTADO DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO

4.3.1 PROCESO DE CAMPO

Mediante al planteamiento previo señalado en capítulos anteriores, se procedió a la toma de datos en los diferentes puntos de estudio.

A continuación se detalla cada uno de los factores de estudio y correspondiente obtención de datos.

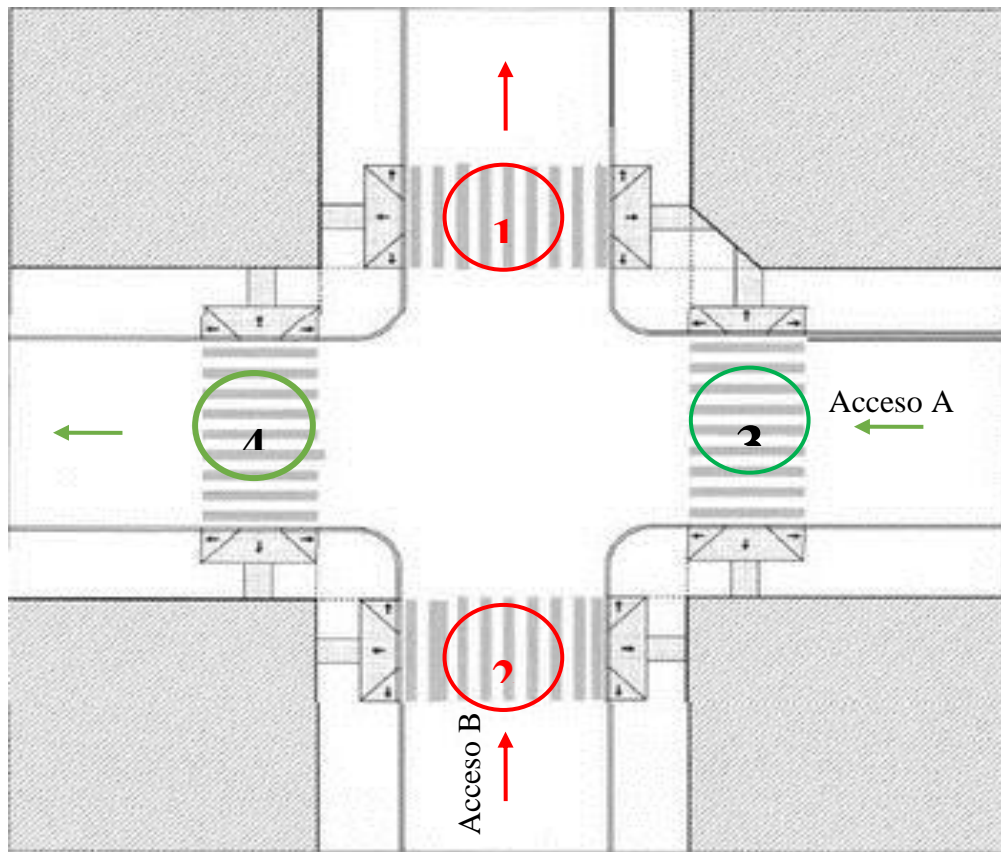
4.3.1.1 VISIBILIDAD NOCTURNA

Se midió la visibilidad nocturna a través del luxómetro de luz de la forma descrita en el capítulo 3.

MEDICIÓN ZONA URBANA

Por características geométricas, la señalización horizontal transversal peatonal tipo CEBRA, será objeto de estudio para dar mayor representatividad en los datos, ya que cuenta con un área pintada de mayor concentración como se detallada en capítulos anteriores.

Las intersecciones en estudio cuentan sólo con dos accesos que constituyen cuatro tipos de flujo vehicular, por tal motivo se tomó tres mediciones por punto para obtener un valor promedio final que se considera aceptable.

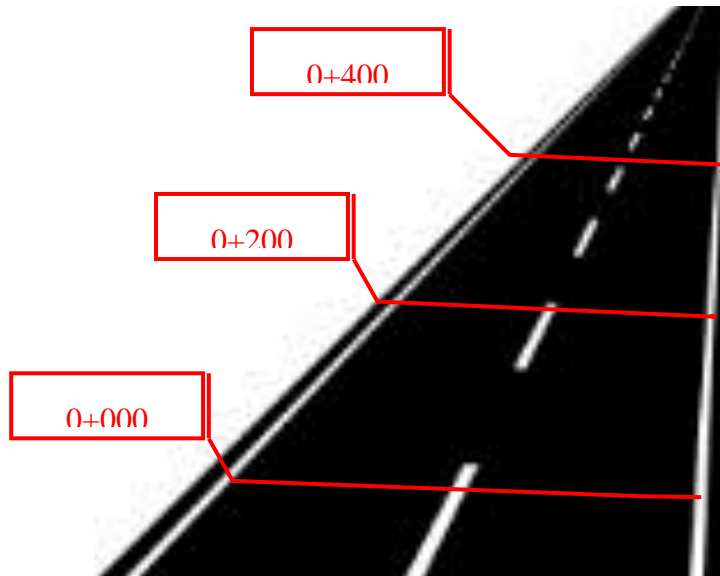
FIGURA 4.3-1 PUNTOS DE MEDICIÓN ZONA URBANA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

MEDICIÓN ZONA RURAL

Para el caso del área rural se tomó tres progresivas con una distancia de 200 metros una de otra teniéndose mediciones a (0+000; 0+200 y 0+400), cada una en tres puntos de la calzada (borde derecho, centro de calzada y borde izquierdo)

FIGURA 4.3-2 MEDICIÓN ZONA RURAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

OBSERVACIONES EN LA VISIBILIDAD NOCTURNA

FIGURA 4.3-3 MEDICIÓN DE
RETROREFLEXION CARRETERA A
BERMEJO



En este punto en particular se observó valores muy bajos con partes de superficie que se desprendieron completamente

FIGURA 4.3-4 MEDICIÓN CARRETERA A ERQUIZ



En la Carretera a Erquiz se tuvo valores aceptables, al tratarse de una carretera nueva con poco tráfico vehicular

FIGURA 4.3-5 MEDICIÓN CARRETERA AL CHACO



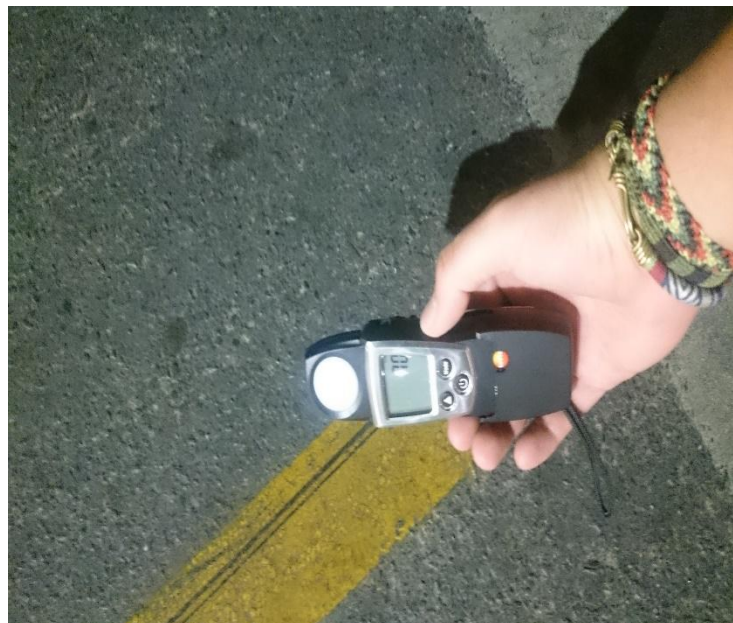
En la Carretera al Chaco se tuvo valores por muy debajo del promedio ya que la señalización se encuentra en un estado excesivo desgaste

**FIGURA 4.3-6 MEDICIÓN INTERSECCIÓN
SUIPACHA Y LA MADRID**



En la intersección
Suipacha y La
Madrid se obtuvieron
valores promedios

FIGURA 4.3-7 INTERSECCIÓN INGAVI Y SEVILLA



A continuación se presentan los datos obtenidos de campo con el promedio final de cada punto.

MONITOREO DE ILUMINACION DE MARCAS VIALES

AREA: RURAL

PAVIMENTO: FLEXIBLE

LUGAR DE MEDICION CARRETERA A BERMEJO	LUXOMETRO						VALOR PROMEDIO	
	PROG: 0+00		PROG: 0+200		PROG: 0+400		(lux)	cd/m2
	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2		
LECTURA 1: BORDE DERECHO	11	53,9	8	39,2	9	44,1	9,3	45,7
LECTURA 2: BORDE IZQUIERDO	12	58,8	15	73,5	10	49	12,3	60,4
LECTURA 3: CENTRO DE CALZADA	10	49	8	39,2	8	39,2	8,7	42,5

LUGAR DE MEDICION CARRETERA AL CHACO	LUXOMETRO						VALOR PROMEDIO	
	PROG: 0+00		PROG: 0+200		PROG: 0+400		(lux)	cd/m2
	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2		
LECTURA 1: BORDE DERECHO	14	68,6	12	58,8	16	78,4	14,0	68,6
LECTURA 2: BORDE IZQUIERDO	17	83,3	19	93,1	15	73,5	17,0	83,3
LECTURA 3: CENTRO DE CALZADA	10	49	11	53,9	8	39,2	9,7	47,4

LUGAR DE MEDICION CARRETERA A ERQUIZ	LUXOMETRO						VALOR PROMEDIO	
	PROG: 0+00		PROG: 0+200		PROG: 0+400		(lux)	cd/m2
	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2		
LECTURA 1: BORDE DERECHO	40	196	43	210,7	38	186,2	40,3	197,6
LECTURA 2: BORDE IZQUIERDO	43	210,7	40	196	41	200,9	41,3	202,5
LECTURA 3: CENTRO DE CALZADA	40	196	41	200,9	39	191,1	40,0	196,0

MONITOREO DE ILUMINACION DE MARCAS VIALES

AREA: URBANA

PAVIMENTO: FLEXIBLE

LUGAR DE MEDICION SANTA CRUZ Y DOMINGO PAZ	PUNTO	LUXOMETRO						VALOR PROMEDIO	
		MEDICION 1		MEDICION 2		MEDICION 3		(lux)	cd/m2
		(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2		
CALLE 1: SANTA CRUZ	2	39	191,1	37	181,3	39	191,1	38,3	187,8
CALLE 2: DOMINGO PAZ	3	38	186,2	38	186,2	37	181,3	37,7	184,6
CALLE 1: SANTA CRUZ	1	40	196	38	186,2	41	200,9	39,7	194,4
CALLE 2: DOMINGO PAZ	4	36	176,4	38	186,2	34	166,6	36,0	176,4

LUGAR DE MEDICION BOLIVAR Y JUNIN	PUNTO	LUXOMETRO						VALOR PROMEDIO	
		MEDICION 1		MEDICION 2		MEDICION 3		(lux)	cd/m2
		(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2		
CALLE 1: BOLIVAR	3	18	88,2	17	83,3	15	73,5	16,7	81,7
CALLE 2: JUNIN	2	31	151,9	26	127,4	29	142,1	28,7	140,5
CALLE 1: BOLIVAR	4	15	73,5	17	83,3	15	73,5	15,7	76,8
CALLE 2: JUNIN	1	30	147	31	151,9	28	137,2	29,7	145,4

LUGAR DE MEDICION GRAL TRIGO Y DOMINGO PAZ	PUNTO	LUXOMETRO						VALOR PROMEDIO	
		MEDICION 1		MEDICION 2		MEDICION 3		(lux)	cd/m2
		(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2		
CALLE 1: GRAL TRIGO	2	33	161,7	37	181,3	35	171,5	35,0	171,5
CALLE 2: DOMINGO PAZ	3	36	176,4	33	161,7	32	156,8	33,7	165,0
CALLE 1: GRAL TRIGO	1	40	196	42	205,8	40	196	40,7	199,3
CALLE 2: DOMINGO PAZ	4	32	156,8	34	166,6	33	161,7	33,0	161,7

MONITOREO DE ILUMINACION DE MARCAS VIALES

AREA: URBANA

PAVIMENTO: FLEXIBLE

LUGAR DE MEDICION GRAL TRIGO Y 15 DE ABRIL	PUNTO	LUXOMETRO						VALOR PROMEDIO	
		MEDICION 1		MEDICION 2		MEDICION 3		(lux)	cd/m2
		(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2		
CALLE 1: GRAL TRIGO	3	30	147	28	137,2	31	151,9	29,7	145,4
CALLE 2: 15 DE ABRIL	2	32	156,8	34	166,6	32	156,8	32,7	160,1
CALLE 1: GRAL TRIGO	4	31	151,9	31	151,9	33	161,7	31,7	155,2
CALLE 2: 15 DE ABRIL	1	30	147	32	156,8	32	156,8	31,3	153,5

LUGAR DE MEDICION MADRID Y SUIPACHA	PUNTO	LUXOMETRO						VALOR PROMEDIO	
		MEDICION 1		MEDICION 2		MEDICION 3		(lux)	cd/m2
		(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2		
CALLE 1: MADRID	3	25	122,5	23	112,7	22	107,8	23,3	114,3
CALLE 2: SUIPACHA	2	26	127,4	29	142,1	25	122,5	26,7	130,7
CALLE 1: MADRID	4	30	147	29	142,1	31	151,9	30,0	147,0
CALLE 2: SUIPACHA	1	26	127,4	24	117,6	25	122,5	25,0	122,5

LUGAR DE MEDICION COLON Y DOMINGO PAZ	PUNTO	LUXOMETRO						VALOR PROMEDIO	
		MEDICION 1		MEDICION 2		MEDICION 3		(lux)	cd/m2
		(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2		
CALLE 1: COLON	2	21	102,9	23	112,7	20	98	21,3	104,5
CALLE 2: DOMINGO PAZ	3	20	98	19	93,1	19	93,1	19,3	94,7
CALLE 1: COLON	1	24	117,6	22	107,8	25	122,5	23,7	116,0
CALLE 2: DOMINGO PAZ	4	20	98	18	88,2	21	102,9	19,7	96,4

LUGAR DE MEDICION INGAVI Y SEVILLA	PUNTO	LUXOMETRO						VALOR PROMEDIO	
		MEDICION 1		MEDICION 2		MEDICION 3		(lux)	cd/m2
		(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2	(lux)	cd/m2		
CALLE 1: INGAVI	3	38	186,2	37	181,3	37	181,3	37,3	182,9
CALLE 2: SEVILLA	2	47	230,3	50	245	48	235,2	48,3	236,8
CALLE 1: INGAVI	4	43	210,7	40	196	41	200,9	41,3	202,5
CALLE 2: SEVILLA	1	35	171,5	37	181,3	35	171,5	35,7	174,8

4.3.1.2 AFORO DE PUNTOS DE ESTUDIO

Los aforos realizados en los puntos de estudio se concretaron en la duración de 7 días, contando 5 días hábiles y 2 días no hábiles durante 12 horas continuas por día como tiempo mínimo según lo indica el Manual de Carreteras en vigencia, empezando las mediciones a partir de las 07:00 am y concluyendo a 19:00 pm.

En la siguiente tabla se observa la tabulación de datos para la intersección (Av. Domingo Paz y calle Gral. Trigo). Donde los valores: 1,2,3 y 4 corresponden a la dirección del flujo vehicular.

FIGURA 4.3-8 AFORO VEHICULAR CONTINUO EN 12 HRS - INTERSECCIÓN (AV.DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO)

Día: Lunes		Volumenes												Total
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
07:00-08:00	Av. Domingo paz	-	-	131	32	-	-	95	13	-	-	0	0	271
	Calle Gral. Trigo	57	59	-	-	11	8	-	-	0	0	-	-	135
08:00-09:00	Av. Domingo paz	-	-	236	67	-	-	101	14	-	-	1	0	419
	Calle Gral. Trigo	122	104	-	-	12	9	-	-	0	0	-	-	246
09:00-10:00	Av. Domingo paz	-	-	255	74	-	-	114	16	-	-	0	0	459
	Calle Gral. Trigo	132	115	-	-	13	9	-	-	0	0	-	-	269
10:00-11:00	Av. Domingo paz	-	-	245	68	-	-	107	14	-	-	0	0	433
	Calle Gral. Trigo	154	160	-	-	12	11	-	-	0	0	-	-	336
11:00-12:00	Av. Domingo paz	-	-	235	61	-	-	99	12	-	-	1	0	408
	Calle Gral. Trigo	175	204	-	-	11	12	-	-	0	0	-	-	402
12:00-13:00	Av. Domingo paz	-	-	181	47	-	-	86	10	-	-	0	0	325
	Calle Gral. Trigo	135	157	-	-	10	10	-	-	0	0	-	-	312
13:00-14:00	Av. Domingo paz	-	-	157	41	-	-	55	7	-	-	0	0	259
	Calle Gral. Trigo	117	136	-	-	6	7	-	-	0	0	-	-	265
14:00-15:00	Av. Domingo paz	-	-	174	55	-	-	83	10	-	-	0	0	322
	Calle Gral. Trigo	130	151	-	-	9	10	-	-	0	0	-	-	300
15:00-16:00	Av. Domingo paz	-	-	213	52	-	-	93	11	-	-	0	0	370
	Calle Gral. Trigo	162	189	-	-	10	11	-	-	0	0	-	-	373
16:00-17:00	Av. Domingo paz	-	-	131	69	-	-	83	9	-	-	0	0	291
	Calle Gral. Trigo	109	124	-	-	9	10	-	-	0	0	-	-	251
17:00-18:00	Av. Domingo paz	-	-	157	55	-	-	74	8	-	-	0	0	294
	Calle Gral. Trigo	114	129	-	-	8	9	-	-	0	0	-	-	260
18:00-19:00	Av. Domingo paz	-	-	216	64	-	-	86	9	-	-	0	2	377
	Calle Gral. Trigo	157	178	-	-	9	10	-	-	0	0	-	-	354

**FIGURA 4.3-9 AFORO VEHICULAR CONTINUO EN 12 HRS - INTERSECCIÓN
(AV.DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO)**

Día: Martes		Volumenes												Total
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
07:00-08:00	Av. Domingo paz	-	-	95	29	-	-	65	9	-	-	0	0	198
	Calle Gral. Trigo	67	102	-	-	13	11	-	-	0	0	-	-	191
08:00-09:00	Av. Domingo paz	-	-	172	60	-	-	69	10	-	-	0	0	311
	Calle Gral. Trigo	142	179	-	-	13	12	-	-	0	0	-	-	347
09:00-10:00	Av. Domingo paz	-	-	186	66	-	-	78	11	-	-	0	0	341
	Calle Gral. Trigo	153	198	-	-	15	13	-	-	1	0	-	-	380
10:00-11:00	Av. Domingo paz	-	-	210	63	-	-	99	12	-	-	0	0	384
	Calle Gral. Trigo	151	219	-	-	14	11	-	-	0	0	-	-	394
11:00-12:00	Av. Domingo paz	-	-	234	60	-	-	120	12	-	-	0	0	426
	Calle Gral. Trigo	148	240	-	-	12	9	-	-	0	2	-	-	411
12:00-13:00	Av. Domingo paz	-	-	180	46	-	-	104	10	-	-	0	0	341
	Calle Gral. Trigo	114	185	-	-	10	8	-	-	0	0	-	-	317
13:00-14:00	Av. Domingo paz	-	-	156	40	-	-	67	7	-	-	0	0	269
	Calle Gral. Trigo	99	160	-	-	7	5	-	-	0	0	-	-	270
14:00-15:00	Av. Domingo paz	-	-	173	54	-	-	100	10	-	-	0	0	338
	Calle Gral. Trigo	110	178	-	-	10	8	-	-	0	0	-	-	305
15:00-16:00	Av. Domingo paz	-	-	212	51	-	-	113	11	-	-	0	0	388
	Calle Gral. Trigo	137	222	-	-	11	8	-	-	0	0	-	-	379
16:00-17:00	Av. Domingo paz	-	-	133	57	-	-	106	11	-	-	0	0	307
	Calle Gral. Trigo	101	129	-	-	13	11	-	-	0	0	-	-	254
17:00-18:00	Av. Domingo paz	-	-	159	45	-	-	95	10	-	-	0	0	310
	Calle Gral. Trigo	106	135	-	-	11	10	-	-	0	0	-	-	262
18:00-19:00	Av. Domingo paz	-	-	220	53	-	-	110	11	-	-	0	0	394
	Calle Gral. Trigo	146	186	-	-	13	11	-	-	1	0	-	-	357

**FIGURA 4.3-10 AFORO VEHICULAR CONTINUO EN 12 HRS - INTERSECCIÓN
(AV.DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO)**

Día: Miércoles		Volumenes												Total
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
07:00-08:00	Av. Domingo paz	-	-	87	39	-	-	90	13	-	-	0	0	230
	Calle Gral. Trigo	65	123	-	-	14	20	-	-	0	0	-	-	222
08:00-09:00	Av. Domingo paz	-	-	157	81	-	-	96	14	-	-	0	0	349
	Calle Gral. Trigo	139	217	-	-	15	23	-	-	0	0	-	-	394
09:00-10:00	Av. Domingo paz	-	-	170	90	-	-	108	16	-	-	0	0	384
	Calle Gral. Trigo	150	240	-	-	17	24	-	-	0	0	-	-	431
10:00-11:00	Av. Domingo paz	-	-	178	111	-	-	108	14	-	-	0	0	411
	Calle Gral. Trigo	156	246	-	-	16	36	-	-	0	0	-	-	454
11:00-12:00	Av. Domingo paz	-	-	186	132	-	-	108	12	-	-	0	0	438
	Calle Gral. Trigo	162	252	-	-	15	48	-	-	1	0	-	-	478
12:00-13:00	Av. Domingo paz	-	-	143	102	-	-	94	10	-	-	0	0	349
	Calle Gral. Trigo	125	194	-	-	13	42	-	-	0	0	-	-	374
13:00-14:00	Av. Domingo paz	-	-	124	88	-	-	60	7	-	-	0	0	279
	Calle Gral. Trigo	108	168	-	-	8	27	-	-	0	0	-	-	311
14:00-15:00	Av. Domingo paz	-	-	138	120	-	-	90	10	-	-	0	0	357
	Calle Gral. Trigo	120	187	-	-	13	40	-	-	0	0	-	-	359
15:00-16:00	Av. Domingo paz	-	-	168	113	-	-	102	11	-	-	0	0	395
	Calle Gral. Trigo	150	233	-	-	14	45	-	-	0	0	-	-	443
16:00-17:00	Av. Domingo paz	-	-	90	135	-	-	89	9	-	-	0	0	323
	Calle Gral. Trigo	101	130	-	-	13	50	-	-	0	0	-	-	294
17:00-18:00	Av. Domingo paz	-	-	107	108	-	-	80	8	-	-	0	0	304
	Calle Gral. Trigo	106	136	-	-	11	48	-	-	0	0	-	-	301
18:00-19:00	Av. Domingo paz	-	-	148	126	-	-	93	9	-	-	0	0	376
	Calle Gral. Trigo	146	187	-	-	13	52	-	-	0	0	-	-	398

**FIGURA 4.3-11 AFORO VEHICULAR CONTINUO EN 12 HRS - INTERSECCIÓN
(AV.DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO)**

Día: Jueves		Volumenes												Total
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
07:00-08:00	Av. Domingo paz	-	-	95	37	-	-	90	11	-	-	0	0	234
	Calle Gral. Trigo	73	67	-	-	10	13	-	-	0	0	-	-	162
08:00-09:00	Av. Domingo paz	-	-	172	78	-	-	96	12	-	-	0	0	357
	Calle Gral. Trigo	156	118	-	-	11	14	-	-	0	0	-	-	298
09:00-10:00	Av. Domingo paz	-	-	186	86	-	-	108	13	-	-	0	0	393
	Calle Gral. Trigo	168	130	-	-	12	15	-	-	0	0	-	-	325
10:00-11:00	Av. Domingo paz	-	-	183	79	-	-	102	13	-	-	0	0	376
	Calle Gral. Trigo	147	161	-	-	11	16	-	-	0	0	-	-	335
11:00-12:00	Av. Domingo paz	-	-	179	72	-	-	96	12	-	-	2	0	361
	Calle Gral. Trigo	125	192	-	-	10	17	-	-	1	0	-	-	345
12:00-13:00	Av. Domingo paz	-	-	138	56	-	-	83	10	-	-	1	0	288
	Calle Gral. Trigo	96	148	-	-	9	15	-	-	0	0	-	-	268
13:00-14:00	Av. Domingo paz	-	-	119	48	-	-	53	7	-	-	0	0	227
	Calle Gral. Trigo	83	128	-	-	6	9	-	-	0	0	-	-	226
14:00-15:00	Av. Domingo paz	-	-	133	65	-	-	80	10	-	-	0	0	288
	Calle Gral. Trigo	93	142	-	-	8	14	-	-	0	0	-	-	257
15:00-16:00	Av. Domingo paz	-	-	162	62	-	-	91	11	-	-	1	0	327
	Calle Gral. Trigo	116	178	-	-	9	16	-	-	0	0	-	-	319
16:00-17:00	Av. Domingo paz	-	-	95	65	-	-	88	9	-	-	0	0	257
	Calle Gral. Trigo	83	122	-	-	11	13	-	-	0	0	-	-	228
17:00-18:00	Av. Domingo paz	-	-	113	52	-	-	79	8	-	-	0	0	253
	Calle Gral. Trigo	86	128	-	-	9	12	-	-	0	0	-	-	235
18:00-19:00	Av. Domingo paz	-	-	156	61	-	-	92	9	-	-	0	0	318
	Calle Gral. Trigo	119	176	-	-	11	13	-	-	0	0	-	-	319

**FIGURA 4.3-12 AFORO VEHICULAR CONTINUO EN 12 HRS - INTERSECCIÓN
(AV.DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO)**

Día: Viernes		Volumenes												Total
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
07:00-08:00	Av. Domingo paz	-	-	98	40	-	-	92	12	-	-	0	0	242
	Calle Gral. Trigo	81	89	-	-	13	10	-	-	0	0	-	-	193
08:00-09:00	Av. Domingo paz	-	-	178	84	-	-	97	12	-	-	0	0	372
	Calle Gral. Trigo	172	158	-	-	13	11	-	-	0	0	-	-	354
09:00-10:00	Av. Domingo paz	-	-	192	93	-	-	110	14	-	-	1	0	410
	Calle Gral. Trigo	186	174	-	-	15	12	-	-	0	0	-	-	387
10:00-11:00	Av. Domingo paz	-	-	180	90	-	-	101	13	-	-	0	0	383
	Calle Gral. Trigo	189	170	-	-	13	12	-	-	0	0	-	-	384
11:00-12:00	Av. Domingo paz	-	-	168	86	-	-	91	11	-	-	2	0	358
	Calle Gral. Trigo	192	166	-	-	11	11	-	-	0	0	-	-	380
12:00-13:00	Av. Domingo paz	-	-	130	66	-	-	79	10	-	-	0	0	285
	Calle Gral. Trigo	148	128	-	-	10	10	-	-	0	0	-	-	295
13:00-14:00	Av. Domingo paz	-	-	112	57	-	-	51	6	-	-	0	0	226
	Calle Gral. Trigo	128	111	-	-	6	6	-	-	0	0	-	-	251
14:00-15:00	Av. Domingo paz	-	-	124	78	-	-	76	9	-	-	0	0	287
	Calle Gral. Trigo	142	123	-	-	9	9	-	-	0	0	-	-	284
15:00-16:00	Av. Domingo paz	-	-	152	74	-	-	86	10	-	-	0	0	322
	Calle Gral. Trigo	178	154	-	-	10	10	-	-	0	0	-	-	352
16:00-17:00	Av. Domingo paz	-	-	95	90	-	-	87	10	-	-	0	0	281
	Calle Gral. Trigo	127	113	-	-	10	9	-	-	0	0	-	-	258
17:00-18:00	Av. Domingo paz	-	-	113	72	-	-	78	9	-	-	1	0	273
	Calle Gral. Trigo	133	117	-	-	9	8	-	-	0	0	-	-	267
18:00-19:00	Av. Domingo paz	-	-	156	84	-	-	90	10	-	-	0	0	340
	Calle Gral. Trigo	183	162	-	-	10	9	-	-	1	0	-	-	365

**FIGURA 4.3-13 AFORO VEHICULAR CONTINUO EN 12 HRS - INTERSECCIÓN
(AV.DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO)**

Día: Sabado		Volumenes												Total
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
07:00-08:00	Av. Domingo paz	-	-	73	27	-	-	74	10	-	-	0	0	185
	Calle Gral. Trigo	39	40	-	-	11	8	-	-	0	0	-	-	98
08:00-09:00	Av. Domingo paz	-	-	132	57	-	-	79	11	-	-	0	0	279
	Calle Gral. Trigo	82	71	-	-	12	10	-	-	0	0	-	-	174
09:00-10:00	Av. Domingo paz	-	-	143	63	-	-	89	12	-	-	0	0	307
	Calle Gral. Trigo	89	78	-	-	13	10	-	-	0	0	-	-	190
10:00-11:00	Av. Domingo paz	-	-	145	62	-	-	79	12	-	-	0	0	297
	Calle Gral. Trigo	86	102	-	-	13	11	-	-	0	0	-	-	212
11:00-12:00	Av. Domingo paz	-	-	146	60	-	-	69	11	-	-	0	0	286
	Calle Gral. Trigo	83	126	-	-	12	12	-	-	0	1	-	-	234
12:00-13:00	Av. Domingo paz	-	-	113	46	-	-	60	10	-	-	0	0	228
	Calle Gral. Trigo	64	97	-	-	10	10	-	-	0	0	-	-	182
13:00-14:00	Av. Domingo paz	-	-	97	40	-	-	38	6	-	-	0	0	182
	Calle Gral. Trigo	55	84	-	-	7	7	-	-	0	0	-	-	153
14:00-15:00	Av. Domingo paz	-	-	108	54	-	-	58	9	-	-	0	0	229
	Calle Gral. Trigo	61	93	-	-	10	10	-	-	0	0	-	-	175
15:00-16:00	Av. Domingo paz	-	-	132	51	-	-	65	10	-	-	0	0	259
	Calle Gral. Trigo	77	117	-	-	11	11	-	-	0	0	-	-	216
16:00-17:00	Av. Domingo paz	-	-	75	76	-	-	67	9	-	-	0	0	227
	Calle Gral. Trigo	71	81	-	-	13	9	-	-	0	0	-	-	173
17:00-18:00	Av. Domingo paz	-	-	89	61	-	-	60	8	-	-	0	0	219
	Calle Gral. Trigo	74	84	-	-	11	8	-	-	1	0	-	-	179
18:00-19:00	Av. Domingo paz	-	-	123	71	-	-	70	9	-	-	2	0	275
	Calle Gral. Trigo	102	116	-	-	13	9	-	-	0	0	-	-	240

**FIGURA 4.3-14 AFORO VEHICULAR CONTINUO EN 12 HRS - INTERSECCIÓN
(AV.DOMINGO PAZ Y CALLE GRAL. TRIGO)**

Día: Domingo		Volumenes												Total
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
07:00-08:00	Av. Domingo paz	-	-	77	27	-	-	65	10	-	-	0	0	179
	Calle Gral. Trigo	43	44	-	-	9	10	-	-	0	0	-	-	106
08:00-09:00	Av. Domingo paz	-	-	139	57	-	-	69	11	-	-	0	0	276
	Calle Gral. Trigo	91	78	-	-	10	11	-	-	0	0	-	-	190
09:00-10:00	Av. Domingo paz	-	-	150	63	-	-	78	12	-	-	1	0	304
	Calle Gral. Trigo	98	86	-	-	11	12	-	-	0	0	-	-	207
10:00-11:00	Av. Domingo paz	-	-	149	66	-	-	74	11	-	-	0	0	299
	Calle Gral. Trigo	88	101	-	-	10	11	-	-	0	0	-	-	210
11:00-12:00	Av. Domingo paz	-	-	147	69	-	-	69	10	-	-	0	0	295
	Calle Gral. Trigo	78	116	-	-	9	10	-	-	0	1	-	-	214
12:00-13:00	Av. Domingo paz	-	-	113	53	-	-	60	9	-	-	0	0	235
	Calle Gral. Trigo	60	89	-	-	8	9	-	-	0	0	-	-	166
13:00-14:00	Av. Domingo paz	-	-	98	46	-	-	38	6	-	-	0	0	188
	Calle Gral. Trigo	52	77	-	-	5	6	-	-	0	0	-	-	140
14:00-15:00	Av. Domingo paz	-	-	109	62	-	-	58	8	-	-	0	0	237
	Calle Gral. Trigo	58	86	-	-	8	8	-	-	0	0	-	-	160
15:00-16:00	Av. Domingo paz	-	-	133	59	-	-	65	9	-	-	0	0	267
	Calle Gral. Trigo	72	107	-	-	8	9	-	-	0	0	-	-	198
16:00-17:00	Av. Domingo paz	-	-	97	85	-	-	58	9	-	-	0	0	248
	Calle Gral. Trigo	63	87	-	-	8	6	-	-	0	0	-	-	163
17:00-18:00	Av. Domingo paz	-	-	116	68	-	-	52	8	-	-	0	0	244
	Calle Gral. Trigo	65	91	-	-	7	6	-	-	0	0	-	-	168
18:00-19:00	Av. Domingo paz	-	-	160	79	-	-	60	9	-	-	0	0	308
	Calle Gral. Trigo	90	125	-	-	8	6	-	-	0	0	-	-	229

4.3.1.3 RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (PÉNDULO DE FRICCIÓN)

El ensayo se realizó de acuerdo al Manual de Ensayos de Suelos y Material de Asfaltos Volumen IV, como se describe a continuación:

- Se tomó como punto de medición la zona de ahuellamiento, donde se consideró áreas uniformes.
- Zona rural.- Para la zona rural se realizaron mediciones sobre el ahuellamiento derecho de cada carril en función de la circulación.
- Para cumplir con las exigencias mínimas de medición se ubicaron tres progresivas de medición (0+000; 0+200, 0+400) respectivamente

- Zona urbana.- De igual manera que la zona rural se midió en las zonas que presentaron zonas uniformes y sobre el ahuellamiento existente, con cuatro repeticiones sobre cada punto para obtener un valor medio y corregido por el factor térmico.

FIGURA 4.3-15 ENSAYO PÉNDULO DE FRICCIÓN



FIGURA 4.3-16 EQUIPO PÉNDULO DE FRICCIÓN**FIGURA 4.3-17 OBTENCIÓN DE DATOS-PÉNDULO DE FRICCIÓN**

Se hace hincapié que este parámetro es adimensional, por lo que se adopta en este caso como una unidad la característica del equipo con que se controla, en este caso BPN, “British Pendulum Number”, cuya traducción al castellano es Numero de

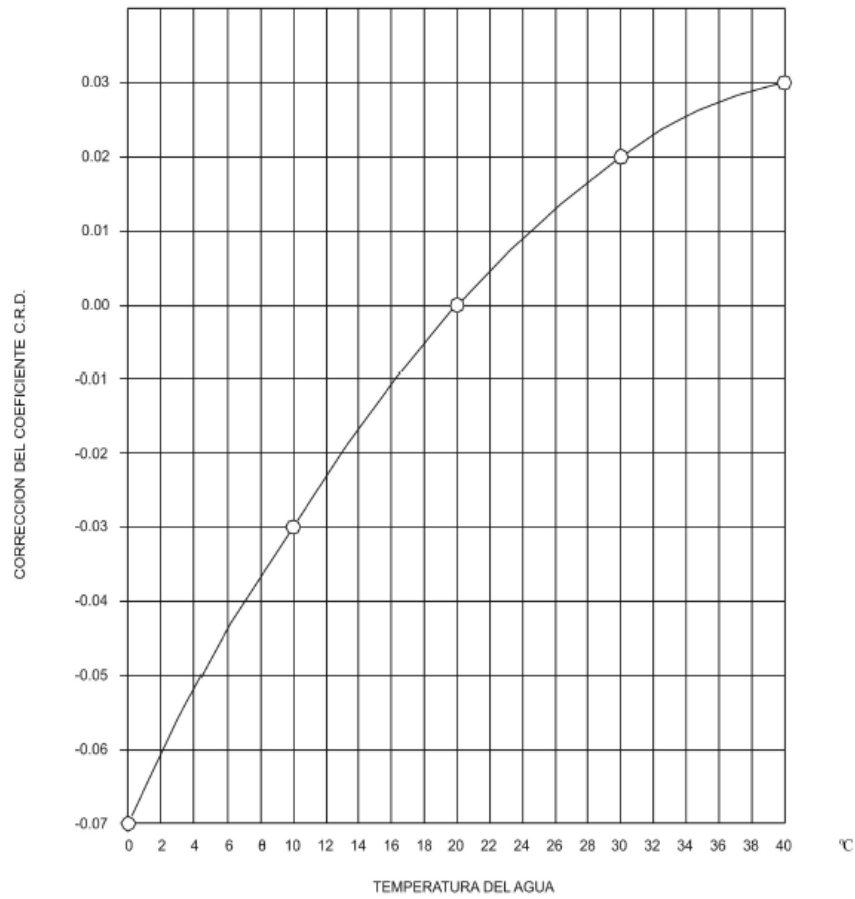
Péndulo Británico y con que se identifica el valor de la fricción obtenido con este equipo.

Esta es la unidad que en que se mide el coeficiente de roce del pavimento, cuyo rango va desde 0 a 100. El resultado del ensayo de resistencia al deslizamiento se expresa en tanto por en forma:

Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento (CRD)=*Lectura efectiva de BPN/100*

Las medidas efectuadas sobre pavimentos están siempre afectadas por variaciones de temperatura de la zapata y de la superficie ensayada. La uniformidad de las medidas a realizar, bajo cualquier condición climática, exige una corrección del coeficiente obtenido mediante el gráfico de la figura siguiente, para expresar los resultados a 20°C. Los valores obtenidos se informan con dos decimales.

FIGURA 4.3-18 FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA



FUENTE: MANUAL DE ENSAYO DE SUELOS Y MATERIAL DE ASFALTOS VOLUMEN IV

A continuación se presentan los datos obtenidos en los ensayos y su corrección por temperatura.

CUADRO 4.3-1 ENSAYO-PÉNDULO DE FRICCIÓN (ÁREA RURAL)

LUGAR DE MEDICION	PROG	MEDICION				VALOR PROMEDIO	TEMP (°C)	CORRECCION POR TEMPERATURA	CDR/100
		LECT 1	LECT 2	LECT 3	LECT 4				
CARRETERA A ERQUIZ									
S/PINTURA BORDE DERECHO	0+00	70	75	75	73	73,25	22	0,5	0,738
S/AHUELLAMIENTO	0+00	80	90	82	88	85	22	0,5	0,855
S/PINTURA EJE DE CALZADA	0+00	75	78	75	80	77	22	0,5	0,775
S/PINTURA BORDE DERECHO	0+200	77	86	84	83	82,5	25	0,65	0,832
S/AHUELLAMIENTO	0+200	80	91	95	90	89	25	0,65	0,897
S/PINTURA EJE DE CALZADA	0+200	84	75	84	80	80,75	25	0,65	0,814
S/PINTURA BORDE DERECHO	0+400	75	79	81	83	79,5	21	0,25	0,798
S/AHUELLAMIENTO	0+400	88	94	86	94	90,5	21	0,25	0,908
S/PINTURA EJE DE CALZADA	0+400	83	79	74	79	78,75	21	0,25	0,790

LUGAR DE MEDICION	PROG	MEDICION				VALOR PROMEDIO	TEMP (°C)	CORRECCION POR TEMPERATURA	CDR/100
		LECT 1	LECT 2	LECT 3	LECT 4				
CARRETERA A BERMEJO									
S/PINTURA BORDE DERECHO	0+00	78	78	80	78	78,5	29	1,9	0,804
S/AHUELLAMIENTO	0+00	90	91	94	91	91,5	29	1,9	0,934
S/PINTURA EJE DE CALZADA	0+00	81	84	85	84	83,5	29	1,9	0,854
S/PINTURA BORDE DERECHO	0+200	80	82	84	81	81,75	29	1,9	0,837
S/AHUELLAMIENTO	0+200	78	77	79	81	78,75	29	1,9	0,807
S/PINTURA EJE DE CALZADA	0+200	80	77	79	82	79,5	29	1,9	0,814
S/PINTURA BORDE DERECHO	0+400	81	79	80	76	79	29	1,9	0,809
S/AHUELLAMIENTO	0+400	85	80	83	85	83,25	29	1,9	0,852
S/PINTURA EJE DE CALZADA	0+400	79	81	85	84	82,25	29	1,9	0,842

LUGAR DE MEDICION	PROG	MEDICION				VALOR PROMEDIO	TEMP (°C)	CORRECCION POR TEMPERATURA	CDR/100
		LECT 1	LECT 2	LECT 3	LECT 4				
CARRETERA AL CHACO									
S/PINTURA BORDE DERECHO	0+00	70	75	75	73	73,25	30	2	0,753
S/AHUELLAMIENTO	0+00	90	95	98	95	94,5	30	2	0,965
S/PINTURA EJE DE CALZADA	0+00	78	80	78	75	77,75	30	2	0,798
S/PINTURA BORDE DERECHO	0+200	70	73	75	72	72,5	30	2	0,745
S/AHUELLAMIENTO	0+200	70	76	80	81	76,75	30	2	0,788
S/PINTURA EJE DE CALZADA	0+200	72	72	75	75	73,5	30	2	0,755
S/PINTURA BORDE DERECHO	0+400	73	71	69	71	71	30	2	0,730
S/AHUELLAMIENTO	0+400	80	83	79	85	81,75	30	2	0,838
S/PINTURA EJE DE CALZADA	0+400	78	75	76	75	76	30	2	0,780

CUADRO 4.3-2 ENSAYO-PÉNDULO DE FRICCIÓN (ÁREA URBANA)

LUGAR DE MEDICION	MEDICION				VALOR PROMEDIO	TEMP (°C)	CORRECCION POR TEMPERATURA (20°C)	CDR/100
	LECT 1	LECT 2	LECT 3	LECT 4				
COLON Y DOMINGO PAZ								
S/PINTURA - COLON	73	75	76	75	74,75	30	2	0,77
S/AHUELLAMIENTO - COLON	80	84	85	85	83,5	30	2	0,86
S/PINTURA - DOMINGO PAZ	75	75	70	72	73	30	2	0,75
S/AHUELLAMIENTO - DOMINGO PAZ	80	81	75	80	79	30	2	0,81

LUGAR DE MEDICION	MEDICION				VALOR PROMEDIO	TEMP (°C)	CORRECCION POR TEMPERATURA (20°C)	CDR/100
	LECT 1	LECT 2	LECT 3	LECT 4				
GRAL. TRIGO Y DOMINGO PAZ								
S/PINTURA - DOMINGO PAZ	70	74	74	75	73,25	32	2,1	0,75
S/AHUELLAMIENTO - DOMINGO PAZ	71	78	84	80	78,25	32	2,1	0,80
S/PINTURA - GRAL. TRIGO	60	65	70	70	66,25	32	2,1	0,68
S/AHUELLAMIENTO - GRAL. TRIGO	71	64	68	80	70,75	32	2,1	0,73

LUGAR DE MEDICION	MEDICION				VALOR PROMEDIO	TEMP (°C)	CORRECCION POR TEMPERATURA (20°C)	CDR/100
	LECT 1	LECT 2	LECT 3	LECT 4				
GRAL. TRIGO Y 15 DE ABRIL								
S/PINTURA - GRAL. TRIGO	71	75	78	75	74,75	32	2,1	0,77
S/AHUELLAMIENTO - GRAL. TRIGO	75	70	73	70	72	32	2,1	0,74
S/PINTURA - 15 DE ABRIL	68	72	74	72	71,5	32	2,1	0,74
S/AHUELLAMIENTO - 15 DE ABRIL	75	73	76	75	74,75	32	2,1	0,77

LUGAR DE MEDICION	MEDICION				VALOR PROMEDIO	TEMP (°C)	CORRECCION POR TEMPERATURA (20°C)	CDR/100
	LECT 1	LECT 2	LECT 3	LECT 4				
MADRID Y SUIPACHA								
S/PINTURA - MADRID	71	75	73	70	72,25	32	2,1	0,74
S/AHUELLAMIENTO - MADRID	70	74	73	74	72,75	32	2,1	0,75
S/PINTURA - SUIPACHA	75	73	65	70	70,75	32	2,1	0,73
S/AHUELLAMIENTO - SUIPACHA	79	74	75	74	75,5	32	2,1	0,78

LUGAR DE MEDICION	MEDICION				VALOR PROMEDIO	TEMP (°C)	CORRECCION POR TEMPERATURA (20°C)	CDR/100
	LECT 1	LECT 2	LECT 3	LECT 4				
SANTA CRUZ Y DOMINGO PAZ								
S/PINTURA - SANTA CRUZ	70	72	72	71	71,25	30	2	0,73
S/AHUELLAMIENTO - SANTA CRUZ	85	90	93	90	89,5	30	2	0,92
S/PINTURA - DOMINGO PAZ	71	70	70	72	70,75	30	2	0,73
S/AHUELLAMIENTO - DOMINGO PAZ	85	86	89	85	86,25	30	2	0,88

LUGAR DE MEDICION	MEDICION				VALOR PROMEDIO	TEMP (°C)	CORRECCION POR TEMPERATURA (20°C)	CDR/100
	LECT 1	LECT 2	LECT 3	LECT 4				
INGAVI Y SEVILLA								
S/PINTURA - INGAVI	74	75	75	74	74,5	30	2	0,77
S/AHUELLAMIENTO - INGAVI	65	74	78	74	72,75	30	2	0,75
S/PINTURA - SEVILLA	75	75	74	75	74,75	30	2	0,77
S/AHUELLAMIENTO - SEVILLA	60	65	64	62	62,75	30	2	0,65

LUGAR DE MEDICION	MEDICION				VALOR PROMEDIO	TEMP (°C)	CORRECCION POR TEMPERATURA (20°C)	CDR/100
	LECT 1	LECT 2	LECT 3	LECT 4				
BOLIVAR Y JUNIN								
S/PINTURA - JUNIN	57	58	58	59	58	30	2	0,60
S/AHUELLAMIENTO - JUNIN	73	77	80	78	77	30	2	0,79
S/PINTURA - BOLIVAR	81	80	77	79	79,25	30	2	0,81
S/AHUELLAMIENTO - BOLIVAR	85	75	80	82	80,5	30	2	0,83

4.3.2 PROCESO DE GABINETE

Con datos obtenidos de campo se continúa con el procesamiento de los datos.

4.3.2.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DEPURACIÓN DE DATOS DE AFOROS

La evaluación de los resultados de los estudios debe ser evaluada utilizando el método estadístico apropiado.

Después de haber obtenido los aforos correspondientes se procede a realizar las depuraciones. Estas depuraciones son necesarias para optimizar los datos obtenidos de los aforos, y así poder incrementar la calidad de información obtenida.

El procedimiento para tal caso es:

- Agrupar los datos en rangos horarios, de forma que queden conjuntos establecidos por horas como ser: 07:00; 08:00; 09:00, etc.
- Calcular la media de los valores para cada conjunto horario.
- Calcular la desviación de cada conjunto.
- Establecer rangos de manera (MEDIA +/- DESV.), máximos y mínimos.
- Calcular el promedio con los valores que cumplen el rango, los demás valores serán depurados.

A continuación se presenta un ejemplo del proceso de los datos.

CUADRO 4.3-3 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 07:00 - 08:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
07:00-08:00	Calle Bolivar	-	-	185	68	-	-	68	3	-	-	0	0
	Calle Junin	73	109	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-

Día: Martes

07:00-08:00	Calle Bolivar	-	-	107	64	-	-	68	0	-	-	0	0
	Calle Junin	63	77	-	-	2	5	-	-	0	0	-	-

Día: Miercoles

07:00-08:00	Calle Bolivar	-	-	146	54	-	-	67	6	-	-	0	0
	Calle Junin	63	78	-	-	3	3	-	-	0	0	-	-

Día: Jueves

07:00-08:00	Calle Bolivar	-	-	114	50	-	-	62	0	-	-	0	0
	Calle Junin	75	140	-	-	1	5	-	-	0	0	-	-

Día: Viernes

07:00-08:00	Calle Bolivar	-	-	130	60	-	-	66	4	-	-	0	0
	Calle Junin	63	89	-	-	2	4	-	-	0	0	-	-

Día: Sabado

07:00-08:00	Calle Bolivar	-	-	133	51	-	-	67	3	-	-	0	0
	Calle Junin	14	75	-	-	0	3	-	-	0	0	-	-

Día: Domingo

07:00-08:00	Calle Bolivar	-	-	130	56	-	-	65	1	-	-	0	0
	Calle Junin	20	86	-	-	1	3	-	-	0	0	-	-

PRIMERA DEPURACION

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	135	57	-	-	66	2	-	-	0	0
	Calle Junin	53	94	-	-	2	4	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	25	7	-	-	2	2	-	-	0	0
	Calle Junin	25	24	-	-	1	1	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	160	64	-	-	68	5	-	-	0	0
	Calle Junin	78	117	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	110	51	-	-	64	0	-	-	0	0
	Calle Junin	28	70	-	-	1	3	-	-	0	0	-	-

VALOR VERDADERO

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	131	55	-	-	67	3	-	-	0	0
	Calle Junin	68	86	-	-	2	4	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-4 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 08:00 - 09:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
08:00-09:00	Calle Bolivar	-	-	333	141	-	-	72	5	-	-	0	0
	Calle Junin	155	193	-	-	1	5	-	-	0	0	-	-

Día: Martes

08:00-09:00	Calle Bolivar	-	-	193	134	-	-	72	2	-	-	0	0
	Calle Junin	135	137	-	-	3	6	-	-	0	0	-	-

Día: Miercoles

08:00-09:00	Calle Bolivar	-	-	263	112	-	-	71	5	-	-	0	0
	Calle Junin	134	139	-	-	4	0	-	-	1	0	-	-

Día: Jueves

08:00-09:00	Calle Bolivar	-	-	206	103	-	-	65	1	-	-	0	0
	Calle Junin	160	248	-	-	3	6	-	-	0	0	-	-

Día: Viernes

08:00-09:00	Calle Bolivar	-	-	235	124	-	-	70	3	-	-	2	0
	Calle Junin	135	158	-	-	0	5	-	-	0	0	-	-

Día: Sabado

08:00-09:00	Calle Bolivar	-	-	241	107	-	-	71	3	-	-	0	0
	Calle Junin	31	133	-	-	0	4	-	-	0	0	-	-

Día: Domingo

08:00-09:00	Calle Bolivar	-	-	234	116	-	-	69	4	-	-	0	0
	Calle Junin	43	152	-	-	0	5	-	-	0	0	-	-

PRIMERA DEPURACION

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	244	120	-	-	70	3	-	-	0	0
	Calle Junin	113	166	-	-	2	4	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	46	14	-	-	2	1	-	-	1	0
	Calle Junin	53	42	-	-	2	2	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	289	134	-	-	72	5	-	-	1	0
	Calle Junin	167	207	-	-	3	6	-	-	1	0	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	198	106	-	-	68	2	-	-	0	0
	Calle Junin	60	124	-	-	0	2	-	-	0	0	-	-

VALOR VERDADERO

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	236	115	-	-	71	3	-	-	0	0
	Calle Junin	144	152	-	-	1	5	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-5 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 09:00 - 10:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
09:00-10:00	Calle Bolivar	-	-	360	156	-	-	81	7	-	-	0	0
	Calle Junin	167	213	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-

Día: Martes

09:00-10:00	Calle Bolivar	-	-	208	148	-	-	81	3	-	-	0	0
	Calle Junin	146	151	-	-	2	6	-	-	0	0	-	-

Día: Miercoles

09:00-10:00	Calle Bolivar	-	-	284	124	-	-	80	7	-	-	0	0
	Calle Junin	145	153	-	-	4	3	-	-	0	0	-	-

Día: Jueves

09:00-10:00	Calle Bolivar	-	-	223	114	-	-	74	3	-	-	0	0
	Calle Junin	173	274	-	-	2	6	-	-	0	0	-	-

Día: Viernes

09:00-10:00	Calle Bolivar	-	-	254	137	-	-	79	6	-	-	0	0
	Calle Junin	146	174	-	-	2	5	-	-	0	1	-	-

Día: Sabado

09:00-10:00	Calle Bolivar	-	-	260	118	-	-	80	7	-	-	0	0
	Calle Junin	33	147	-	-	3	4	-	-	0	1	-	-

Día: Domingo

09:00-10:00	Calle Bolivar	-	-	253	128	-	-	78	3	-	-	0	0
	Calle Junin	46	168	-	-	2	7	-	-	0	0	-	-

PRIMERA DEPURACION

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	263	132	-	-	79	5	-	-	0	0
	Calle Junin	122	183	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	49	16	-	-	2	2	-	-	0	0
	Calle Junin	58	46	-	-	1	1	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	313	148	-	-	81	7	-	-	0	0
	Calle Junin	180	229	-	-	3	6	-	-	0	1	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	214	117	-	-	77	3	-	-	0	0
	Calle Junin	65	137	-	-	2	4	-	-	0	0	-	-

VALOR VERDADERO

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	255	127	-	-	79	6	-	-	0	0
	Calle Junin	155	168	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-6 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 10:00 - 11:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
10:00-11:00	Calle Bolivar	-	-	304	154	-	-	85	5	-	-	0	0
	Calle Junin	177	203	-	-	1	4	-	-	0	0	-	-

Día: Martes

10:00-11:00	Calle Bolivar	-	-	202	141	-	-	79	4	-	-	0	0
	Calle Junin	130	150	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-

Día: Miercoles

10:00-11:00	Calle Bolivar	-	-	280	109	-	-	77	2	-	-	0	0
	Calle Junin	139	139	-	-	5	1	-	-	0	0	-	-

Día: Jueves

10:00-11:00	Calle Bolivar	-	-	214	112	-	-	84	2	-	-	1	0
	Calle Junin	160	241	-	-	3	7	-	-	0	0	-	-

Día: Viernes

10:00-11:00	Calle Bolivar	-	-	221	136	-	-	82	4	-	-	0	0
	Calle Junin	169	175	-	-	3	6	-	-	0	0	-	-

Día: Sabado

10:00-11:00	Calle Bolivar	-	-	201	107	-	-	79	5	-	-	0	0
	Calle Junin	43	168	-	-	2	3	-	-	0	0	-	-

Día: Domingo

10:00-11:00	Calle Bolivar	-	-	201	116	-	-	85	2	-	-	0	0
	Calle Junin	51	172	-	-	4	5	-	-	0	0	-	-

PRIMERA DEPURACION

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	232	125	-	-	82	3	-	-	0	0
	Calle Junin	124	178	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	42	18	-	-	3	1	-	-	0	0
	Calle Junin	55	34	-	-	1	2	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	274	143	-	-	85	5	-	-	1	0
	Calle Junin	179	212	-	-	4	6	-	-	0	0	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	189	106	-	-	78	2	-	-	0	0
	Calle Junin	69	144	-	-	2	2	-	-	0	0	-	-

VALOR VERDADERO

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	208	120	-	-	81	4	-	-	0	0
	Calle Junin	155	173	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-7 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 11:00 - 12:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
11:00-12:00	Calle Bolivar	-	-	247	152	-	-	89	3	-	-	0	0
	Calle Junin	187	193	-	-	4	3	-	-	0	0	-	-

Día: Martes

11:00-12:00	Calle Bolivar	-	-	195	133	-	-	76	5	-	-	0	0
	Calle Junin	113	148	-	-	4	3	-	-	0	0	-	-

Día: Miercoles

11:00-12:00	Calle Bolivar	-	-	276	94	-	-	74	5	-	-	0	0
	Calle Junin	133	124	-	-	6	2	-	-	0	0	-	-

Día: Jueves

11:00-12:00	Calle Bolivar	-	-	205	110	-	-	94	4	-	-	0	0
	Calle Junin	147	207	-	-	1	8	-	-	0	0	-	-

Día: Viernes

11:00-12:00	Calle Bolivar	-	-	188	134	-	-	85	2	-	-	0	0
	Calle Junin	192	176	-	-	3	6	-	-	0	0	-	-

Día: Sabado

11:00-12:00	Calle Bolivar	-	-	142	95	-	-	78	2	-	-	0	0
	Calle Junin	53	189	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-

Día: Domingo

11:00-12:00	Calle Bolivar	-	-	148	104	-	-	92	4	-	-	0	0
	Calle Junin	55	175	-	-	6	3	-	-	0	0	-	-

PRIMERA DEPURACION

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	200	117	-	-	84	4	-	-	0	0
	Calle Junin	126	173	-	-	4	4	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	49	22	-	-	8	1	-	-	0	0
	Calle Junin	56	28	-	-	2	2	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	249	140	-	-	92	5	-	-	0	0
	Calle Junin	182	202	-	-	6	6	-	-	0	0	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	151	95	-	-	76	2	-	-	0	0
	Calle Junin	69	145	-	-	2	2	-	-	0	0	-	-

VALOR VERDADERO

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	209	120	-	-	84	4	-	-	0	0
	Calle Junin	131	176	-	-	4	3	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-8 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 12:00 - 13:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12:00-13:00	Calle Bolivar	-	-	190	117	-	-	77	1	-	-	0	0
	Calle Junin	144	149	-	-	3	3	-	-	0	0	-	-

Día: Martes

12:00-13:00	Calle Bolivar	-	-	150	103	-	-	66	4	-	-	0	0
	Calle Junin	87	114	-	-	3	3	-	-	0	0	-	-

Día: Miercoles

12:00-13:00	Calle Bolivar	-	-	213	72	-	-	64	4	-	-	0	0
	Calle Junin	103	96	-	-	5	0	-	-	0	0	-	-

Día: Jueves

12:00-13:00	Calle Bolivar	-	-	158	85	-	-	82	3	-	-	0	1
	Calle Junin	113	160	-	-	0	7	-	-	0	0	-	-

Día: Viernes

12:00-13:00	Calle Bolivar	-	-	145	103	-	-	74	3	-	-	0	0
	Calle Junin	148	136	-	-	3	5	-	-	2	0	-	-

Día: Sabado

12:00-13:00	Calle Bolivar	-	-	109	73	-	-	68	0	-	-	0	0
	Calle Junin	41	146	-	-	0	4	-	-	0	0	-	-

Día: Domingo

12:00-13:00	Calle Bolivar	-	-	114	80	-	-	80	3	-	-	0	0
	Calle Junin	42	135	-	-	5	3	-	-	0	0	-	-

PRIMERA DEPURACION

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	154	91	-	-	73	3	-	-	0	0
	Calle Junin	97	133	-	-	3	3	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	38	17	-	-	7	2	-	-	0	0
	Calle Junin	44	22	-	-	2	2	-	-	1	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	192	108	-	-	80	4	-	-	0	1
	Calle Junin	140	155	-	-	5	6	-	-	1	0	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	117	73	-	-	66	1	-	-	0	0
	Calle Junin	53	112	-	-	1	1	-	-	0	0	-	-

VALOR VERDADERO

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	161	89	-	-	71	3	-	-	0	0
	Calle Junin	101	136	-	-	3	3	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-9 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 13:00 - 14:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
13:00-14:00	Calle Bolivar	-	-	165	101	-	-	49	2	-	-	0	0
	Calle Junin	125	129	-	-	2	2	-	-	0	0	-	-

Día: Martes

13:00-14:00	Calle Bolivar	-	-	130	89	-	-	42	3	-	-	0	0
	Calle Junin	75	99	-	-	2	2	-	-	0	0	-	-

Día: Miercoles

13:00-14:00	Calle Bolivar	-	-	184	63	-	-	41	3	-	-	0	0
	Calle Junin	89	83	-	-	3	1	-	-	0	0	-	-

Día: Jueves

13:00-14:00	Calle Bolivar	-	-	137	73	-	-	52	2	-	-	0	0
	Calle Junin	98	138	-	-	0	4	-	-	0	0	-	-

Día: Viernes

13:00-14:00	Calle Bolivar	-	-	125	89	-	-	47	1	-	-	0	0
	Calle Junin	128	117	-	-	2	3	-	-	0	0	-	-

Día: Sabado

13:00-14:00	Calle Bolivar	-	-	95	63	-	-	43	1	-	-	0	0
	Calle Junin	35	126	-	-	0	3	-	-	0	0	-	-

Día: Domingo

13:00-14:00	Calle Bolivar	-	-	99	69	-	-	51	2	-	-	0	0
	Calle Junin	37	117	-	-	3	2	-	-	0	0	-	-

PRIMERA DEPURACION

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	133	78	-	-	47	2	-	-	0	0
	Calle Junin	84	115	-	-	2	2	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	32	15	-	-	4	1	-	-	0	0
	Calle Junin	38	19	-	-	1	1	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	166	93	-	-	51	3	-	-	0	0
	Calle Junin	121	134	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	101	63	-	-	42	1	-	-	0	0
	Calle Junin	46	96	-	-	0	1	-	-	0	0	-	-

VALOR VERDADERO

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	139	77	-	-	46	2	-	-	0	0
	Calle Junin	87	117	-	-	2	2	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-10 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 14:00 - 15:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
14:00-15:00	Calle Bolivar	-	-	183	138	-	-	74	0	-	-	0	1
	Calle Junin	139	143	-	-	2	3	-	-	0	0	-	-

Día: Martes

14:00-15:00	Calle Bolivar	-	-	144	120	-	-	63	6	-	-	0	0
	Calle Junin	84	110	-	-	3	3	-	-	0	0	-	-

Día: Miercoles

14:00-15:00	Calle Bolivar	-	-	204	85	-	-	62	1	-	-	0	0
	Calle Junin	99	92	-	-	5	2	-	-	0	0	-	-

Día: Jueves

14:00-15:00	Calle Bolivar	-	-	152	100	-	-	78	3	-	-	0	0
	Calle Junin	109	153	-	-	3	7	-	-	0	0	-	-

Día: Viernes

14:00-15:00	Calle Bolivar	-	-	139	121	-	-	71	2	-	-	0	0
	Calle Junin	142	130	-	-	2	5	-	-	1	0	-	-

Día: Sabado

14:00-15:00	Calle Bolivar	-	-	105	86	-	-	65	3	-	-	0	0
	Calle Junin	39	140	-	-	1	4	-	-	0	0	-	-

Día: Domingo

14:00-15:00	Calle Bolivar	-	-	110	94	-	-	77	3	-	-	0	0
	Calle Junin	41	130	-	-	2	3	-	-	1	0	-	-

PRIMERA DEPURACION

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	148	106	-	-	70	3	-	-	0	0
	Calle Junin	93	128	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	36	20	-	-	7	2	-	-	0	0
	Calle Junin	42	21	-	-	1	2	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	184	127	-	-	77	5	-	-	0	1
	Calle Junin	135	149	-	-	4	5	-	-	1	0	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	112	86	-	-	63	1	-	-	0	0
	Calle Junin	51	107	-	-	1	2	-	-	0	0	-	-

VALOR VERDADERO

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	155	104	-	-	70	3	-	-	0	0
	Calle Junin	97	131	-	-	2	3	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-11 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 15:00 - 16:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
15:00-16:00	Calle Bolivar	-	-	224	130	-	-	84	2	-	-	0	0
	Calle Junin	173	179	-	-	4	3	-	-	0	0	-	-
Día: Martes													
15:00-16:00	Calle Bolivar	-	-	177	114	-	-	72	4	-	-	0	0
	Calle Junin	105	137	-	-	4	3	-	-	0	0	-	-
Día: Miercoles													
15:00-16:00	Calle Bolivar	-	-	250	81	-	-	70	1	-	-	0	0
	Calle Junin	123	115	-	-	6	2	-	-	0	0	-	-
Día: Jueves													
15:00-16:00	Calle Bolivar	-	-	186	94	-	-	89	4	-	-	0	0
	Calle Junin	136	192	-	-	4	8	-	-	1	0	-	-
Día: Viernes													
15:00-16:00	Calle Bolivar	-	-	170	115	-	-	80	4	-	-	0	0
	Calle Junin	178	163	-	-	3	6	-	-	0	0	-	-
Día: Sabado													
15:00-16:00	Calle Bolivar	-	-	129	82	-	-	74	2	-	-	0	0
	Calle Junin	49	175	-	-	3	5	-	-	0	1	-	-
Día: Domingo													
15:00-16:00	Calle Bolivar	-	-	134	89	-	-	87	1	-	-	0	0
	Calle Junin	51	162	-	-	6	3	-	-	0	0	-	-
PRIMERA DEPURACION													
MEDIA	Calle Bolivar	-	-	181	101	-	-	79	3	-	-	0	0
	Calle Junin	116	160	-	-	4	4	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	44	19	-	-	8	1	-	-	0	0
	Calle Junin	52	26	-	-	1	2	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	225	120	-	-	87	4	-	-	0	0
	Calle Junin	169	187	-	-	5	6	-	-	1	1	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	137	82	-	-	72	1	-	-	0	0
	Calle Junin	64	134	-	-	3	2	-	-	0	0	-	-
VALOR VERDADERO													
MEDIA	Calle Bolivar	-	-	189	103	-	-	81	3	-	-	0	0
	Calle Junin	121	163	-	-	4	4	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-12 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 16:00 - 17:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
16:00-17:00	Calle Bolivar	-	-	143	134	-	-	88	0	-	-	0	0
	Calle Junin	122	131	-	-	1	7	-	-	0	0	-	-

Día: Martes

16:00-17:00	Calle Bolivar	-	-	115	129	-	-	80	4	-	-	0	0
	Calle Junin	71	153	-	-	3	1	-	-	0	0	-	-

Día: Miercoles

16:00-17:00	Calle Bolivar	-	-	136	102	-	-	88	6	-	-	0	0
	Calle Junin	88	81	-	-	4	5	-	-	0	0	-	-

Día: Jueves

16:00-17:00	Calle Bolivar	-	-	116	110	-	-	90	5	-	-	0	0
	Calle Junin	94	156	-	-	2	1	-	-	0	0	-	-

Día: Viernes

16:00-17:00	Calle Bolivar	-	-	170	115	-	-	80	4	-	-	0	0
	Calle Junin	178	163	-	-	3	6	-	-	0	0	-	-

Día: Sabado

16:00-17:00	Calle Bolivar	-	-	101	121	-	-	86	4	-	-	0	0
	Calle Junin	39	84	-	-	2	2	-	-	0	0	-	-

Día: Domingo

16:00-17:00	Calle Bolivar	-	-	96	120	-	-	75	2	-	-	0	0
	Calle Junin	42	94	-	-	0	5	-	-	0	1	-	-

PRIMERA DEPURACION

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	125	119	-	-	84	4	-	-	0	0
	Calle Junin	91	123	-	-	2	4	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	26	11	-	-	6	2	-	-	0	0
	Calle Junin	48	36	-	-	1	2	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	151	130	-	-	89	5	-	-	0	0
	Calle Junin	139	159	-	-	3	6	-	-	0	1	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	99	108	-	-	78	2	-	-	0	0
	Calle Junin	42	87	-	-	1	1	-	-	0	0	-	-

VALOR VERDADERO

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	122	119	-	-	84	4	-	-	0	0
	Calle Junin	94	134	-	-	2	4	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-13 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 17:00 - 18:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
17:00-18:00	Calle Bolivar	-	-	171	107	-	-	79	3	-	-	0	0
	Calle Junin	128	137	-	-	3	6	-	-	0	0	-	-
Día: Martes													
17:00-18:00	Calle Bolivar	-	-	137	103	-	-	72	3	-	-	0	0
	Calle Junin	74	159	-	-	2	3	-	-	0	0	-	-
Día: Miercoles													
17:00-18:00	Calle Bolivar	-	-	163	82	-	-	78	3	-	-	0	0
	Calle Junin	92	84	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-
Día: Jueves													
17:00-18:00	Calle Bolivar	-	-	139	88	-	-	81	2	-	-	0	0
	Calle Junin	99	162	-	-	2	3	-	-	0	0	-	-
Día: Viernes													
17:00-18:00	Calle Bolivar	-	-	141	122	-	-	65	2	-	-	0	0
	Calle Junin	135	129	-	-	3	6	-	-	0	0	-	-
Día: Sabado													
17:00-18:00	Calle Bolivar	-	-	121	97	-	-	77	3	-	-	0	2
	Calle Junin	41	88	-	-	0	1	-	-	0	0	-	-
Día: Domingo													
17:00-18:00	Calle Bolivar	-	-	115	96	-	-	67	2	-	-	0	0
	Calle Junin	43	99	-	-	4	5	-	-	0	0	-	-
PRIMERA DEPURACION													
MEDIA	Calle Bolivar	-	-	141	99	-	-	74	3	-	-	0	0
	Calle Junin	87	123	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	20	13	-	-	6	1	-	-	0	1
	Calle Junin	37	33	-	-	1	2	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	161	112	-	-	81	3	-	-	0	1
	Calle Junin	124	155	-	-	4	6	-	-	0	0	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	121	86	-	-	68	2	-	-	0	0
	Calle Junin	50	90	-	-	1	2	-	-	0	0	-	-
VALOR VERDADERO													
MEDIA	Calle Bolivar	-	-	134	98	-	-	77	3	-	-	0	0
	Calle Junin	88	121	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-

CUADRO 4.3-14 PROCESAMIENTO DE DATOS INTERSECCIÓN (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

DEPURACION DE DATOS DE TRAFICO →HORA 18:00 - 19:00

Día: Lunes		Volumenes											
Hora	Tipo de vehiculo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Interseccion	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
18:00-19:00	Calle Bolivar	-	-	236	125	-	-	92	4	-	-	0	2
	Calle Junin	176	189	-	-	2	7	-	-	0	0	-	-

Día: Martes

18:00-19:00	Calle Bolivar	-	-	189	120	-	-	83	6	-	-	0	0
	Calle Junin	102	220	-	-	1	4	-	-	0	0	-	-

Día: Miercoles

18:00-19:00	Calle Bolivar	-	-	225	95	-	-	91	4	-	-	0	0
	Calle Junin	127	116	-	-	4	6	-	-	0	0	-	-

Día: Jueves

18:00-19:00	Calle Bolivar	-	-	192	103	-	-	94	5	-	-	0	0
	Calle Junin	136	224	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-

Día: Viernes

18:00-19:00	Calle Bolivar	-	-	194	142	-	-	75	3	-	-	0	0
	Calle Junin	186	178	-	-	4	7	-	-	0	0	-	-

Día: Sabado

18:00-19:00	Calle Bolivar	-	-	167	113	-	-	89	4	-	-	0	0
	Calle Junin	56	121	-	-	3	2	-	-	0	0	-	-

Día: Domingo

18:00-19:00	Calle Bolivar	-	-	159	112	-	-	78	4	-	-	0	0
	Calle Junin	60	136	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-

PRIMERA DEPURACION

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	195	116	-	-	86	4	-	-	0	0
	Calle Junin	120	169	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-
DESV.	Calle Bolivar	-	-	28	15	-	-	7	1	-	-	0	1
	Calle Junin	51	45	-	-	1	2	-	-	0	0	-	-
MED+DESV	Calle Bolivar	-	-	223	131	-	-	93	5	-	-	0	1
	Calle Junin	172	214	-	-	4	7	-	-	0	0	-	-
MED-DESV	Calle Bolivar	-	-	167	100	-	-	79	3	-	-	0	0
	Calle Junin	69	124	-	-	2	3	-	-	0	0	-	-

VALOR VERDADERO

MEDIA	Calle Bolivar	-	-	192	115	-	-	89	4	-	-	0	0
	Calle Junin	122	168	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-

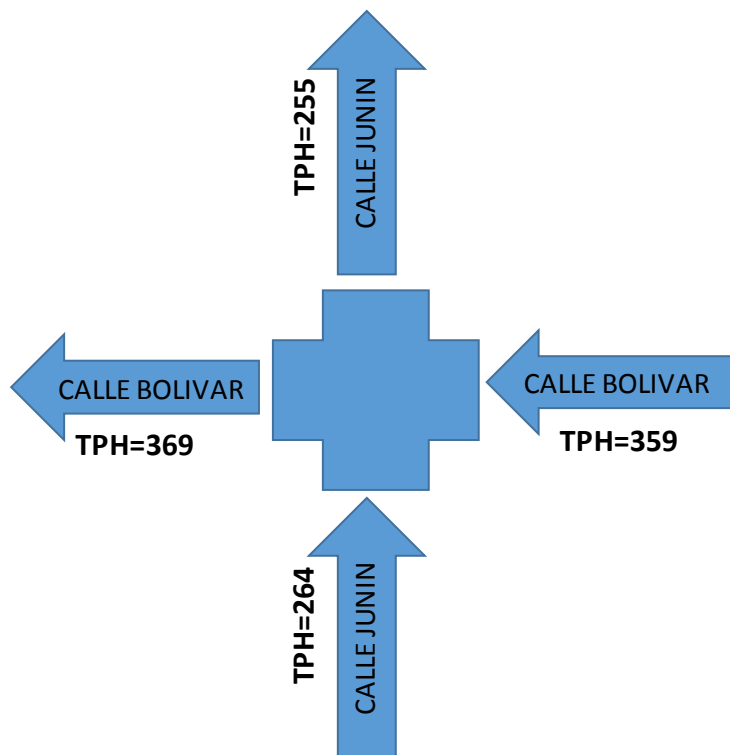
Una vez realizada la depuración de datos y obtenidos valores medios probabilísticos de cada rango horario, se obtiene el tráfico promedio horario.

CUADRO 4.3-15 VALORES MEDIOS (CALLE BOLIVAR Y CALLE JUNÍN)

Hora	Tipo de vehiculo	VOLUMENES HORARIOS PROMEDIOS												Total
		Liviano				Mediano				Pesado				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
07:00-08:00	Calle Bolivar	-	-	131	55	-	-	67	3	-	-	0	0	255
	Calle Junin	68	86	-	-	2	4	-	-	0	0	-	-	159
08:00-09:00	Calle Bolivar	-	-	236	115	-	-	71	3	-	-	0	0	425
	Calle Junin	144	152	-	-	1	5	-	-	0	0	-	-	302
09:00-10:00	Calle Bolivar	-	-	255	127	-	-	79	6	-	-	0	0	467
	Calle Junin	155	168	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-	331
10:00-11:00	Calle Bolivar	-	-	208	120	-	-	81	4	-	-	0	0	413
	Calle Junin	155	173	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-	336
11:00-12:00	Calle Bolivar	-	-	209	120	-	-	84	4	-	-	0	0	417
	Calle Junin	131	176	-	-	4	3	-	-	0	0	-	-	314
12:00-13:00	Calle Bolivar	-	-	161	89	-	-	71	3	-	-	0	0	324
	Calle Junin	101	136	-	-	3	3	-	-	0	0	-	-	243
13:00-14:00	Calle Bolivar	-	-	139	77	-	-	46	2	-	-	0	0	264
	Calle Junin	87	117	-	-	2	2	-	-	0	0	-	-	209
14:00-15:00	Calle Bolivar	-	-	155	104	-	-	70	3	-	-	0	0	332
	Calle Junin	97	131	-	-	2	3	-	-	0	0	-	-	233
15:00-16:00	Calle Bolivar	-	-	189	103	-	-	81	3	-	-	0	0	376
	Calle Junin	121	163	-	-	4	4	-	-	0	0	-	-	292
16:00-17:00	Calle Bolivar	-	-	122	119	-	-	84	4	-	-	0	0	330
	Calle Junin	94	134	-	-	2	4	-	-	0	0	-	-	234
17:00-18:00	Calle Bolivar	-	-	134	98	-	-	77	3	-	-	0	0	312
	Calle Junin	88	121	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-	216
18:00-19:00	Calle Bolivar	-	-	192	115	-	-	89	4	-	-	0	0	399
	Calle Junin	122	168	-	-	3	5	-	-	0	0	-	-	297
MEDIA	Calle Bolivar	-	-	177	103	-	-	75	3	-	-	0	0	359
	Calle Junin	114	144	-	-	3	4	-	-	0	0	-	-	264

TOTAL MEDIA	Calle Junin		Calle Bolivar	
	1	2	3	4
	116	148	252	107

TRAFICO PROMEDIO HORARIO ANTES Y DESPUES DE LA INTERSECCION				
	Calle Bolivar		Calle Junin	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	359	-	264	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	369	-	255



Todos los siguientes puntos se presentan en ANEXOS

4.4 EVALUACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Se presentan a continuación todos los datos procesados en gabinete.

4.4.1 VISIBILIDAD NOCTURNA

CUADRO 4.4-1 VALORES DE RETROREFLECTANCIA (AREA RURAL)

LUGAR DE MEDICION (AREA RURAL)	RL[cd/m²]
CARRETERA A BERMEJO	
LECTURA 1: BORDE DERECHO	45,7
LECTURA 2: BORDE IZQUIERDO	60,4
CARRETERA AL CHACO	
LECTURA 1: BORDE DERECHO	68,6
LECTURA 2: BORDE IZQUIERDO	83,3
CARRETERA A ERQUIZ	
LECTURA 1: BORDE DERECHO	197,6
LECTURA 2: BORDE IZQUIERDO	202,5

**CUADRO 4.4-2 VALORES DE
RETROREFLECTANCIA - ÁREA URBANA**

LUGAR DE MEDICION (AREA URBANA)		RL[cd/m2]
SANTA CRUZ Y DOMINGO PAZ		
	PUNTO	
CALLE 1: SANTA CRUZ	2	187,8
CALLE 2: DOMINGO PAZ	3	184,6
CALLE 1: SANTA CRUZ	1	194,4
CALLE 2: DOMINGO PAZ	4	176,4
BOLIVAR Y JUNIN		
CALLE 1: BOLIVAR	3	81,7
CALLE 2: JUNIN	2	140,5
CALLE 1: BOLIVAR	4	76,8
CALLE 2: JUNIN	1	145,4
GRAL TRIGO Y DOMINGO PAZ		
CALLE 1: GRAL TRIGO	2	171,5
CALLE 2: DOMINGO PAZ	3	165,0
CALLE 1: GRAL TRIGO	1	199,3
CALLE 2: DOMINGO PAZ	4	161,7
GRAL TRIGO Y 15 DE ABRIL		
CALLE 1: GRAL TRIGO	3	145,4
CALLE 2: 15 DE ABRIL	2	160,1
CALLE 1: GRAL TRIGO	4	155,2
CALLE 2: 15 DE ABRIL	1	153,5
MADRID Y SUIPACHA		
CALLE 1: MADRID	3	114,3
CALLE 2: SUIPACHA	2	130,7
CALLE 1: MADRID	4	147,0
CALLE 2: SUIPACHA	1	122,5
COLON Y DOMINGO PAZ		
CALLE 1: COLON	2	104,5
CALLE 2: DOMINGO PAZ	3	94,7
CALLE 1: COLON	1	116,0
CALLE 2: DOMINGO PAZ	4	96,4
INGAVI Y SEVILLA		
CALLE 1: INGAVI	3	182,9
CALLE 2: SEVILLA	2	236,8
CALLE 1: INGAVI	4	202,5
CALLE 2: SEVILLA	1	174,8

4.4.2 TRÁFICO PROMEDIO HORARIO

A continuación se presenta los valores de Tráfico Promedio Horario total en los cuatro puntos de estudio de una intersección

CUADRO 4.4-3 VALORES DE TPH (ÁREA URBANA)

TRAFICO PROMEDIO HORARIO ANTES Y DESPUES DE LA INTERSECCION				
	Calle La Madrid		Calle Suipacha	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	293	-	265	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	265	-	293
	Av. Domingo Paz		Calle Santa Cruz	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	341	-	338	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	358	-	321
	Calle Gral.Trigo		Calle 15 de Abril	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	281	-	215	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	229	-	267
	Calle Bolivar		Calle Junin	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	359	-	264	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	369	-	255
	Av. Domingo Paz		Calle Colon	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	336	-	335	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	350	-	322
	Calle Ingavi		Calle Sevilla	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	308	-	55	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	174	-	189
	Av. Domingo Paz		Calle Gral. Trigo	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	301	-	289	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	364	-	227

En el siguiente cuadro se presentan los datos finales de Tráfico Promedio Horario para la zona rural.

CUADRO 4.4-4 VALORES DE TPH (ÁREA RURAL)

TOTAL MEDIA	Bermejo - Tarija	Tarija - Bermejo
	1	2
	171	149
TOTAL MEDIA	Yacuiba - Tarija	Tarija - Yacuiba
	1	2
	38	49
TOTAL MEDIA	Erquiz Sur - Tomatitas	Tomatitas - Erquiz Sur
	1	2
	40	55

4.4.3 COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (CRD)

En el siguiente cuadro se presentan datos promediados de los valores del Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento.

**CUADRO 4.4-5 VALORES DE RESISTENCIA
AL DESLIZAMIENTO**

Nombre	Ubicación	CRD
AREA URBANA		
Intersección 1	Calle Santa Cruz	0,915
	Av. Domingo Paz	0,883
Intersección 2	Calle Ingavi	0,748
	Calle Sevilla	0,648
Intersección 3	Calle Gral. Trigo	0,729
	Av. Domingo Paz	0,804
Intersección 4	Calle Gral. Trigo	0,741
	Calle 15 de Abril	0,769
Intersección 5	Calle Bolivar	0,825
	Calle Junin	0,790
Intersección 6	Av. Domingo Paz	0,810
	Calle Colón	0,855
Intersección 7	Calle La Madrid	0,749
	Calle Suipacha	0,776
AREA RURAL		
Carretera a Erquiz		0,823
Carretera al Chaco		0,794
Carretera a Bermejo		0,839

4.4.4 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL CICLO DE VIDA

La aplicación del método ciclo de vida se logra a partir de la organización en la toma de datos, de manera que se pueda tener conocimiento aproximado del periodo de servicio en el que se encuentran distintas marcas viales tanto urbanas como rurales.

Para ello, es que se consiguió información sobre el mantenimiento regular de la señalización horizontal en la ciudad de Tarija a través de la Secretaria de Movilidad Urbana.

De tal manera, es que se tomaron los datos de estudio en rangos distintos de su periodo de servicio con el que cuentan en la actualidad.

En función a ello se establece los puntos de estudio en el presente trabajo, escogiendo intersecciones que estén asociadas a distintas etapas del ciclo de vida.

CUADRO 4.4-6 FECHA DE ÚLTIMOS MANTENIMIENTOS EN LOS PUNTOS DE ESTUDIO

N°	INTERSECCION		FECHA
1	SANTA CRUZ	DOMINGO PAZ	07/09/2016
2	INGAVI	SEVILLA	18/08/2016
3	GRAL. TRIGO	DOMINGO PAZ	21/08/2016
4	GRAL. TRIGO	15 DE ABRIL	07/04/2016
5	BOLIVAR	JUNIN	15/07/2015
6	DOMINGO PAZ	COLÓN	15/07/2015
7	LA MADRID	SUIPACHA	15/07/2015

N°	AREA RURAL	FECHA
1	CARRETERA A ERQUIZ	04/12/2015
3	CARRETERA AL CHACO	15/10/2004
4	CARRETERA A BERMEJO	10/08/2005

FUENTE: SECRETARIA DE MOVILIDAD URBANA DE TARIJA

Tomando en cuenta la fecha de medición en los distintos puntos, se establece los días de servicio de la señalización horizontal.

Para hacer un mejor análisis comparativo de los resultados, se sugiere distinguir los datos en tres grupos particulares que son:

- Marcas viales - (hasta 6 meses de servicio)
- Marcas viales - (desde 6 meses hasta 2 años de servicio)
- Marcas viales – (más de 2 años de servicio)

CUADRO 4.4-7 INTERVALOS DE ESTUDIO

Nº	INTERSECCIÓN		Fecha de Último Mantenimiento	Fecha de Medicion con Luxómetro	Días de Servicio	Rango
1	SANTA CRUZ	DOMINGO PAZ	07/09/2016	23/10/2016	46	Menos de 6 meses
2	INGAVI	SEVILLA	18/08/2016	23/10/2016	66	Menos de 6 meses
3	GRAL. TRIGO	DOMINGO PAZ	21/08/2016	23/10/2016	63	Menos de 6 meses
4	GRAL. TRIGO	15 DE ABRIL	07/04/2016	23/10/2016	199	6 meses a 2 años
5	BOLIVAR	JUNIN	15/07/2015	24/10/2016	467	6 meses a 2 años
6	DOMINGO PAZ	COLÓN	15/07/2015	24/10/2016	467	6 meses a 2 años
7	LA MADRID	SUIPACHA	15/07/2015	25/10/2016	468	6 meses a 2 años

Nº	AREA RURAL	Fecha de Último Mantenimiento	Fecha de Medicion con Luxómetro	Días de Servicio	Rango
1	CARRETERA A ERQUIZ	04/12/2015	25/10/2016	326	6 meses a 2 años
3	CARRETERA AL CHACO	15/10/2004	26/10/2016	4394	Mas de 2 años
4	CARRETERA A BERMEJO	10/08/2005	26/10/2016	4095	Mas de 2 años

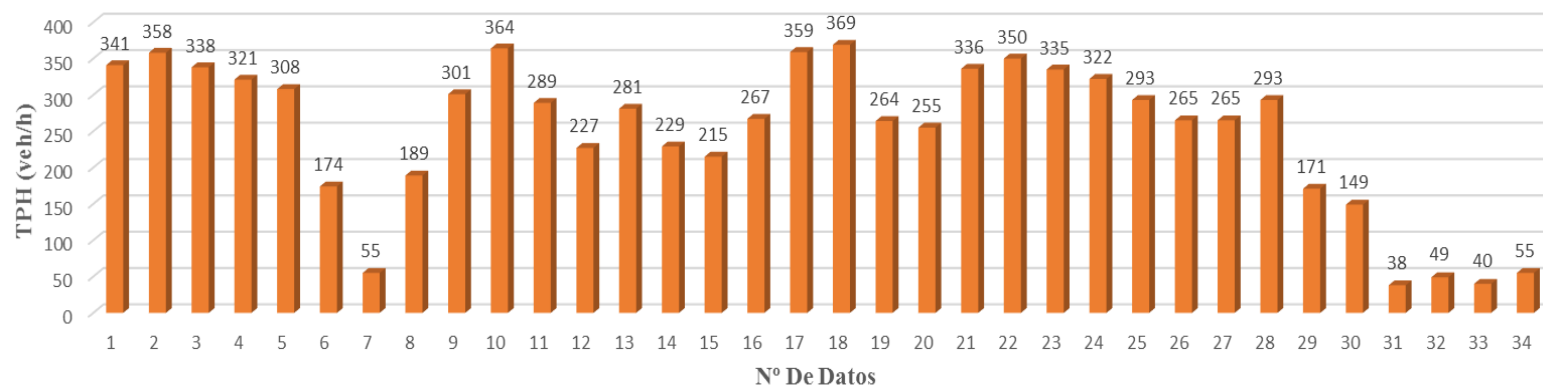
4.5 RESULTADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

CUADRO 4.5-1 RESUMEN GENERAL DE VALORES FINALES OBTENIDOS EN CADA PUNTO DE ESTUDIO

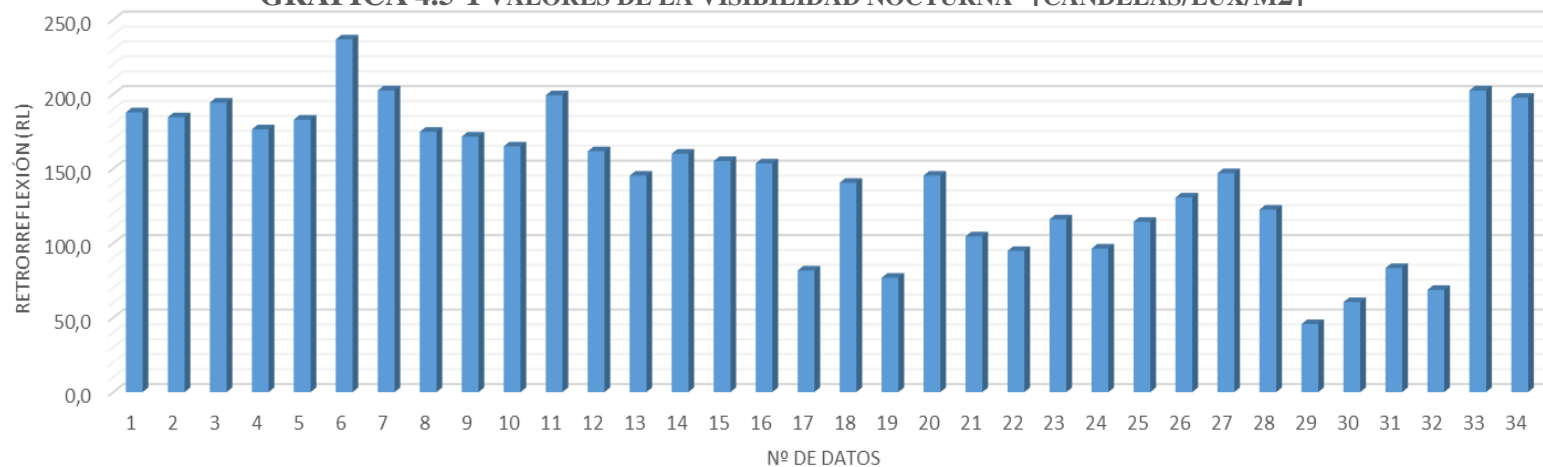
Nº de Datos	INTERSECCION	Nº De Punto	TPH (veh/h)	Periodo de Desgaste (Días)	Retroreflección (RL) en cd/m ²	C.D.R.
1	Domingo Paz y Santa Cruz	2	341	46	187,8	0,915
2		3	358	46	184,6	0,883
3		1	338	46	194,4	0,915
4		4	321	46	176,4	0,883
5	Ingavi y Sevilla	3	308	66	182,9	0,748
6		2	174	66	236,8	0,648
7		4	55	66	202,5	0,748
8		1	189	66	174,8	0,648
9	Domingo Paz y Gral. Trigo	2	301	63	171,5	0,729
10		3	364	63	165,0	0,804
11		1	289	63	199,3	0,729
12		4	227	63	161,7	0,804
13	Gral. Trigo y 15 de Abril	3	281	199	145,4	0,741
14		2	229	199	160,1	0,769
15		4	215	199	155,2	0,741
16		1	267	199	153,5	0,769
17	Bolivar y Junin	3	359	467	81,7	0,825
18		2	369	467	140,5	0,790
19		4	264	467	76,8	0,825
20		1	255	467	145,4	0,790
21	Domingo Paz y Colon	2	336	467	104,5	0,855
22		3	350	467	94,7	0,810
23		1	335	467	116,0	0,855
24		4	322	467	96,4	0,810
25	La Madrid y Suipacha	3	293	467	114,3	0,749
26		2	265	467	130,7	0,749
27		4	265	467	147,0	0,749
28		1	293	467	122,5	0,749
29	Carretera a Bermejo	1	171	4095	45,7	0,839
30		2	149	4095	60,4	0,839
31	Carretera al Chaco	1	38	4394	83,3	0,794
32		2	49	4394	68,6	0,794
33	Carretera a Erquiz Sur	1	40	326	202,5	0,823
34		2	55	326	197,6	0,823

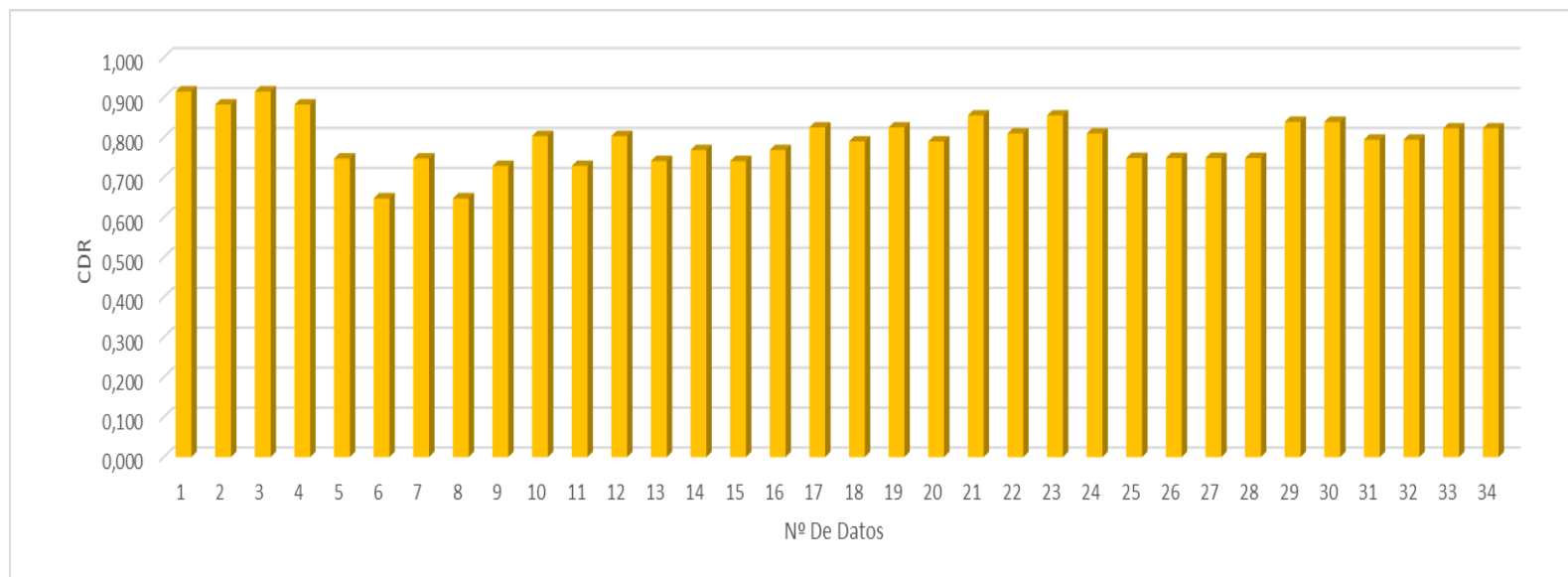
Se grafica a continuación cada uno de los parámetros por separado.

GRÁFICA 4.5-2 VALORES DEL TRÁFICO PROMEDIO HORARIO



GRÁFICA 4.5-1 VALORES DE LA VISIBILIDAD NOCTURNA [CANDELAS/LUX/M2]



GRÁFICA 4.5-3 COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO

4.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con la obtención de todos los resultados obtenidos, presentados en el subtítulo anterior, se procede de manera detallada y sistemática al análisis de los resultados.

Para un enfoque más personalizado, se analiza la incidencia de los diversos factores que intervienen en el desgaste de la señalización.

En los siguientes gráficos se presenta la variación de los factores en cada punto, clasificados de acuerdo a la fecha del último mantenimiento realizado.

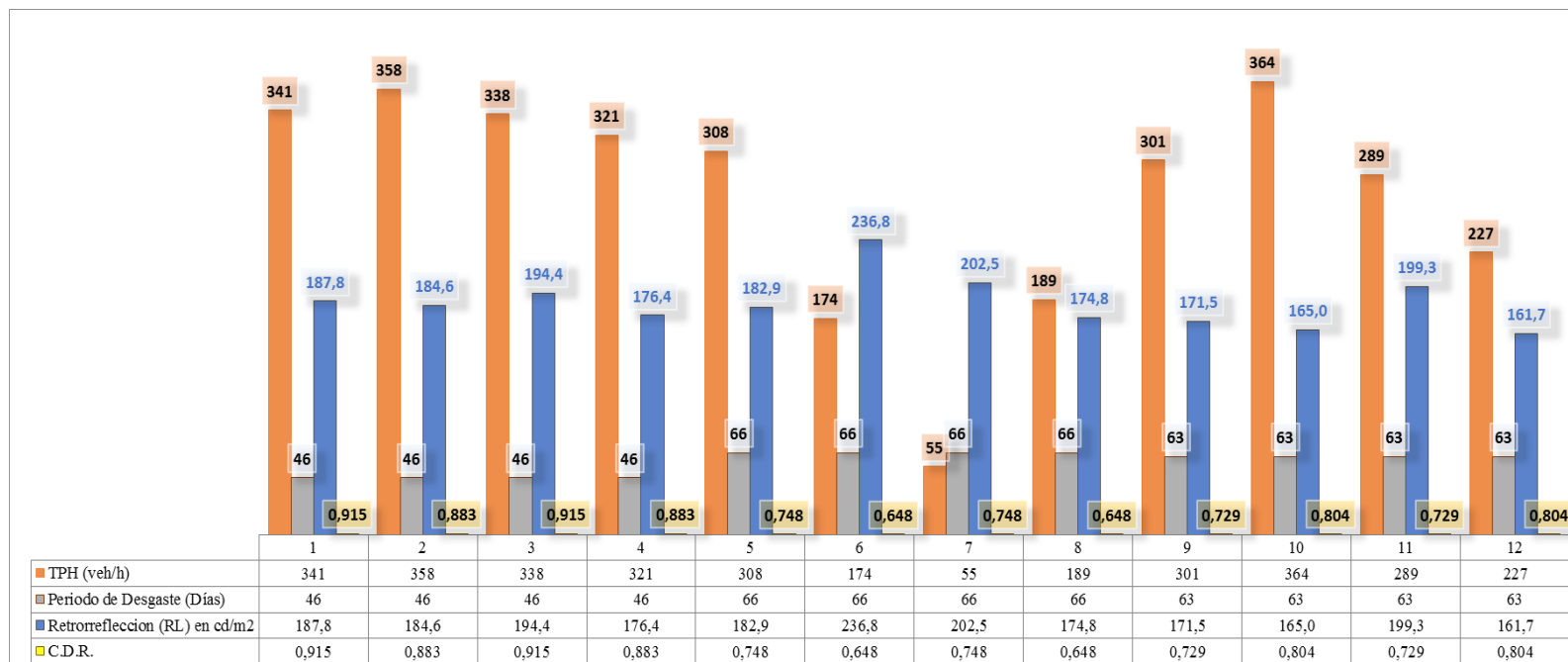
Se puede denotar en los distintos gráficos, como varía la retrorreflexión en puntos donde se realizaron el mantenimiento en la misma fecha. Esto debido a que se encuentran expuestos a diferentes niveles de tráfico, lo que supone un directo relacionamiento con las características de cada punto.

En dichas gráficas también se distinguen tráficos variados con valores que fluctúan hasta 369 veh/h.

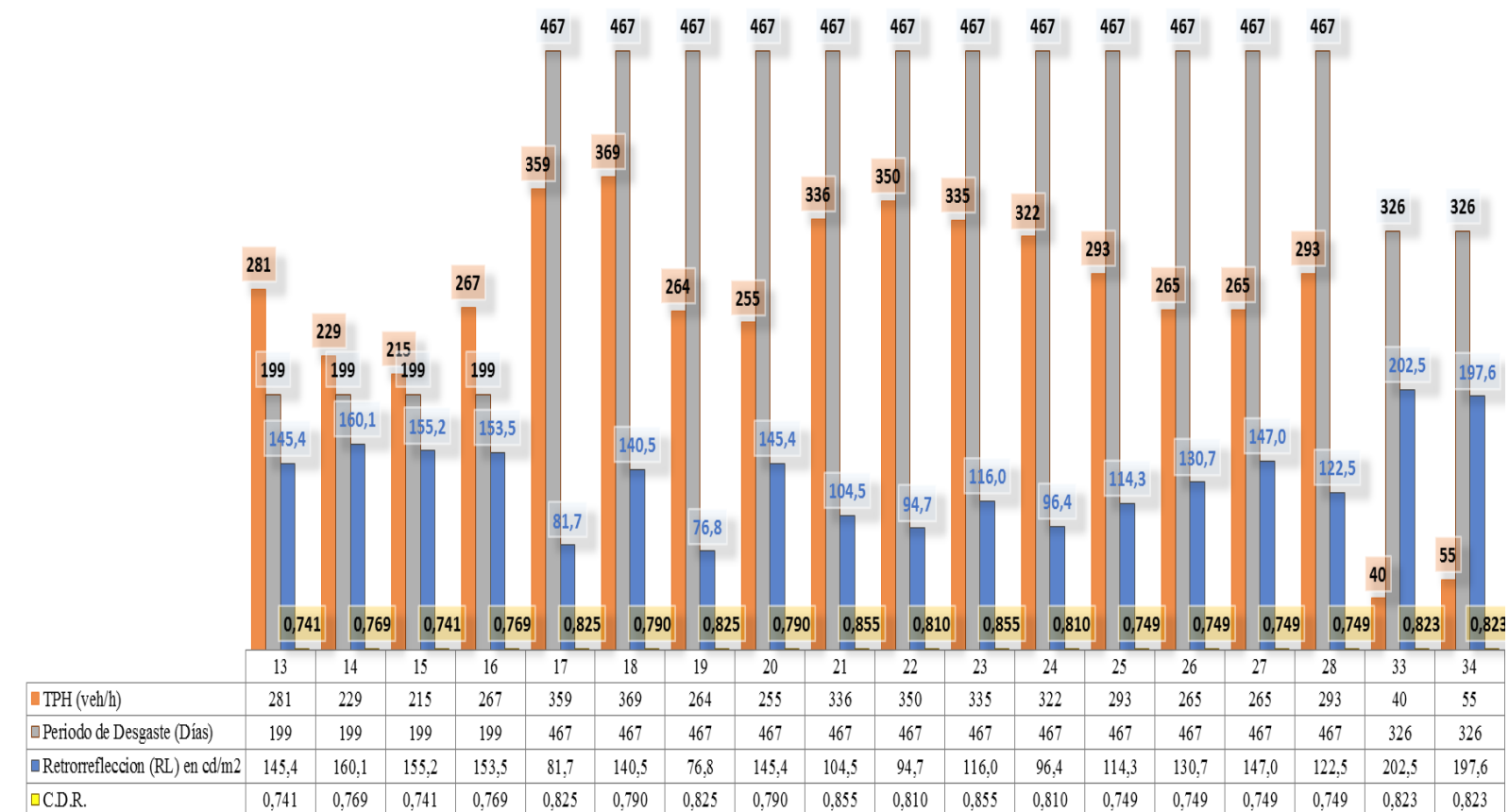
Los valores máximos y mínimos calculados en los puntos referidos al Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento se encuentran comprendidos entre (0,915-0,6489) respectivamente, indicando que se encuentran sobre el valor mínimo señalado en la norma que es 0,45. Por condiciones de seguridad estos valores cumplen con lo especificado, sin embargo existen valores que superan el promedio lo que incita al desgaste más acelerado de la señalización horizontal.

En marcas viales donde el último mantenimiento ya supero los dos años, que es el caso de las carreteras rurales se observan valores de retrorreflexión muy bajos. Para este tipo de señales longitudinales se puede coincidir con un desgaste a menor escala de la señalización, ya que no se encuentra expuesta directamente al sobrepaso sobre su superficie, evitando en mayor proporción el desprendimiento del material retrorreflectante, sin embargo los efectos abrasivos a los que se encuentran expuestos a causa de partículas habidas en la vía hacen de este factor un aspecto a tener en cuenta a la hora de elegir el material adecuado.

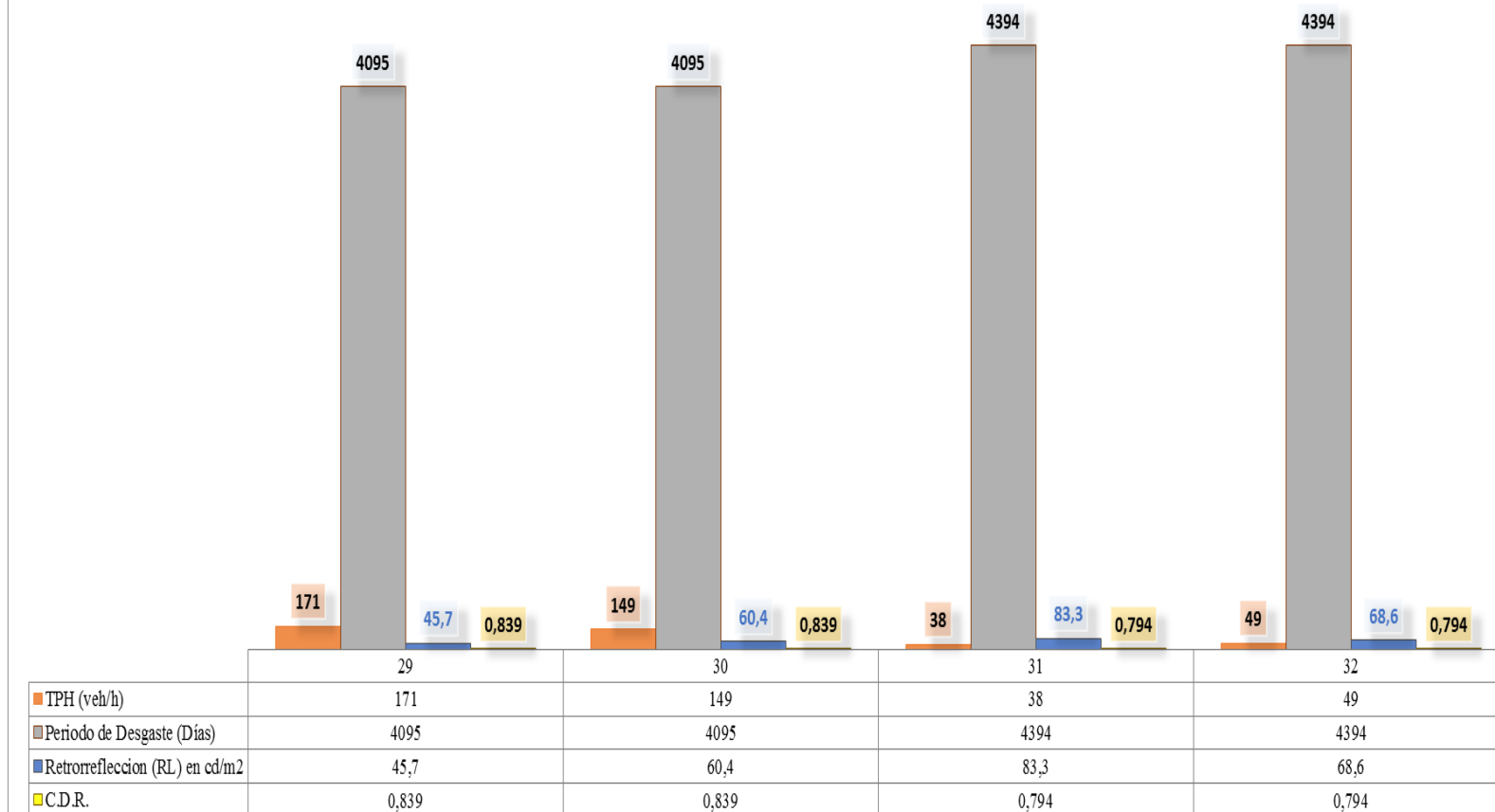
GRÁFICA 4.6-1 MARCAS VIALES – ÚLTIMO MANTENIMIENTO (MENOR A 6 MESES)



GRÁFICA 4.6-2 MARCAS VIALES – ÚLTIMO MANTENIMIENTO (DE 6 MESES A 2 AÑOS)



GRÁFICA 4.6-3 MARCAS VIALES – ÚLTIMO MANTENIMIENTO (MAS DE 2 AÑOS)



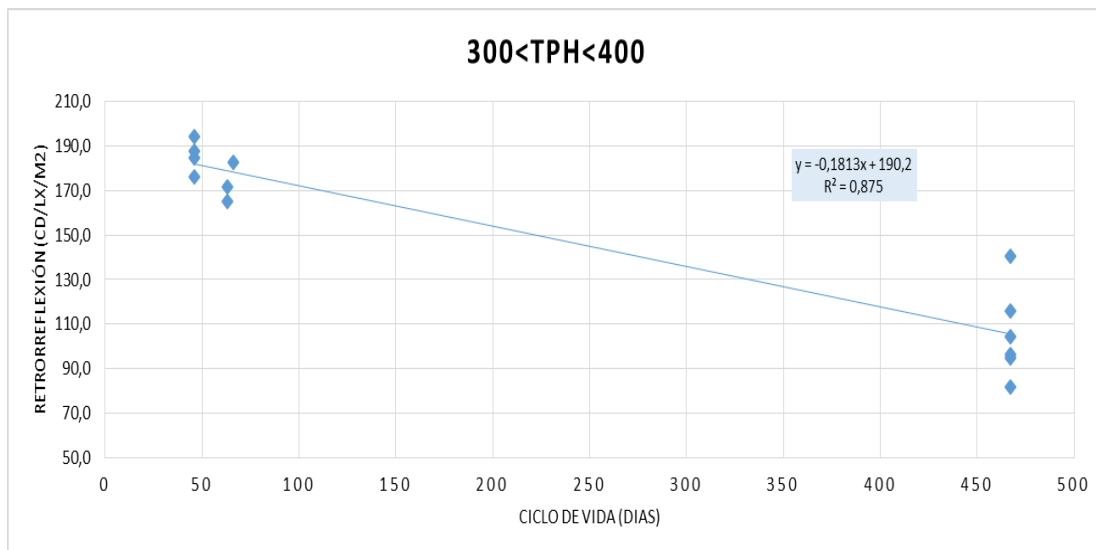
4.6.1 CORRELACIÓN DE DATOS

Por medio de datos generados a través de la clasificación según el tráfico promedio horario, se puede tener como referencia para un punto de partida, una línea de tendencia en la cual se vincula con la variación de la retrorreflexión en función al tiempo, con una función lineal que es la que mejor se acomoda ante la variación según el tiempo, que nos indique la aceleración del desgaste según la cantidad de flujo vehicular que existiese en un determinado punto de planteamiento.

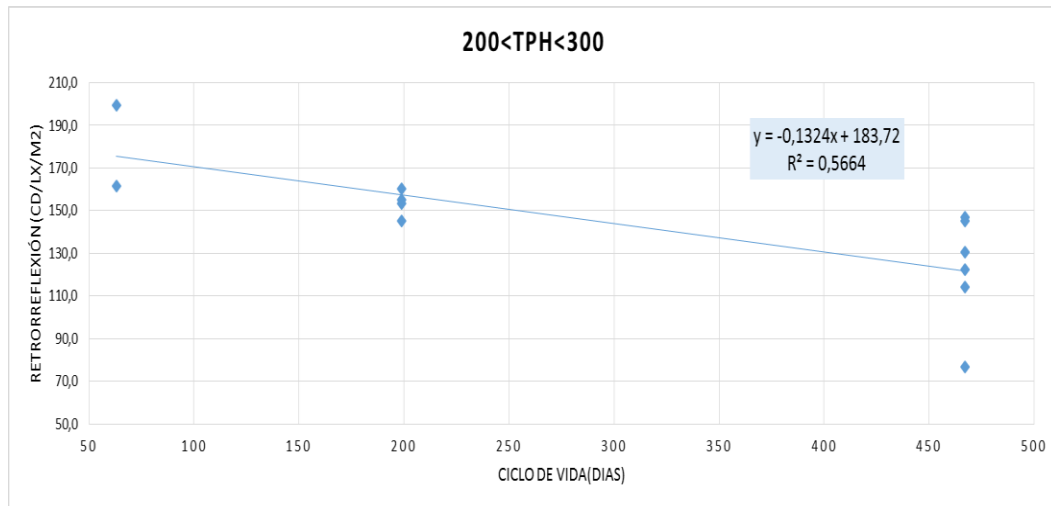
Mediante la obtención de una ecuación de correlación se puede tener conocimiento del tiempo aproximado de desgaste que se necesita para que una determinada marca vial llegue a tener valores mínimos establecidos por la norma, entonces así concretar medidas de conservación adecuadas a cada sector.

De esta manera se presenta a continuación las distintas líneas de tendencia organizadas en rangos de tráfico promedio horario.

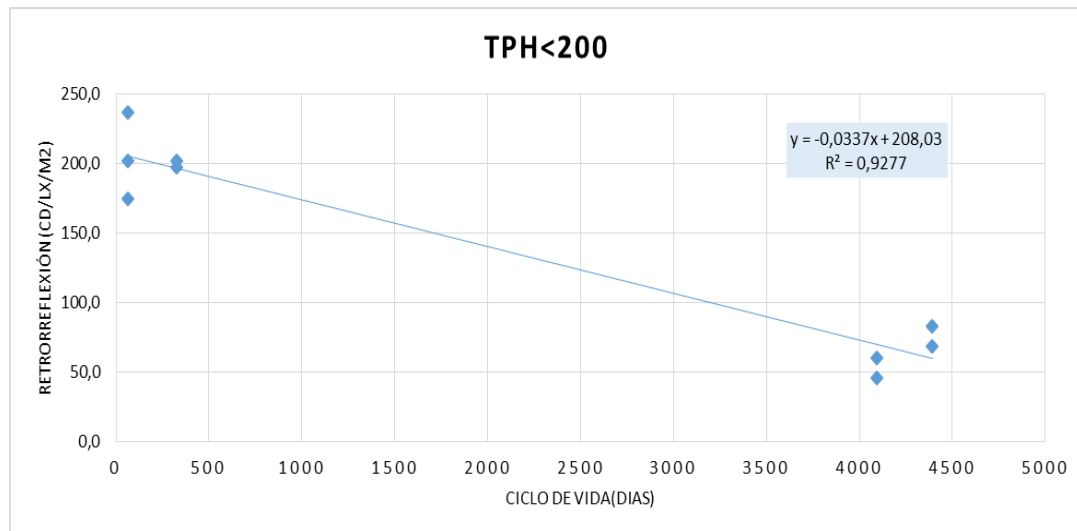
GRÁFICA 4.6-4 LÍNEA DE TENDENCIA DE DESGASTE PARA UN RANGO DE TRÁFICO ESTABLECIDO



GRÁFICA 4.6-5 LÍNEA DE TENDENCIA DE DESGASTE PARA UN RANGO DE TRÁFICO ESTABLECIDO



GRÁFICA 4.6-6 LÍNEA DE TENDENCIA DE DESGASTE PARA UN RANGO DE TRÁFICO ESTABLECIDO



Se puede apreciar que las ecuaciones de desgaste obedecen al tráfico en particular, hallándose para TPH <200 pendientes más bajas 0.0337, en comparación con

(300<TPH<400) con el valor de 0.1813 de esta manera se aprecia la incidencia del tráfico en el desgaste de la señalización horizontal.

A continuación se realiza un ejemplo de la estimación del cálculo del periodo de desgaste en una intersección en particular.

EJEMPLO DE ESTIMACION DEL PERIODO DE DESGASTE

Para que una señalización horizontal esté en condiciones óptimas, el valor de la retrorreflexión deberá superar los 120 cd/lx/m² de acuerdo al Manual de Dispositivos de Control de Tránsito.

Entonces, tomando como referencia la intersección (Gral. Trigo y Domingo Paz), que cuenta con un TPH (301; 364; 289 y 227)

Se escoge el TPH más alto, esto con el fin de que se cumpla con las condiciones más críticas en cada sector, entonces 364 veh/h corresponde a la gráfica (300<TPH<400), con la ecuación:

$$Y = -0.1813X + 190,2$$

Donde:

Y: Valor de la retrorreflexión en cd/lx/m²

X: Tiempo aproximado para el desgaste.

Entonces para obtener el periodo de mantenimiento necesitamos establecer el valor mínimo de retrorreflexión que es 120 cd/lx/m²

Despejando X de la ecuación tenemos:

$$x = \frac{190,2 - y}{0.1813}$$

Si Y=120 entonces X=387 días

Con el resultado se concluye que para el buen funcionamiento de la señalización horizontal, se deben realizar mantenimientos periódicos una vez al año aproximadamente en dicha intersección.

De esta manera se pueden obtener tiempos aproximados para una buena organización que garantice el buen rendimiento de las marcas viales en Tarija.

4.6.2 SOBRE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

La metodología de ciclo de vida resulta una herramienta muy útil para la obtención de datos, bajo el criterio de comportamiento en función al tiempo y factores de influencia en su deterioro, ya que se pueden contar con datos más representativos en el sistema vial al analizar las distintas etapas del ciclo de vida.

Luego de los resultados obtenidos se obtiene la media de los valores para cada periodo de desgaste, donde se observa la disminución de los valores en función del tiempo.

Los valores medios para cada periodo de desgaste son los siguientes:

- Señales horizontales <6 meses $\rightarrow RL = 186.5 \text{ cd/lx/m}^2$
- 6 meses < Señales horizontales < 2 años $\rightarrow RL = 132.48 \text{ cd/lx/m}^2$
- Señales horizontales > 2 años $\rightarrow RL = 64.5 \text{ cd/lx/m}^2$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El estudio e interpretación de los resultados obtenidos sobre las señales consideradas nos permite destacar los siguientes puntos:

Visibilidad nocturna.- De acuerdo a los valores mínimos establecidos por el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, la retroreflexión no deberá tener valores menores a 120 cd/lx/m^2

Por lo cual se presenta en el siguiente gráfico el estado actual de cada punto de estudio, distinguiéndose entre valores óptimos y valores críticos debajo del umbral de disposiciones mínimas.

TABLA 5.1-1 ESTADO DE LAS DEMARCACIONES DE ESTUDIO

LUGAR DE MEDICION (AREA RURAL)	RL[cd/m ²]	Estado de Señalización
CARRETERA A BERMEJO		
LECTURA 1: BORDE DERECHO	45,7	Crítico
LECTURA 2: BORDE IZQUIERDO	60,4	Crítico
CARRETERA AL CHACO		
LECTURA 1: BORDE DERECHO	68,6	Crítico
LECTURA 2: BORDE IZQUIERDO	83,3	Crítico
CARRETERA A ERQUIZ		
LECTURA 1: BORDE DERECHO	197,6	Óptimo
LECTURA 2: BORDE IZQUIERDO	202,5	Óptimo

LUGAR DE MEDICION (AREA URBANA)		RL[cd/m ²]	Estado de Señalización
SANTA CRUZ Y DOMINGO PAZ			
	PUNTO		
CALLE 1: SANTA CRUZ	2	187,8	Óptimo
CALLE 2: DOMINGO PAZ	3	184,6	Óptimo
CALLE 1: SANTA CRUZ	1	194,4	Óptimo
CALLE 2: DOMINGO PAZ	4	176,4	Óptimo
BOLIVAR Y JUNIN			
CALLE 1: BOLIVAR	3	81,7	Crítico
CALLE 2: JUNIN	2	140,5	Óptimo
CALLE 1: BOLIVAR	4	76,8	Crítico
CALLE 2: JUNIN	1	145,4	Óptimo
GRAL TRIGO Y DOMINGO PAZ			
CALLE 1: GRAL TRIGO	2	171,5	Óptimo
CALLE 2: DOMINGO PAZ	3	165,0	Óptimo
CALLE 1: GRAL TRIGO	1	199,3	Óptimo
CALLE 2: DOMINGO PAZ	4	161,7	Óptimo
GRAL TRIGO Y 15 DE ABRIL			
CALLE 1: GRAL TRIGO	3	145,4	Óptimo
CALLE 2: 15 DE ABRIL	2	160,1	Óptimo
CALLE 1: GRAL TRIGO	4	155,2	Óptimo
CALLE 2: 15 DE ABRIL	1	153,5	Óptimo
MADRID Y SUIPACHA			
CALLE 1: MADRID	3	114,3	Crítico
CALLE 2: SUIPACHA	2	130,7	Óptimo
CALLE 1: MADRID	4	147,0	Óptimo
CALLE 2: SUIPACHA	1	122,5	Óptimo
COLON Y DOMINGO PAZ			
CALLE 1: COLON	2	104,5	Crítico
CALLE 2: DOMINGO PAZ	3	94,7	Crítico
CALLE 1: COLON	1	116,0	Crítico
CALLE 2: DOMINGO PAZ	4	96,4	Crítico
INGAVI Y SEVILLA			
CALLE 1: INGAVI	3	182,9	Óptimo
CALLE 2: SEVILLA	2	236,8	Óptimo
CALLE 1: INGAVI	4	202,5	Óptimo
CALLE 2: SEVILLA	1	174,8	Óptimo

De los valores de retrorreflexión se tienen 23 puntos de estudio en condiciones óptimas de los cuales 21 se hallan en la zona urbana y 2 puntos en la zona rural, mientras que 11 puntos se encuentran en condiciones críticas de los cuales 7 puntos se encuentran en la zona urbana y 4 en la zona rural.

Para cada uno de los puntos en estudio se concluye que obedece a un padrón de desgaste en función al tiempo y el tráfico con la particularidad de que en la zona urbana se tienen factores de desgaste más elevados esto por la incidencia del tráfico y el tipo de señal empleada (transversal), mientras que en zonas rurales las principales sino únicas señales habidas son de tipo longitudinal poniéndose como factor determinante de desgaste los efectos de la abrasión de sedimentos habidos en el entorno de la señalización. Dos de las tres carreteras en estudio de la zona rural llevan sin un mantenimiento hace más de 5 años y aun así cuentan con algún tipo de retrorreflexión aunque mínima, mientras que en zona urbana existen puntos de estudio donde la retrorreflexión se ha perdido con mucha más rapidez que en la zona rural.

Tráfico Promedio Horario.- Se han calculado valores de tráfico muy variados, con un máximo de 368 veh/h. Los valores más altos corresponden al área urbana.

CUADRO 5.1-2 VALORES DE TPH (ÁREA URBANA)

TRAFICO PROMEDIO HORARIO ANTES Y DESPUES DE LA INTERSECCION				
	Calle La Madrid		Calle Suipacha	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	293	-	265	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	265	-	293
	Av. Domingo Paz		Calle Santa Cruz	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	341	-	338	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	358	-	321
	Calle Gral.Trigo		Calle 15 de Abril	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	281	-	215	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	229	-	267
	Calle Bolivar		Calle Junin	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	359	-	264	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	369	-	255
	Av. Domingo Paz		Calle Colon	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	336	-	335	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	350	-	322
	Calle Ingavi		Calle Sevilla	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	308	-	55	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	174	-	189
	Av. Domingo Paz		Calle Gral. Trigo	
	3+4	3+1	2+1	2+4
ANTES DE LA INTERSECCION	301	-	289	-
DESPUES DE LA INTERSECCION	-	364	-	227

CUADRO 5.1-3 VALORES DE TPH (ÁREA RURAL)

TOTAL MEDIA	Bermejo - Tarija	Tarija - Bermejo
	1	2
	171	149
TOTAL MEDIA	Yacuiba - Tarija	Tarija - Yacuiba
	1	2
	38	49
TOTAL MEDIA	Erquiz Sur - Tomatitas	Tomatitas - Erquiz Sur
	1	2
	40	55

Coefficiente de Resistencia al Deslizamiento.- De acuerdo al Manual de Dispositivos de Control del Tráfico los valores de CDR (coeficiente de resistencia al deslizamiento) deberán sobrepasar el mínimo establecido igual a 0.45 para garantizar la adherencia entre el neumático y el sustrato.

Todos los valores obtenidos de campo exceden el mínimo establecido

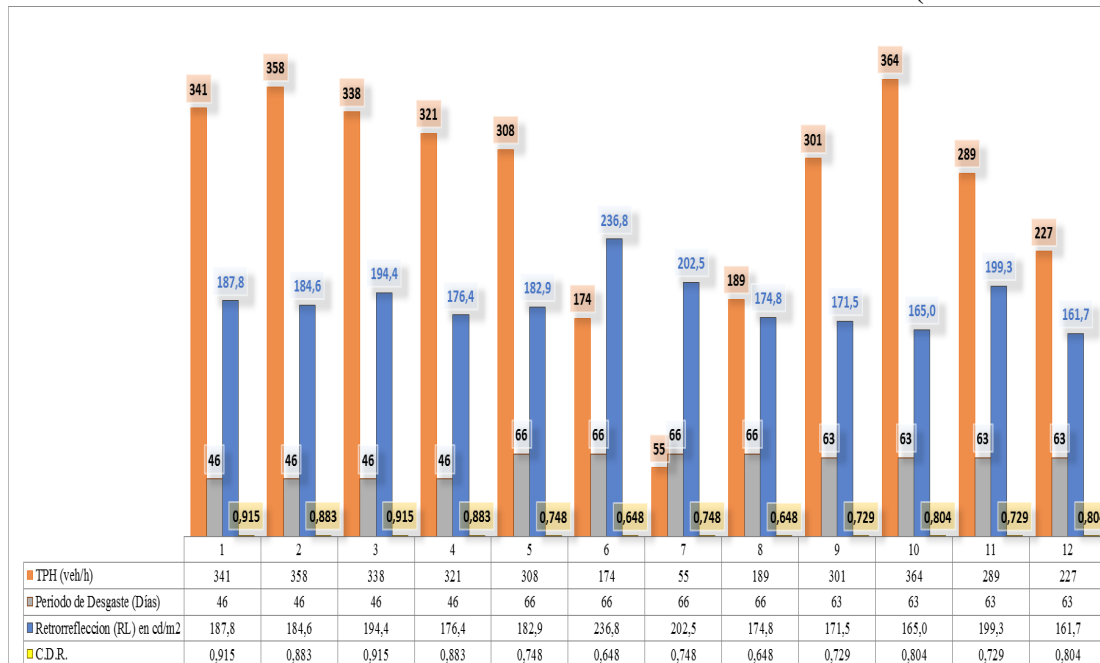
Nombre	Ubicación	CRD	Condicion de CRD
AREA URBANA			
Intersección 1	Calle Santa Cruz	0,915	mayor a 0,45
	Av. Domingo Paz	0,883	mayor a 0,45
Intersección 2	Calle Ingavi	0,748	mayor a 0,45
	Calle Sevilla	0,648	mayor a 0,45
Intersección 3	Calle Gral. Trigo	0,729	mayor a 0,45
	Av. Domingo Paz	0,804	mayor a 0,45
Intersección 4	Calle Gral. Trigo	0,741	mayor a 0,45
	Calle 15 de Abril	0,769	mayor a 0,45
Intersección 5	Calle Bolivar	0,825	mayor a 0,45
	Calle Junin	0,790	mayor a 0,45
Intersección 6	Av. Domingo Paz	0,810	mayor a 0,45
	Calle Colón	0,855	mayor a 0,45
Intersección 7	Calle La Madrid	0,749	mayor a 0,45
	Calle Suipacha	0,776	mayor a 0,45

AREA RURAL

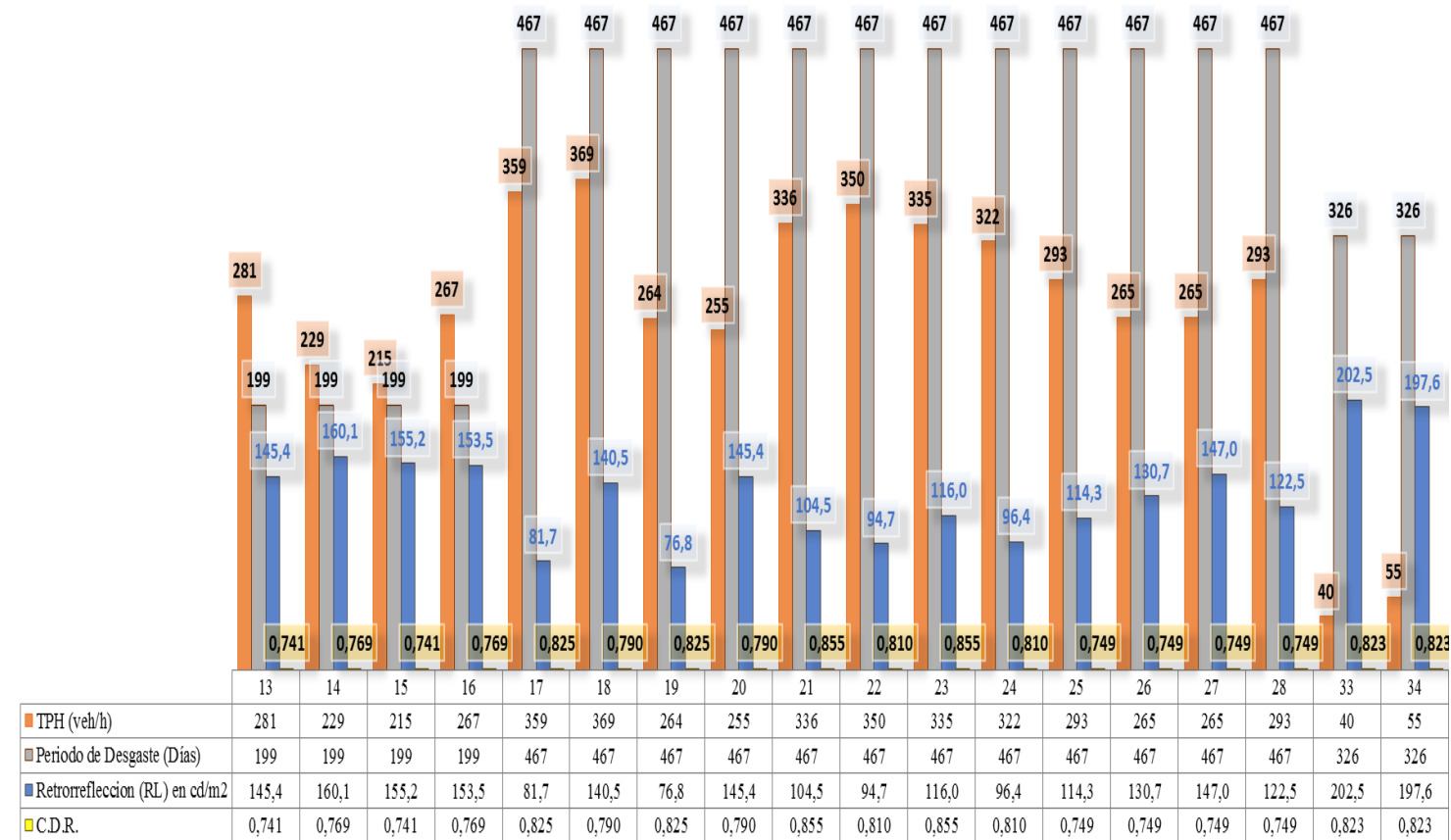
Carretera a Erquiz	0,823	mayor a 0,45
Carretera al Chaco	0,794	mayor a 0,45
Carretera a Bermejo	0,839	mayor a 0,45

Ciclo de vida.- Se aplicó el método ciclo de vida encontrando como resultado la variación de los factores que intervienen en el desgaste de la señalización obteniendo las siguientes gráficas de comportamiento en función al periodo de desgaste de los puntos en estudio.

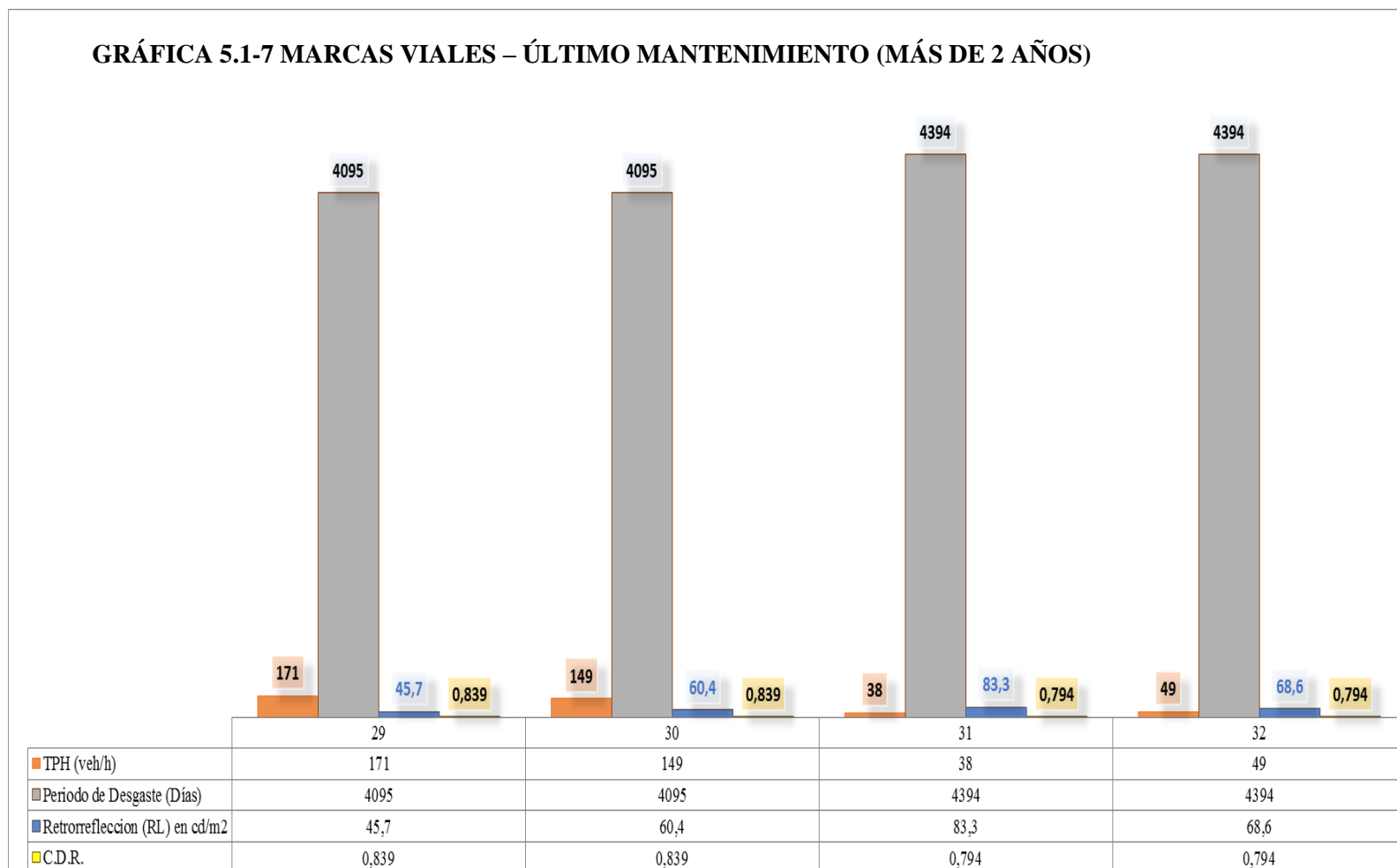
GRÁFICA 5.1-5 MARCAS VIALES – ÚLTIMO MANTENIMIENTO (MENOR A 6



GRÁFICA 5.1-6 MARCAS VIALES – ÚLTIMO MANTENIMIENTO (DE 6 MESES A 2 AÑOS)



GRÁFICA 5.1-7 MARCAS VIALES – ÚLTIMO MANTENIMIENTO (MÁS DE 2 AÑOS)



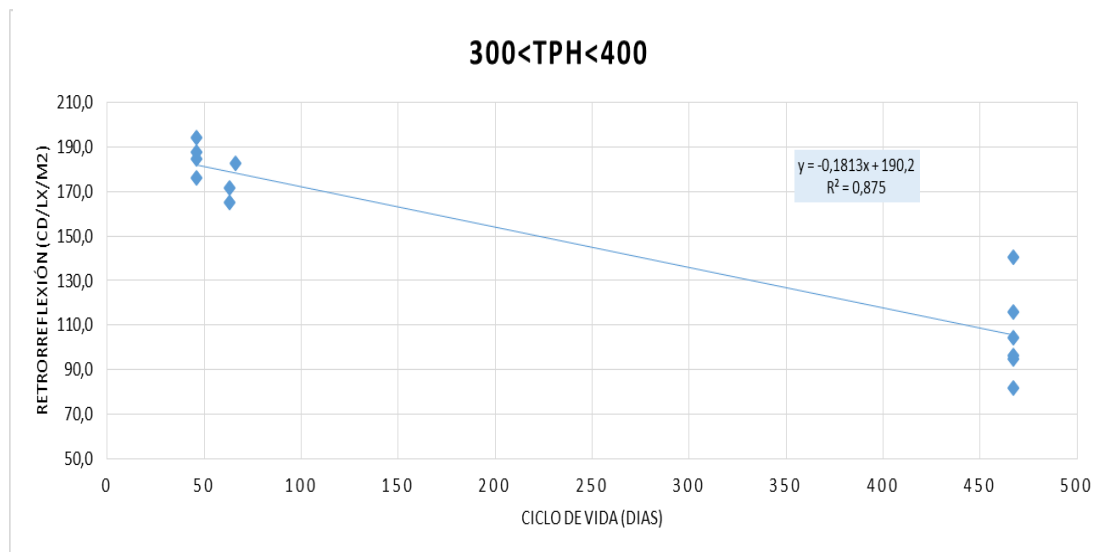
Los valores medios para cada periodo de desgaste son los siguientes:

- Señales horizontales <6 meses $\rightarrow RL = 186.5 \text{ cd/lx/m}^2$
- 6 meses < Señales horizontales < 2 años $\rightarrow RL = 132.48 \text{ cd/lx/m}^2$
- Señales horizontales > 2 años $\rightarrow RL = 64.5 \text{ cd/lx/m}^2$

Por otro lado también se determinó las ecuaciones que evalúen el comportamiento de la señalización en función de la retrorreflexión y el periodo de desgaste para un tráfico promedio horario en particular.

Las ecuaciones de correlación obedecen a tres tipos de intervalos de TPH que son:

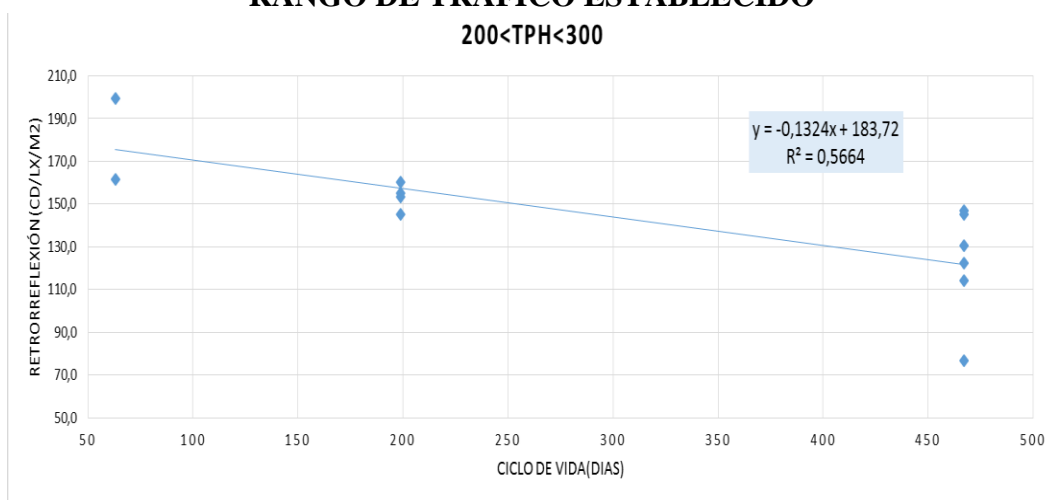
GRÁFICA 5.1-8 LÍNEA DE TENDENCIA DE DESGASTE PARA UN RANGO DE TRÁFICO ESTABLECIDO



Ecuación:

$$RL = -0,1813 * \text{CICLO DE VIDA} + 190,2$$

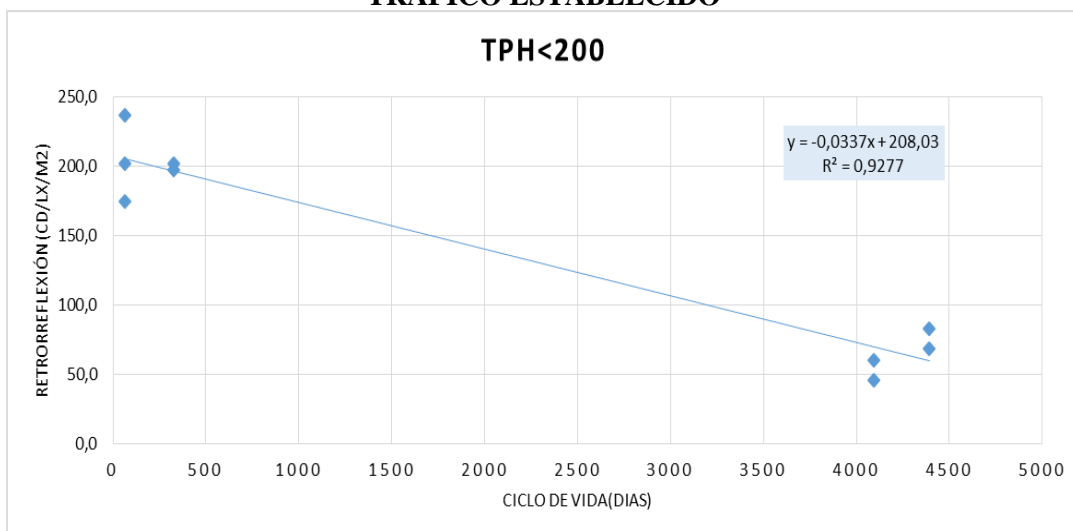
GRÁFICA 5.1-9 LÍNEA DE TENDENCIA DE DESGASTE PARA UN RANGO DE TRÁFICO ESTABLECIDO
200<TPH<300



Ecuación:

$$RL = -0,1324 * \text{CICLO DE VIDA} + 183,72$$

GRÁFICA 5.1-10 LÍNEA DE TENDENCIA DE DESGASTE PARA UN RANGO DE TRÁFICO ESTABLECIDO
TPH < 200



$$RL = -0,0337 * \text{CICLO DE VIDA} + 208,03$$

5.2 RECOMENDACIONES

- Los parámetros que han demostrado mayor influencia en el desgaste de las marcas viales son el paso de ruedas (tráfico) y el coeficiente de deslizamiento sobre el cual debe adherirse la marca vial.
- Luego del análisis de comportamiento se sugiere que, atendiendo a las características particulares de cada vía como: el tránsito y rugosidad del sustrato, se emplee alternativas para su mejor rendimiento, por ejemplo, una carretera rural con poco tránsito podría pintarse con pintura vial, una opción para vías urbanas con alto tránsito se consideraría optar por marcas termoplásticas o cinta prefabricada.
- Con un estudio global de tráfico y el empleo del presente trabajo, se puede llegar a planificar de manera sistemática un cronograma de mantenimiento, obteniendo con ello mejor rendimiento en la señalización y mejor servicio al usuario