

**CAPITULO I**  
**MARCO TEORICO**

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Introducción**

La seguridad vial es un proceso integral donde se articulan y ejecutan políticas, estrategias, normas, procedimientos y actividades, que tiene por finalidad proteger a los usuarios del sistema de tránsito y su medioambiente, en el marco del respeto a sus derechos fundamentales.

Esta visión integral de seguridad vial, dada la complejidad del problema compromete varios actores, como la sociedad civil, organismos estatales y sus políticas de prevención (Programas educativos y normativa en seguridad vial).

En el presente trabajo nos enfocamos en la ingeniería vial, específicamente en los elementos internos de la vía, como elementos de seguridad vial.

En los últimos años, a raíz de las implicancias de la gran cantidad de víctimas fatales y lesionadas como consecuencia de accidentes de tránsito, se ha comenzado a asignarle un rol más importante a la seguridad vial.

La infraestructura caminera juega un papel fundamental en la seguridad vial puesto que el buen diseño de las vías es crucial para que los usuarios las usen correctamente y en forma segura. Además, en el caso de accidentes inevitables, la infraestructura que brinda protección a los usuarios, tal como las barandas de seguridad, costados de camino indulgentes, etc., puede significar la diferencia entre la vida o la muerte.

Uno de los aspectos más primordiales para ejecutar este tema es el incremento del parque vehicular automotor por el cual se han incrementado los volúmenes de tráfico, así como paralelamente los accidentes de tránsito y como consecuencia se ha tenido la pérdida de vidas humanas, este problema lleva a estudiar la seguridad vial en las vías y los procedimientos para evaluar las causas e indicadores que muestran condiciones de seguridad de vías, siendo que este es un indicador de mucha importancia para evaluar la seguridad vial es en este momento el índice de peligrosidad.

En las rutas de la red vial de nuestro departamento se debe tomar en cuenta esta situación, que es el punto de partida para comenzar a evaluar problemática que existe en nuestro departamento ya que cada día existen mayores accidentes y pocas son las acciones en las vías que se ejecutan para mejorar la seguridad vial.

Esto nos ayuda aplicar una metodología que se ha utilizado en otros países y cuya experiencia se pretende aplicar en nuestro medio de manera que permita evaluar cuáles son los índices de peligrosidad.

## **1.2. Justificación**

### **1.2.1. Académica**

Significará un aporte importante porque es estudio nuevo dentro de la carrera de Ingeniería Civil, por lo que se hace imperioso la necesidad de profundizar para que se convierta en un documento de consulta y aplicación.

### **1.2.2. Técnica**

Nos permite aplicar una metodología que ha sido estudiada y aplicada en otros países de manera que se puedan demostrar su aplicabilidad en nuestro medio y evaluar cuales son los índices de peligrosidad que se tiene en un tramo de nuestras carreteras particularmente de nuestro departamento.

Los resultados que puedan obtenerse de este estudio en nuestro medio pueden una base importante para las entidades encargadas de la planificación de las acciones sobre la red vial del departamento de manera que será un indicador importante en pos de mejorar los niveles de seguridad vial.

### **1.2.3. Social**

En los últimos años en varios países entre ellos el nuestro, se han incrementado el parque automotor lo cual ha incidido en el incremento del volumen de tráfico que circulan por las vías tanto urbanas como carreteras, paralelo a ello se han incrementado los índices de accidentes sobre todo en la pérdida de vidas humanas, esto conlleva a incentivar al estudio de la seguridad vial en las vías y los procedimientos para evaluar las causas e indicadores que muestren las condiciones de seguridad en las vías, esta razón hace que uno de los indicadores con mucha importancia para evaluar la seguridad vial es en este momento el Índice de Peligrosidad .

## **1.3. Situación problemática**

A nivel nacional desde la década de 1990 en adelante, se ha tenido un incremento significativo en el parque automotor, por consiguiente, se ha incrementado el número de accidentes tanto en el área urbana como en el área rural de nuestro departamento.

A esta situación se debe sumarle el estado de nuestras vías camineras, que si bien han sido diseñadas cumpliendo con las normas establecidas por parte del Ex Servicio Nacional de Caminos, hoy la Administradora Boliviana de Carreteras, durante la ejecución de las mismas se ha tenido que realizar modificaciones que han generado variación de presupuestos y por consiguiente se ha priorizado la parte de infraestructura y se ha dejado de lado en algunos casos la parte de seguridad vial (anchos de bermas, señalización adecuada, etc.).

Es por estos motivos que se debe considerar la seguridad vial en nuestras vías mostrando condiciones de seguridad, a partir de estos indicadores se podrá realizar la evaluación de cada tramo específicamente determinando el IP (índice de peligrosidad).

#### **1.4. Planteamiento del problema**

##### **- Situación problemática**

El presente trabajo considera realizar la evaluación para la determinación del índice de peligrosidad en la carretera que une la ciudad de Tarija con la ciudad de Bermejo, donde se tiene una longitud de 186,98 Km.

Para la obtención de información de campo y determinación de resultados se ha decidido dividir la vía de estudio en 3 tramos de acuerdo al siguiente detalle:

- ✓ Tramo I, progresiva 0+000 a 44+101
- ✓ Tramo II, progresiva 44+101 a 89+066
- ✓ Tramo III, progresiva 89+066 a 189+981

##### **- Formulación del problema**

**¿De qué manera los Índices de Peligrosidad en carreteras pueden ser identificados con precisión?**

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo General**

Aplicar la metodología para determinar Índices de Peligrosidad en carreteras de la red vial fundamental del Departamento de Tarija, lo que permitirá identificar cuáles son las vías y/o tramos más críticos para reducir el índice de peligrosidad.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Describir los principios de la seguridad vial en carreteras, su evaluación, análisis y acciones para mejorar sus condiciones.
- Describir la metodología utilizadas en Argentina y Chile.
- Realizar la medición de parámetros que intervendrán en la determinación del Índice de Peligrosidad en los tramos de estudio.
- Determinar los niveles de seguridad de los tramos de estudio utilizando la metodología utilizada en Argentina y Chile.
- Establecer conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados obtenidos en el estudio de aplicación.

### **1.6. Hipótesis**

La metodología empírica de identificación de índices de peligrosidad en carreteras es altamente confiable.

Dentro de las carreteras de la red fundamental existen diversas características que nos ayudan a identificar este tipo de problemas. Como la metodología del Índice de Peligrosidad (Roadside Hazard Rating o Clasificación de Peligro en Carretera), que es un modelo a emplear.

Donde esta metodología empírica aplicada en carreteras es altamente confiable para dar a conocer el trabajo se realizó en la Red Fundamental Tarija-Bermejo, identificando el índice de peligrosidad en la misma.

### **1.7. Conceptualización**

Cálculo de Índice de Peligrosidad (IP) en la carretera. Los Índices de Peligrosidad (IP) nos sirven para identificar y reconocer las zonas de gran peligrosidad en toda la vía del tramo Tarija – Bermejo, lo cual permite el tratamiento de la zona para eliminar o reducir a un mínimo el riesgo en las zonas peligrosas.

### **1.8. Operacionalización**

En la siguiente tabla se muestra los parámetros a ser considerados para la aplicación de la metodología determinada en el presente trabajo.

**Tabla N°1 Operacionalización**

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valor /Acción</b>
Zona de despeje	Longitud y ubicación	Tipo de despeje	Identificación del tramo a estudiar
Talud a evaluar	Ubicación	Tipo de talud	Identificación del talud a evaluar
Costados del camino	Si existe seguridad o señalización	Tipo de obstáculo	Caracterización del costado del camino

Fuente: Elaboración propia

### **1.9. Alcance**

Se trata de un trabajo con diseño “Descriptivo” por tener una sola variable y las zonas de alta peligrosidad en los tramos.

Estas deben ser determinadas con bastante precisión.

El levantamiento de información es por un periodo único de tiempo, lo que la transformación en “Descriptivo Transeccional

**CAPÍTULO II**  
**MARCO CONCEPTUAL**

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.1. Metodología del Índice de Peligrosidad**

##### **2.1.1. Índice de Peligrosidad**

Una de las principales carencias que ha padecido la gestión de la Seguridad Vial es no contar con herramientas confiables y métodos cuantificables que permitan estimar el desempeño de la seguridad de vías existentes o futuras.

El Manual de Seguridad Vial (Highway Safety Manual HSM 2010) de AASHTO plantea un método para estimar la seguridad de las vías mediante una serie de variables cuantificables. El “Índice de Peligrosidad” (Roadside Hazard Rating o Clasificación de Peligro en la Carretera) es una de las variables de los modelos de predicción de accidentes. El “Índice de Peligrosidad” utilizado en el Highway Safety Manual evalúa el diseño de los costados del camino teniendo en cuenta la zona libre de obstáculos, la pendiente del talud (si es recuperable o no), la rugosidad de la superficie, y los obstáculos como árboles, cunetas, etc.

Este índice de peligrosidad toma valores de 1 a 7, donde un índice 1 corresponde a un entorno indulgente de los costados del camino y un valor 7 representa un entorno que presenta alto riesgo para los usuarios.

Esta escala de 1 a 7 fue desarrollada por Zegeer et al (1) y se cuantifica con los siguientes descriptores:



**Tabla N°2 “Índice de Peligrosidad” (Roadside Hazard Rating) es una de las variables de los modelos de predicción de accidentes, muestra secciones representativas de caminos típicos, para los 7 Índices de Peligrosidad**

Índice Pelig.	Zona despejada	Talud	Costado del camino		
			Superficie	Guardarriel	Obstáculos
1	$\geq 9$ m	1V:4H o más tendido; recuperable	-----	-----	-----
2	6*7.5 m	Alrededor 1V:3H; recuperable	-----	-----	-----
3	$\approx 3$ m	1V:3H; 1V:4H marginalmente recuperable	Rugosa despareja	-----	-----
4	1.5 -3 m	1V:3H; 1V:4H marginalmente indulgente con chance de colisión	-----	Puede tener a 1.5 – 2 m*	Puede tener árboles, postes, etc. Sin proteger a 3m
5	1.5 - 3m	1V:3H; prácticamente no recuperable	-----	Puede tener a 0 – 1.5m*	Obstáculos rígidos o terraplén
6	$\leq 1.5$ m	1V:2H; no recuperable	-----	No tiene	Obstáculos rígidos a 0 - 2m*
7	$\leq 1.5$ m	1:2; más pronunciada; no recuperable con alta probabilidad de lesión por colisión	-----	No tiene	Precipicio o corte en roca

\* Desde la línea del pavimento

Fuente: Highway Safety Manual 2010. 1° Edición. Vol3. Cap13.

## Imagen N°1 Sección representativa de caminos típicos en función de su IP Imágenes

### Tramo Tarija – Bermejo

IP=1



IP=2



IP=3



IP=4



IP=5



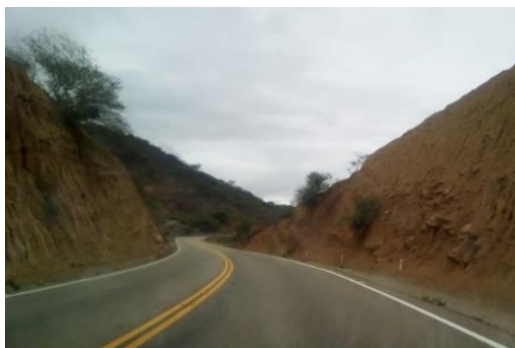
IP=6



IP=7



IP=7



Fuente: Elaboración propia

Dada la importancia de los costados del camino en la problemática de la accidentalidad, para este trabajo y como etapa inicial, se optó por establecer si hay, a priori, una correspondencia entre el Índice de Peligrosidad (IP) establecido según el Manual de Seguridad Vial (HSM) y la seguridad sustantiva de las rutas de la Red fundamental Vial del Departamento de Tarija provincia Cercado y Aniceto Arce carretera Tarija – Bermejo camino a la Argentina.

Establecer la correspondencia entre estas variables facilita la cuantificación de la magnitud del problema. La importancia de contar con CMF (Crash Modification Factors o Factores de Modificación de Accidentes), propios radica en que permite calibrar los modelos de predicción de accidentes a la realidad local de nuestro país. De esta forma, las predicciones son más acertadas, más confiables y brindan mayor claridad respecto.

### **2.1.2. Modelo de predicción de accidentes**

Los modelos predictivos pueden ser utilizados para estimar la frecuencia de ocurrencia total de los accidentes (incluyendo todos los tipos de severidad y tipos de colisiones) o pueden ser utilizados para predecir la frecuencia de ocurrencia promedio de accidentes con una severidad o tipo de colisión específica.

#### **2.1.2.1. Modelo predictivo para camino bidireccional de dos carreteras indivisas**

El modelo predictivo para un segmento en particular de camino combina la función de performance de seguridad ( $N_{predicted\ rs}$ ) con Factores de Modificación de Accidentes ( $CMF_{1r}$ ) y un factor de calibración ( $Cr$ ).

Cada uno de los CFM está en función de variables como: ancho de carril, ancho y tipo de banquina, densidad de accesos, pendiente, índice de peligrosidad, etc.

$$N_{predicted\ rs} = N_{spf\ rs} * CR * (CMF_{1r} * CMF_{2r} * CMF_{3r} * ... * CMF_{12R})$$

Donde:

$N_{predicted\ rs}$  = Predicción de frecuencia promedio de accidentes para un segmento individual de camino en un año específico.

$N_{spf\ rs}$  = Predicción de frecuencia promedio de accidentes para condiciones “base” de un segmento individual de camino.

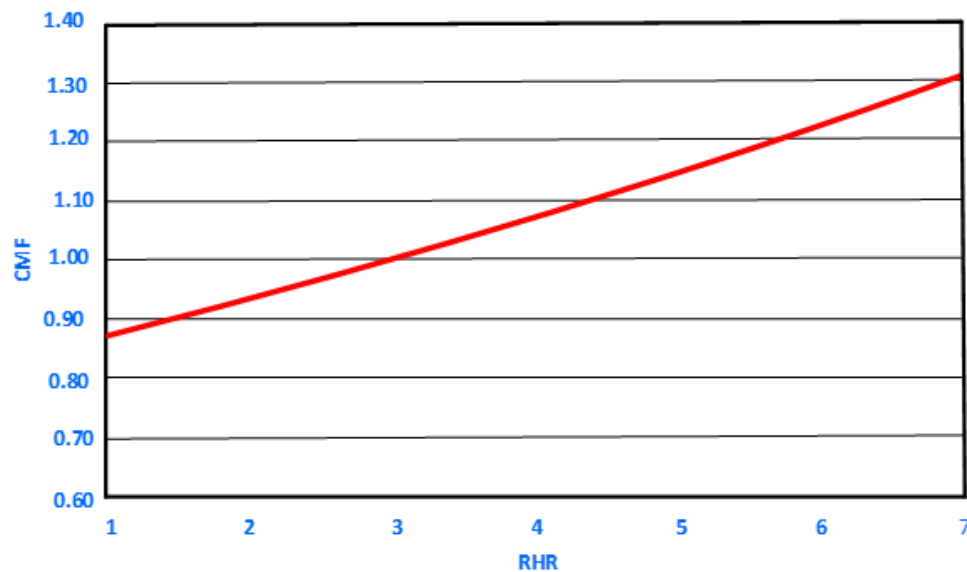
Cr = Factor de calibración para segmentos de camino de un tipo específico en una jurisdicción o área geográfica particular.

CMF1r x CMF2r = Factores de modificación de accidentes para caminos bidireccionales de dos carreteras indivisas (considera diferencias entre condición “base” y la del sitio analizado).

El CMF que responde al Índice de Peligrosidad (IP) está dado por la siguiente ecuación, en la cual si se considera la “condición base” con IP=3, resulta CMF=1.

$$CMF = \frac{e^{(-0.6869+0.0668IP)}}{e^{(-0.4865)}}$$

**Imagen N° 2 Gráfica efecto potencial sobre accidentes del IP (Roadside Hazard Rating)**



Fuente: Highway Safety Manual 2010. 1st Edición. Vol. 3. Cap. 13.

#### **2.1.2.2. Función de Performance de Seguridad**

En el modelo predictivo, la función de performance de seguridad apropiada (SPFs) se utiliza para predecir la frecuencia promedio de accidentes en un año específico, para determinadas condiciones de “base”. Esta función (SPFs) consiste en modelos de regresión para estimar la predicción de la frecuencia media de accidentes en un segmento particular del camino. Cada función en el método predictivo fue desarrollada en base a datos de accidentes observados en una serie de sitios de similares características.

Esta función (SPFs), como todo método de regresión, estima el valor de una variable dependiente en función de una serie de variables independientes. En este caso, la variable dependiente estimada es la “predicción de la frecuencia promedio de accidentes” para un segmento de camino bajo “condiciones base” y las variables independientes son el TMDA y la longitud del tramo de camino en cuestión.

La ecuación [1] representa el modelo de predicción de frecuencia media de accidentes para “condiciones base”. El efecto del TMDA en la frecuencia de accidentes se incorpora a través de la función de performance de seguridad (SPF), mientras que los efectos de las cuestiones de diseño geométrico y control de tránsito se incorporan a través de los factores de modificación de accidentes (CMF).

Las “condiciones base” para un camino bidireccional de dos carreteras indivisas, se detallan en el siguiente cuadro:

**Tabla N°3 Condiciones base para camino bidireccional de carretera**

<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones</b>
Ancho de carril (m)	3.65 m
Ancho de banquina (m)	1.8 m
Tipo de banquina	Pavimento
Índice de peligrosidad del costado del camino	3
Densidad de accesos	3.1/km
Curvatura horizontal	No
Curvatura vertical	No
Bajorrelieve en línea de eje de calzada	No
Carriles de sobrepaso	No
Carriles de giro izquierda bidireccionales	No
Iluminación	No
Regulación de velocidad automatizada	No
Pendiente	0

Fuente: Highway Safety Manual 2010. 1st Edición. Vol. 2. Cap. 10.

La función de performance de seguridad (SPF) para predecir la frecuencia media de accidentes en segmentos de camino bidireccional de dos carreteras indivisas se indica a continuación:

$$N_{spfrs} = TMDA * L * 365 \times 10^{-6} * e^{(-0.312)}$$

Donde:

$N_{spfrs}$  = Predicción de frecuencia total de accidentes para segmentos en condiciones “base”

TMDA = Tránsito medio diario anual (veh/día)

L= Longitud del segmento de camino (millas)

## **2.2. Componentes de la metodología**

### **2.2.1. Visualización**

La visualización es muy importante de todos los sentidos en el proceso de recepción de información del conductor o la persona, ya que es la capacidad de procesamiento selectivo de información obtenido por el sentido de la vista.

También la capacidad visual es un factor determinante en el riesgo de accidentes de tránsito o peatonales como, por ejemplo: las personas jóvenes tienen mayor agudeza visual a diferencias de las personas mayores de 40 años adelante ya que va disminuyendo la agudeza visual y aumenta la resistencia al alumbramiento.

Con decir que el nivel visual y habilidades de reconocimiento son muy importantes en la seguridad del ser humano para poder caminar o conducir.

### **2.2.2. Percepción de las variables de interés**

La percepción puede definirse como señales recibidas por uno u otro sentido donde nos referimos a:

- i. Percepción de la geometría de la ruta

Esta percepción es muy importante a los conductores ya que es muy relativa la ruta geométrica de la carretera para lograr una conducción segura.

- ii. Percepción de la velocidad

El sentido de la audición juega un papel muy importante en la predicción de la velocidad, ya que es un movimiento relativo con respecto al campo visual, en un determinado tiempo para llegar a una determinada velocidad y tiene una importante influencia en determinadas circunstancias en la carretera.

- iii. Percepción de la velocidad relativa

Es muy importante durante ya que es inversamente proporcional a la distancia entre vehículos en marcha que circulan en una determinada carretera por delante o en adelantarse al otro vehículo.

iv. Percepción de distancia entre vehículos

Los conductores u peatones tienen predicciones de las distancias, pero otros conductores o peatones subestiman las distancias entre los mismos.

- **Adelantamiento.** - Este parámetro tiene mucha dificultad ya que debe estimar: la velocidad del vehículo, la velocidad del vehículo a adelantar, la velocidad del vehículo que marcha en dirección contraria y la distancia del vehículo que marcha en la dirección contraria.
- **Tiempo.**- Este parámetro depende mucho de la velocidad que aplica al vehículo para adelantar: el valor medio para todos los conductores es de 1,5 segundos, el tiempo de reacción aumenta con la edad de los conductores y la experiencia en conducción, la compatibilidad estímulo o respuesta que percibe el conductor en la situación del momento, la incertidumbre de los estímulos la que crea una expectativa que prepara retrasa o sorprende u origina una reacción tardía y varias normas toman el valor más conservador es de 2,5 seg. para tomar decisiones en el diseño de la carretera.

### **2.3. Distancia horizontal o de visibilidad**

La distancia de visibilidad es de vital importancia para la seguridad del usuario en la carretera y para una correcta eficiencia de operación. La seguridad dependerá de la distancia provea para el conductor pueda controlar su vehículo en caso de producirse algún obstáculo en la carretera y para poder sobrepasar a otro vehículo con seguridad.

#### **2.3.1. Medios**

Los medios a utilizar será la medición del ancho de calzadas, el tráfico promedio, medición de distancias de visibilidad, señalización.

#### **2.3.2. Geometría**

La geometría de una carretera existe una serie de factores determinantes que, aplicados correctamente en el diseño, proporcionan carreteras seguras, de tráfico cómodo y aspecto agradable, donde no proporcionan rangos para los valores de las características geométricas de una carretera, sino nos dan criterios generales al diseñador para el diseño.

### **2.3.3. Las bermas**

Las bermas son las fajas longitudinales contiguas a ambos lados de la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros de la carretera. Las bermas pueden estar construidas al mismo nivel de la calzada o un poco más bajo que esta. Lo ideal es que la calzada y las bermas conformen un único elemento y solo estén separadas por la línea de borde de calzada. Este tipo de construcción brinda una mayor seguridad al conductor y genera una mejor apariencia. El hecho de que estén a un nivel más bajo favorece la seguridad de los peatones ya que esta diferencia de nivel condiciona a los conductores a no invadir la berma principalmente en las curvas derechas. Las funciones y ventajas principales de la berma son:

- Brinda seguridad al usuario de la carretera al proporcionarle un ancho adicional fuera de la calzada, en el que puede eludir accidentes potenciales o reducir su severidad.
- Estacionamiento provisional.
- Protege la calzada contra humedad y posibles erosiones
- Da confinamiento al pavimento.
- Mejorar la visibilidad en los tramos en curva.
- Facilitar los trabajos de mantenimiento.
- Proporcionar mejor apariencia a la carretera.
- Separar los obstáculos del borde de la calzada.
- Facilita el tránsito de peatones.
- Funciona como parada de autobuses.
- Permite la circulación de ciclistas.

El ancho de las bermas está definido principalmente por el volumen de tránsito y del nivel de servicio exigido para la carretera. El siguiente cuadro presenta el ancho de berma recomendado en función del tipo de carretera, el tipo de terreno y la velocidad de diseño.



**Tabla N°4 Ancho recomendado para bermas**

Tipo de carretera	Tipo de terreno	Velocidad de diseño Vd (km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera principal de dos calzadas	Plano							2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado						2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso						1.8/0.5	1.8/0.5	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Escarpada						1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/1.0	1.8/1.0	
Carretera principal de una calzada	Plano					1.8	2.00	2.00	2.50		
	Ondulado				1.8	1.8	2.00	2.00	2.50		
	Montañoso				1.5	1.5	1.80	1.80			
	Escarpada				1.5	1.5	1.80	1.80			
Carretera secundaria	Plano			1.0	1.5	1.5	1.80				
	Ondulado		0.5	1.0	1.0	1.5	1.80				
	Montañoso		0.5	0.5	1.0	1.0					
	Escarpada	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0					
Carretera terciaria	Plano		0.5	0.5	1.0						
	Ondulado	0.5	0.5	0.5	1.0						
	Montañoso	0.5	0.5	0.5							
	Escarpada	0.5	0.5	0.5							

Fuente: Tomado del Manual de Diseño Geométrico de Vías del I.N.V.

En la tabla anterior se observa que la carretera de dos calzadas presenta dos valores en el ancho de la berma. El primer valor corresponde al ancho de berma.

Las bermas son las franjas que flanquean el pavimento de la(s) calzadas(s). Ellas pueden ser construidas con pavimento de hormigón, capas asfálticas, tratamiento superficial, o simplemente ser una prolongación de la capa de grava en los caminos no pavimentados.

En Pavimentos de Hormigón que consulten ensanches hacia la berma como parte del Diseño Estructural, la berma podrá contar con un sector en hormigón y el saldo para completar su ancho, se dará con una capa asfáltica de 0,05 m de espesor mínimo, apoyada sobre una base granular de CBR 80%, cuyo espesor será el existente entre la subbase y la cara inferior de la capa. Si el pavimento de hormigón no consulta un sobreancho estructural, la berma se construirá según se indica para los Pavimentos Asfálticos.

En Pavimentos Asfálticos multicapas, la berma constituirá una prolongación de la capa de rodadura del pavimento, la que deberá tener un espesor mínimo de 0,05 m el que se mantendrá en la berma. En los Tratamientos Superficiales la berma se revestirá prolongando el tratamiento de la calzada hacia la berma. Si la carretera tiene una sola calzada, las bermas deben tener anchos iguales. En caso de tratarse de una carretera unidireccional con calzadas separadas, existirán bermas interiores y exteriores en cada calzada, siendo las primeras de un ancho inferior.

Las bermas cumplen cuatro funciones básicas: proporcionan protección al pavimento y a sus capas inferiores, que de otro modo se verían afectadas por la erosión y la inestabilidad; permiten detenciones ocasionales; aseguran una luz libre lateral que actúa psicológicamente sobre los conductores, aumentando de este modo la capacidad de la vía, y ofrecen espacio adicional para maniobras de emergencia, aumentando la seguridad.

Para que estas funciones se cumplan en la práctica, las bermas deben ser de un ancho constante, estar libres de obstáculos y deben estar compactadas homogéneamente en toda su sección.

#### **2.3.4. Calzada**

Una calzada es una banda material y geoméricamente definida, de tal modo que su superficie pueda soportar un cierto tránsito vehicular y permitir desplazamientos cómodos y seguros de los mismos. La calzada está formada por dos o más carriles. Un carril será

entonces cada una de las divisiones de la calzada que pueda acomodar una fila de vehículos transitando en un sentido.

En el caso de carreteras o caminos con calzada bidireccional de dos carriles, cada uno de ellos podrá ser utilizado ocasionalmente por vehículos que marchan en el sentido opuesto, en el momento en que éstos adelanten a otros más lentos. Toda nueva carretera de 4 o más carriles, con calzadas unidireccionales en plataforma única, deberá contar con un espacio libre entre los bordes interiores de los pavimentos de cada calzada, denominado “Cantero central”, el que normalmente tendrá un ancho constante según lo definido en el perfil tipo de la carretera.

Las carreteras con calzadas unidireccionales diseñadas en plataforma independientes, normalmente tendrán distancias variables entre sus ejes, de dimensiones tales, que el espacio intermedio ya no constituye un cantero central con perfil tipo predefinido, pudiendo llegar a ser una superficie irregular de terreno natural. Existen ciertos tipos de carriles especiales, con funciones específicas, que aumenta sólo localmente el ancho de una calzada.

Estos son los carriles lentos y carriles rápidos, los carriles de trenzado y los carriles de cambio de velocidad. Todas ellas son estrictamente unidireccionales. Las calzadas pueden ser pavimentada o no. Si son pavimentadas, quedarán comprendidas entre las bermas. La demarcación de ejes y bordes que ayuda a definir los carriles y el ancho total de la calzada, se ejecutará en conformidad con las disposiciones vigentes de la Administradora Boliviana de Carreteras, teniendo presente el Volumen 3 de “Dispositivos de Control de Tránsito”, Capítulo 2 “Señalización de Tránsito Horizontal (Demarcación)”.

Si no existe pavimento, calzada y bermas se confunden y prestan el mismo servicio; sin embargo, desde el punto de vista de la definición transversal, ellas quedarán limitadas por los sobre anchos de la plataforma, cuyas especificaciones técnicas serán distintas a las del resto de la plataforma.

#### **2.3.4.1. Anchos de calzada y plataforma**

En el cuadro anterior, se resumen los Anchos de Plataforma en Terraplén y de los elementos que la constituyen, dados en función de la Categoría de la vía y de la Velocidad de Proyecto que le corresponde. Salvo en los casos de Caminos Locales y de Desarrollo con velocidades de proyecto menores o iguales que 60 km/h, en los que la Administradora

Boliviana de Carreteras podrá autorizar ancho de carriles de menos de 3,5 m, para todas las demás categorías y velocidades de proyecto el ancho mínimo de carriles será de 3,5 m. Las Bermas, Sobreancho de Plataforma (SAP) y Cantero central, que se definen más adelante, poseerán anchos definidos en función de la Categoría y Velocidad de Proyecto. La selección de la Sección Transversal Tipo de una carretera o camino dentro de las definidas en el cuadro, dependerá de la función asignada al proyecto, del tipo de terreno en que ésta se emplaza y del estudio de tránsito que permite anticipar la evolución del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y del Volumen Horario de Diseño (VHD) a lo largo del tiempo, y en particular al horizonte de diseño. Las características geométricas del trazado propuesto permitirán calcular la Capacidad de la vía y los Volúmenes y Niveles de Servicio, que contrastados con las predicciones del volumen de demanda a lo largo del tiempo, permitirán verificar si se cumple la función asignada al proyecto.

## **2.4. Señalización**

Son dispositivos de control que encuentran en las carreteras o calles para prevenir a conductores y peatones sobre peligros existentes y guiarlos en sus recorridos por las vías a fin de evitar accidentes y demoras innecesarias; divulgar oportunamente disposiciones de las leyes y reglamentos de tráfico, así como dar a conocer restricciones específicas que se impongan a la circulación en una vía o en parte de la misma; y asignar alternativamente el derecho de paso a distintas corrientes vehiculares; estos dispositivos pueden ser horizontales y verticales.

### **2.4.1. Señalización vertical**

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

### **2.4.2. Función y clasificación**

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

### Imagen N°3 Gráfico clasificación de señales verticales

Clasificación Señales Verticales	
<b>Reglamentarias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativas al derecho de paso</li> <li>• Prohibición o restricción</li> <li>• Sentido de circulación</li> </ul>
<b>Preventivas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características Geométricas</li> <li>• Restricciones físicas</li> <li>• Intersección con otras vías</li> <li>• Características operativas de la vía</li> <li>• Situaciones especiales</li> </ul>
<b>Informativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guían al usuario a su destino</li> <li>• Otra informacio de interes</li> </ul>

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras

#### 2.4.3. Características de las señales verticales

##### 2.4.3.1. Características básicas

###### a) Mensaje

Debe Transmitir un mensaje inequívoco. Puede estar compuesto por un símbolo y una leyenda.

###### b) Forma y Color

Depende del tipo de señal

**Tabla N°5 Señales verticales “Colores de Prevención”**

Color	Descripción	Color	Descripción
Amarillo	Fondo señales de prevención.	Negro	Informativas de dirección de tránsito y como leyenda o símbolo en señales.
Naranja	En zonas de construcción y mantenimiento.	Marrón	Fondo en señales guías de lugares turísticos.
Azul	Servicios auxiliares y señales informativas.	Rojo	Para orlas y diagonales en señales de reglamentación.
Blanco	Señales de reglamentación o en leyendas y símbolos.	Verde	Fondo en señales de información

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras

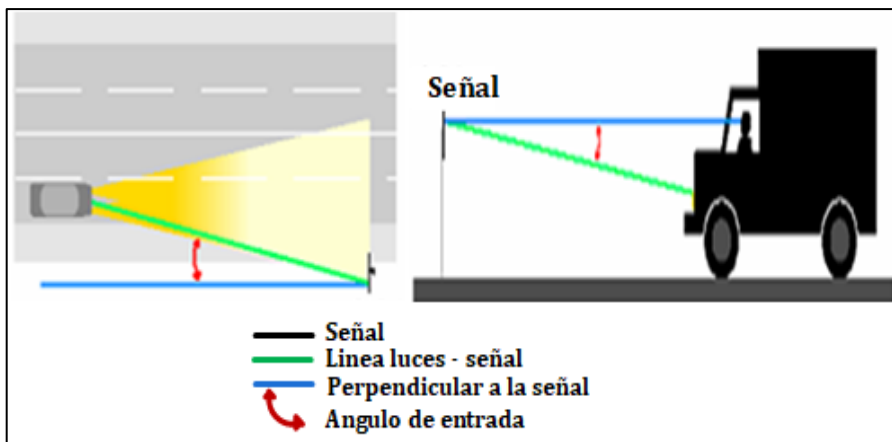
**c) Tamaño**

Está en función de la velocidad ya que se determina en función de la distancia mínima en que la señal puede ser vista y leída.

**d) Retroreflexión**

Deben ser visibles a cualquier hora del día y bajo cualquier condición climática.

**Imagen N° 4 Retroflexión para señalización vertical**



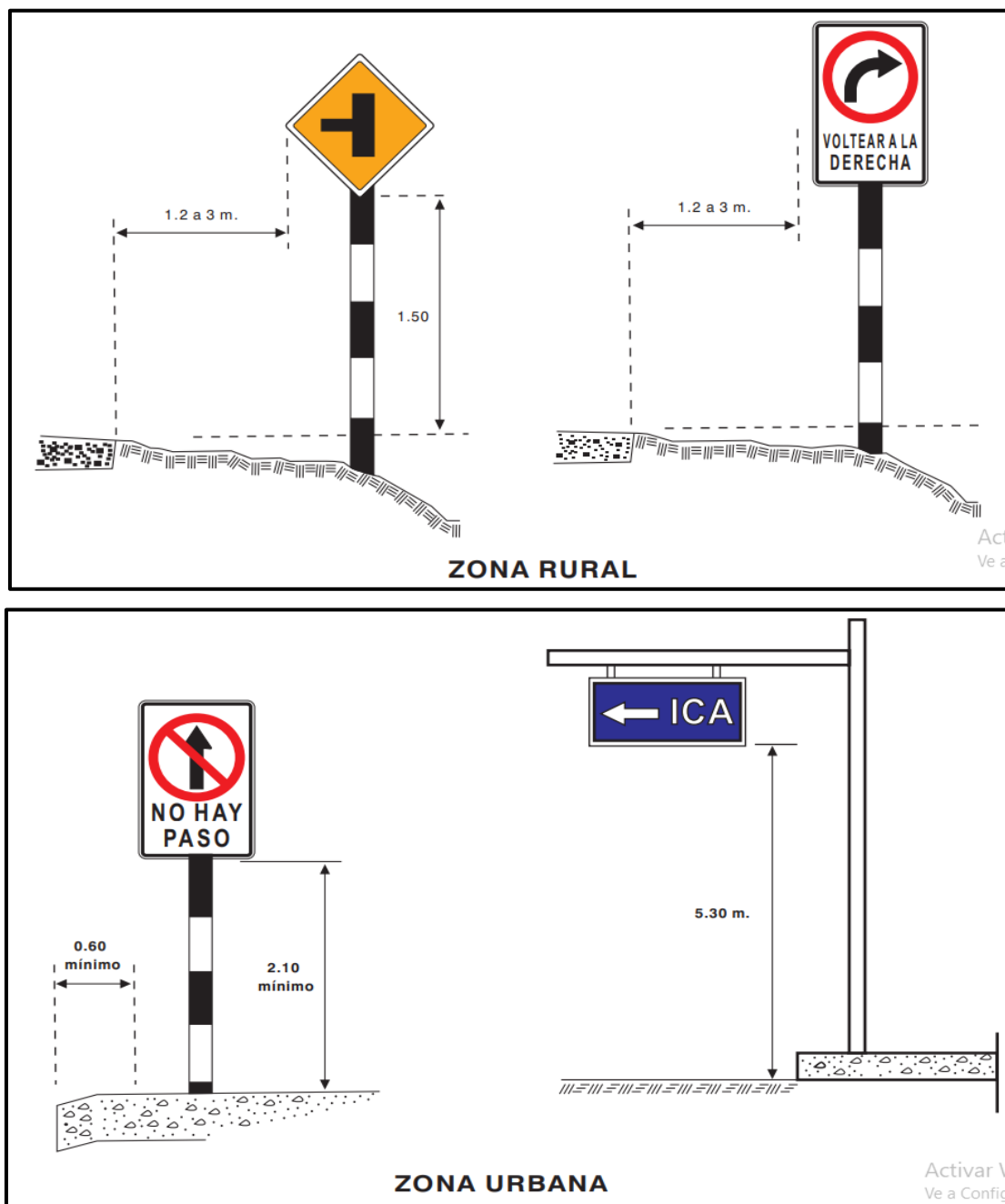
Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Transito Automotor para  
Calles y Carreteras

**e) Altura**

La altura de la señal debe asegurar su visibilidad. Por ello la elevación correcta queda definida, en primer lugar, por los factores que podrían afectar dicha visibilidad, como altura de vehículos en circulación o estacionados, crecimiento de la vegetación existente, o la presencia de cualquier otro obstáculo.

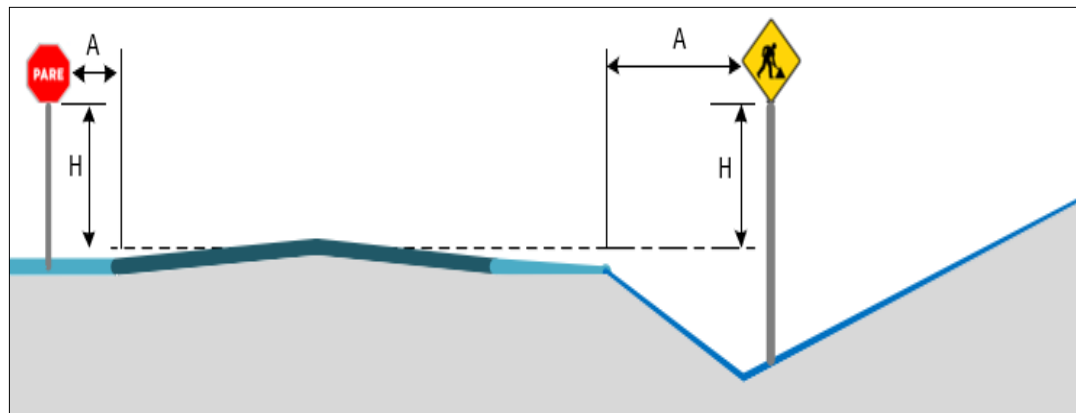
En segundo lugar, debe considerarse la geometría horizontal y vertical de la vía.

**Imagen N°5 Altura zona rural y urbana señalización vertical**



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras

**Imagen N°6 Altura para autopistas y autovías señalización vertical**



Descripción	A (m)	H (m)	
	Min.	Min.	Max.
Autopistas y autovías	3	1.5	2.2
Vía convencional rural con velocidad máxima $\geq 90$ km/h	2	1.5	2.2
Vía convencional rural con velocidad máxima $\geq 90$ km/h	1.5	1.5	2.2
Vía convencional urbana con solera	0.3	1.8	2.2
Vía convencional urbana con solera	1.5	1.8	2.2

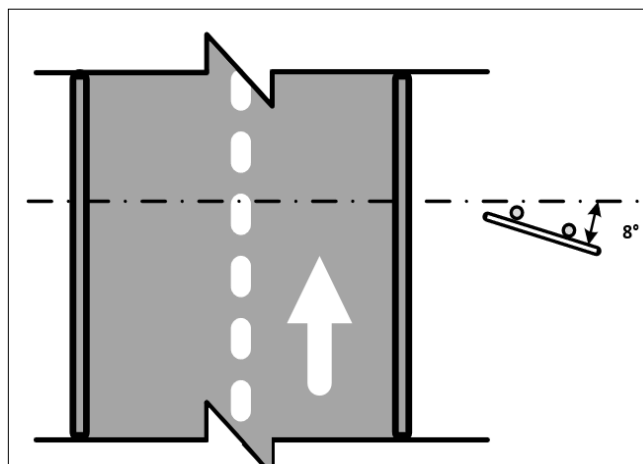
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.

#### **f) Orientación**

Cuando un haz de luz incide perpendicularmente en la cara de una señal se produce el fenómeno de reflectancia especular que deteriora su nitidez. Para minimizar dicho efecto, se orientan las señales de modo que la cara de éstas y una línea paralela al eje de calzada formen un ángulo como el que se muestra en la Figura. Las señales deberán formar un ángulo de  $90^\circ$ , señales con material reflectante será de  $8$  a  $15^\circ$ .



### **Imagen N°7 Orientación en señalización vertical (vista en planta)**



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras

#### **2.4.3.2. Señales reglamentarias**

Indican a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de Circulación.

-Señales relativas al derecho de paso

### **Imagen N°8 Señales verticales de derecho de paso**



Fuente: Manual conductor/Cap09 Señalización.pdf

-Señales prohibitivas o restrictivas

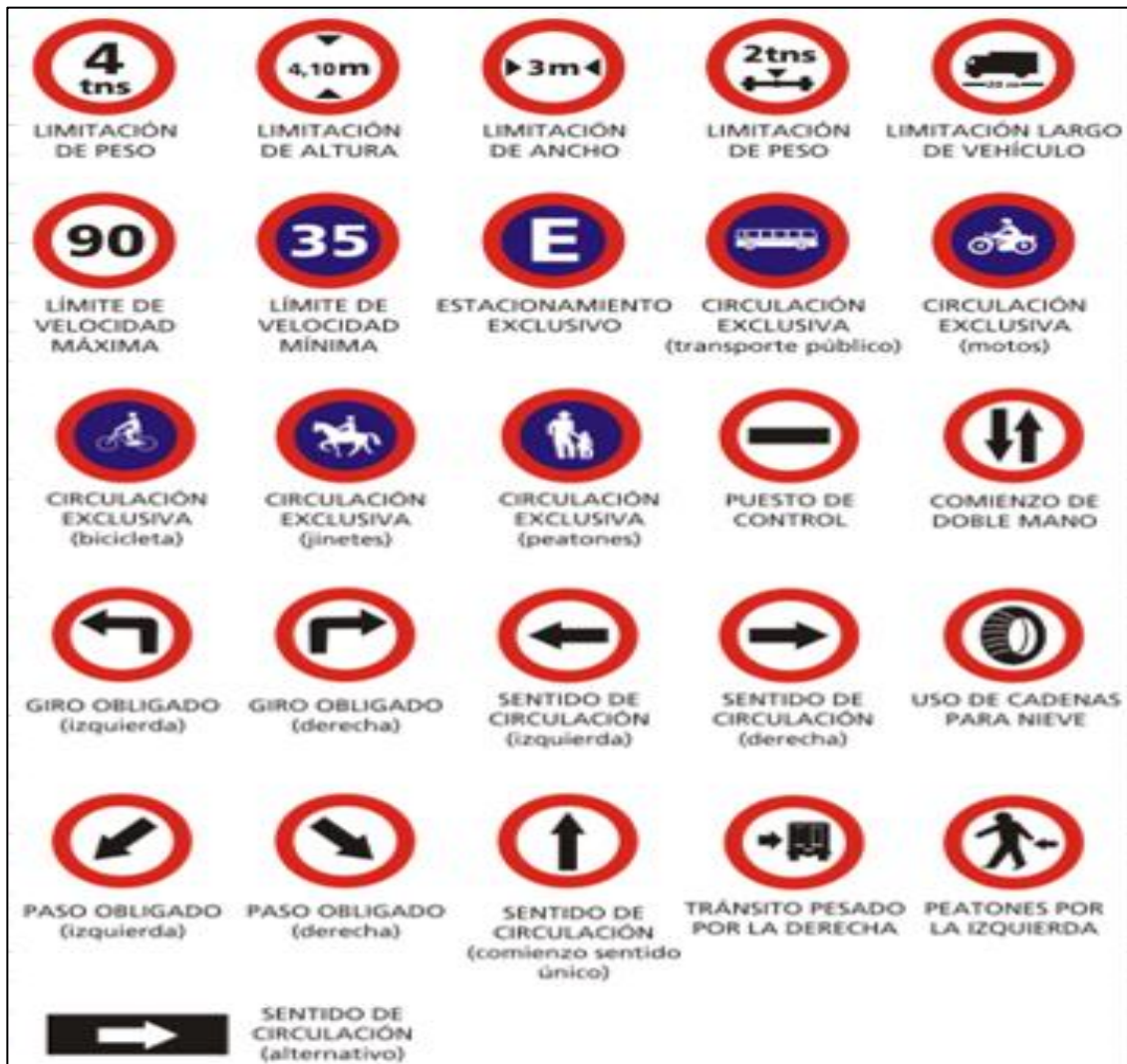
### Imagen N°9 Señales verticales prohibitivas



Fuente: Manual conductor/Cap09 Señalización.pdf

- Señales de sentido de circulación

**Imagen N° 10 Señales verticales de circulación**



Fuente: Manual conductor/Cap09 Señalización.pdf

#### 2.4.3.3. Señales preventivas

Indican con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía que implican un peligro real o potencial y que puede ser evitado tomando ciertas precauciones.

Su forma es cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo.

Color: Fondo amarillo, letras, marco y símbolos en negro

Dimensión:

Calles, avenidas: 0.60 x 0.60 m

Autopistas: 0.75 x 0.75 m

Casos Excepcionales: 0.90 x 0.90 m

## Imagen N°11 Señales verticales preventivas



Fuente: Sistema de Señalización Vial Uniforme.pdf

### 2.4.3.4. Señales informativas

Tienen como fin guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, identificar puntos notables (ríos, lugares turísticos, etc.)

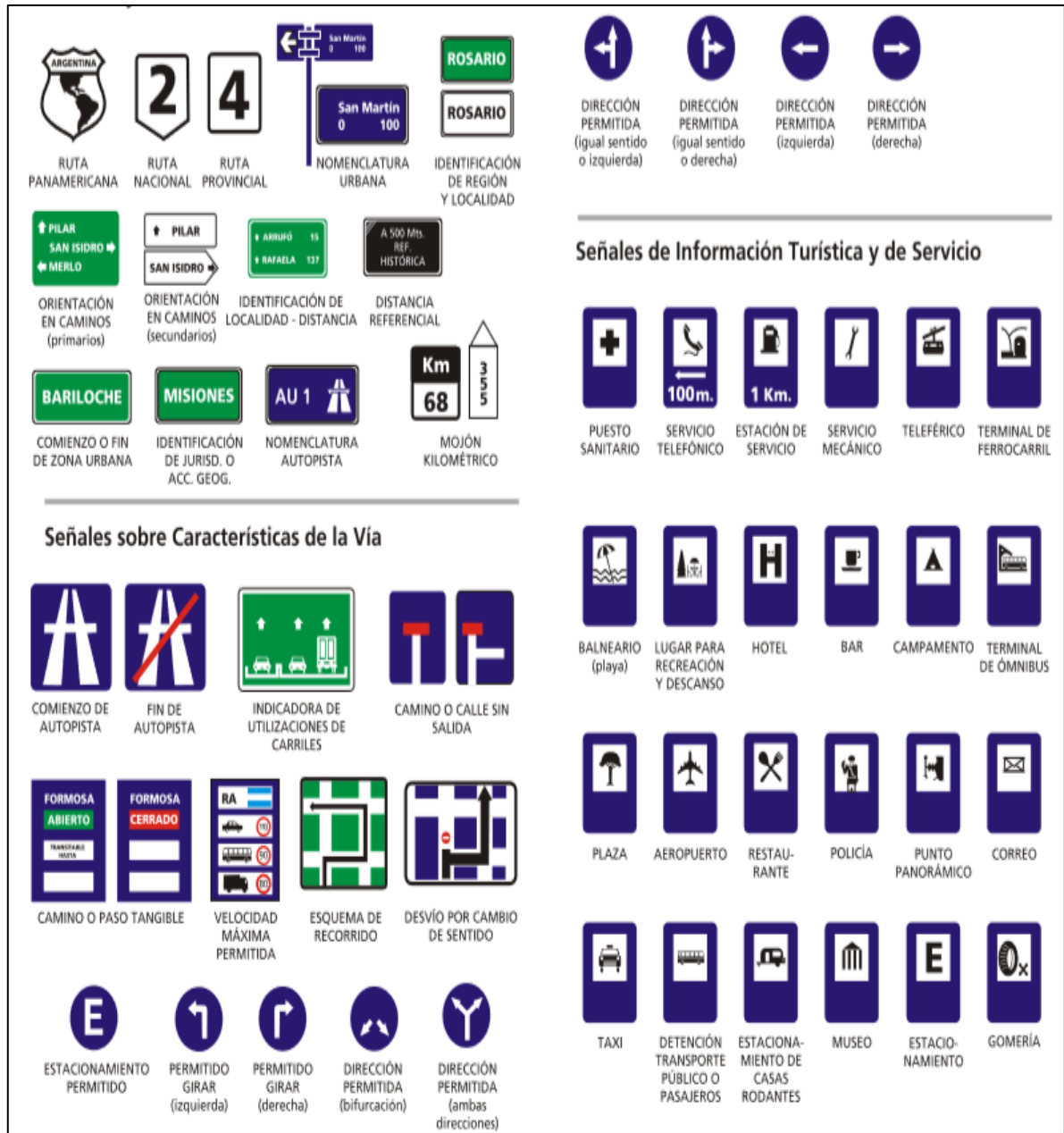
Se clasifican en:

- Señales de dirección.
- Señales de destino.
- Señales de destino con indicador de distancias.



- Señales de indicación de distancias.
- Señales Indicadoras de ruta.
- Señales de información general.
- Señales de Información.
- Señales de Servicios Auxiliares.

**Imagen N°12 Señales verticales informativas**



Fuente: Sistema de señalización vial uniforme.pdf

#### 2.4.3.5. Señalización horizontal

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito, indicar la presencia de obstáculos, coadyuvar a la señalización vertical en los aspectos de prevención, restricción y alguna vez en información.

Universalmente se disponen de las señales o marcas pintadas de blanco las que pueden ser cruzadas por los vehículos, mientras que las señales o marcas que tienen color amarillo se consideran restrictivas a la circulación o cruce por ellas.

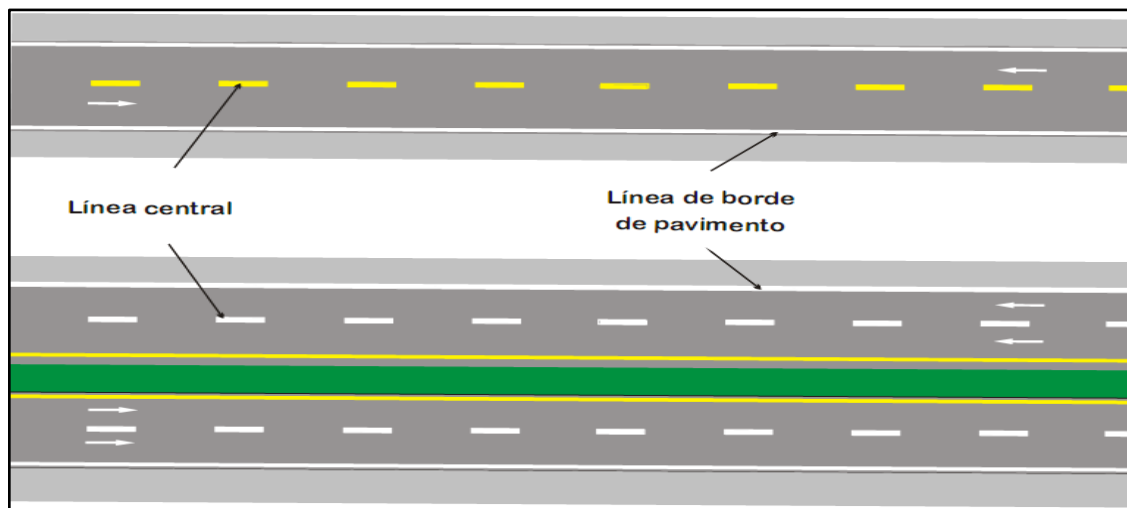
##### a) Líneas centrales

Tendrán las siguientes dimensiones:

En vías rurales: longitud del segmento pintado 4,50 m, longitud del espacio sin pintar 7,50 m.

En vías urbanas: longitud del segmento pintado 3,00 m, longitud del espacio sin pintar 5,00 m.

**Imagen N°13 Señales horizontales líneas centrales**



Fuente: Manual conductor/Cap09 Señalización.pdf

##### b) Líneas de borde de pavimento

Estará formada por una línea blanca continua de 12 cm de ancho.

Esta línea separa la berma del carril de circulación, indicando el borde exterior del pavimento.

**Imagen N°14 Señales horizontales borde de pavimento**

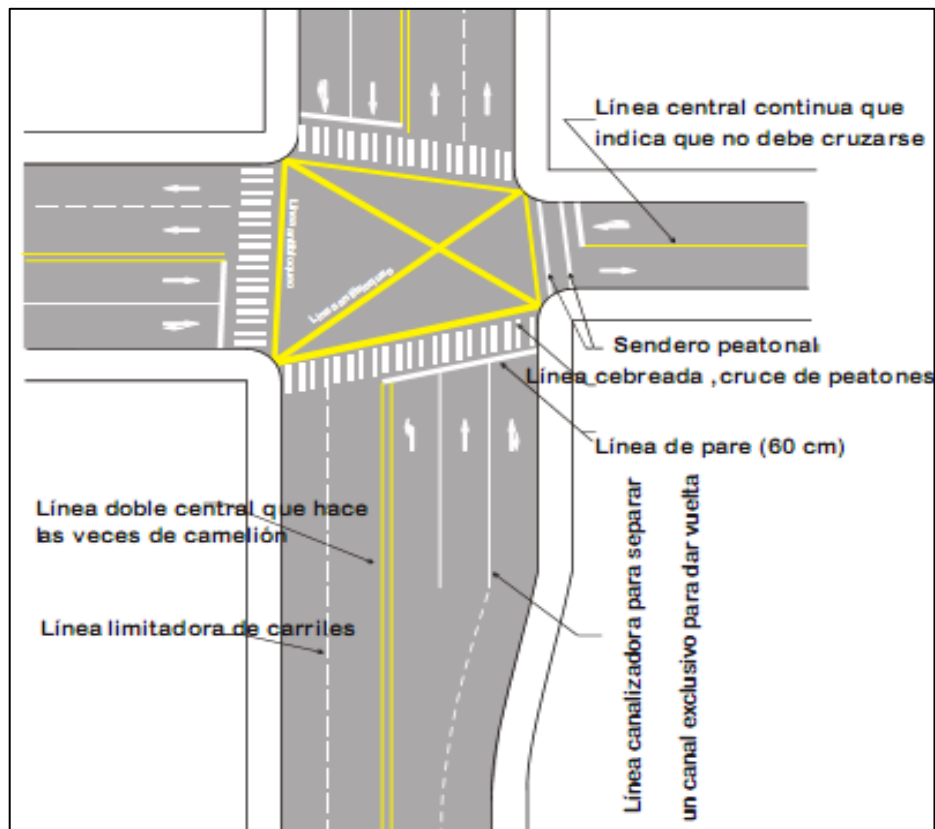


Fuente: Manual conductor/Cap09 Señalización.

**c) Señalización típica para una intersección**

En la siguiente imagen se muestra las diferentes marcas en el pavimento más utilizadas.

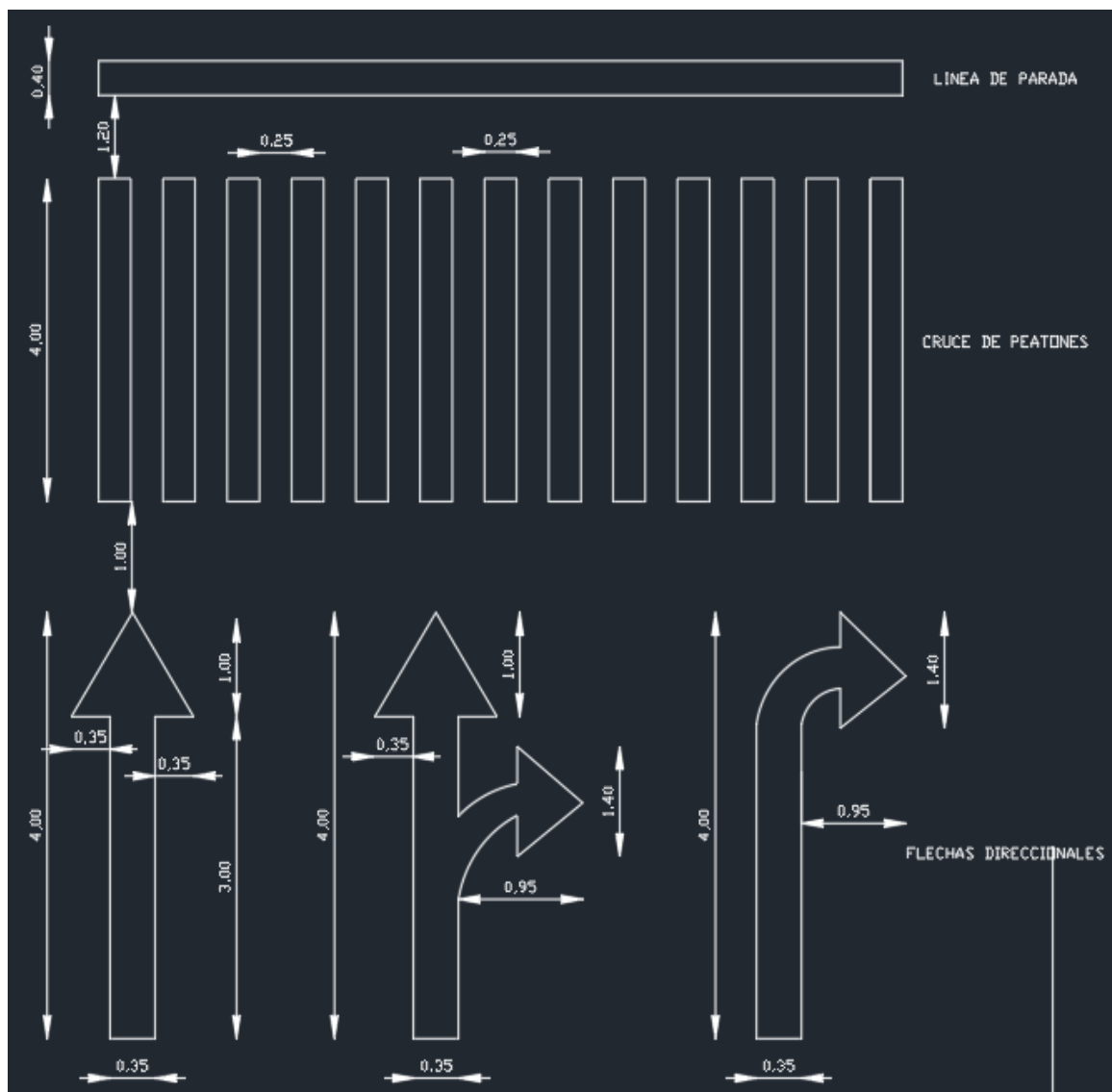
**Imagen N°15 Señales horizontales de intersección**



Fuente: Manual conductor/Cap09 Señalización.pdf

Líneas de parada, cruce de peatones, flechas direccionales y sus dimensiones

**Imagen N°16 Señales horizontales de paradas, peatones, flechas direccionales y dimensiones**



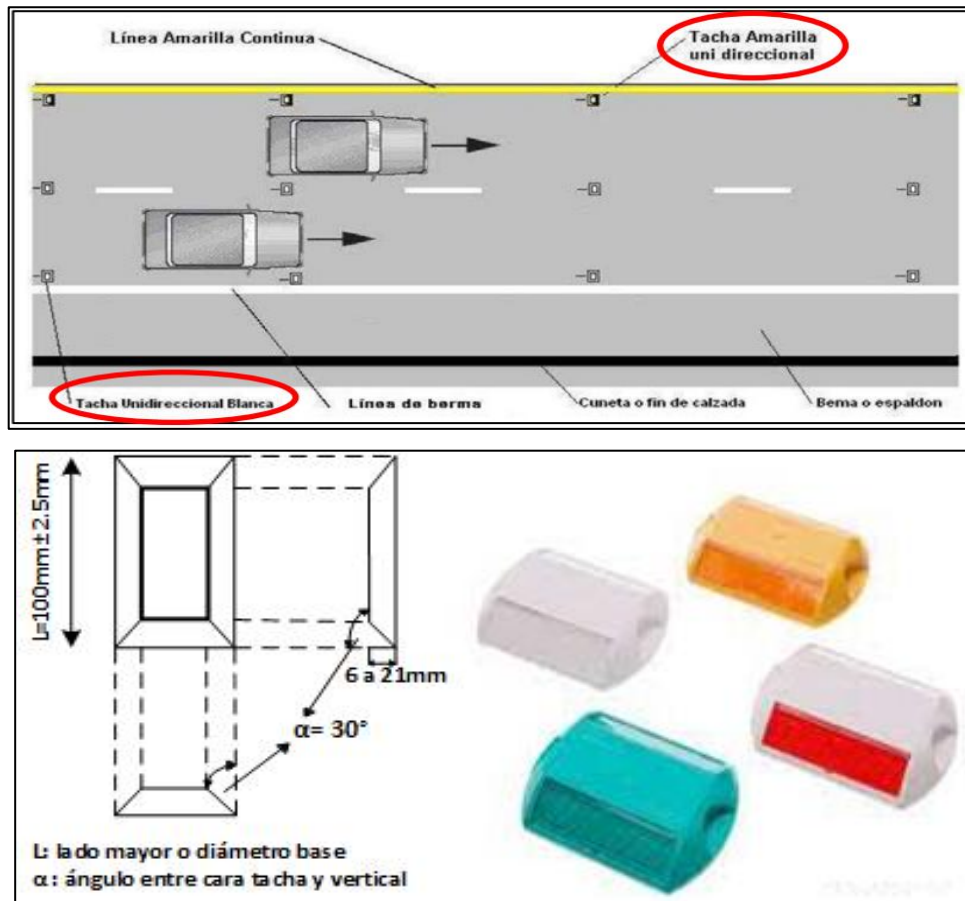
Fuente: Elaboración propia

#### **d) Delineadores reflectivos**

También conocidos como “ojos de gato”, se emplean para demarcar obstrucciones y otros peligros o en series para indicar el alineamiento de la vía (delineadores).



**Imagen N°17 Delineadores reflectivos “Ojos de Gato”**



Fuente: Estudio de Ingeniería de la Carretera Santo Domingo-Esmeraldas y la Estructuración Jurídica, Técnica Y Económico-Financiera. RE-20-EIS-MTOP-2012 Anteproyecto de Construcción de la Concesión Viaria entre Santo Domingo y Esmeraldas.PDF

## 2.5. Marco normativo

En el 2010 la AASHTO lanzó la primera edición de un Manual de Seguridad Vial (HSM: Highway Safety Manual) el cual presenta herramientas de análisis basadas en una compilación de los mejores y más recientes estudios que establecen relaciones entre variables de infraestructura y la ocurrencia de accidentes.

## 2.6. Marco referencial

Dentro del marco de un proyecto que busca obtener factores de calibración local de los modelos del Manual de Seguridad Vial (HSM) de la AASHTO para ser aplicados en la Argentina, este trabajo se realizó con la finalidad de establecer si hay, a priori, una correspondencia entre el Índice de Peligrosidad establecido según el HSM y la seguridad

sustantiva de las rutas de Córdoba. Los accidentes por salida de vía constituyen un alto porcentaje del total, generalmente del orden del 30 %. Las condiciones del entorno de la vía juegan un papel fundamental en la probabilidad de ocurrencia de siniestros. El Manual de Seguridad Vial evalúa el diseño de los costados del camino mediante un “Índice de Peligrosidad” (Roadside Hazard Rating), el cual tiene en cuenta la zona libre de obstáculos, la pendiente del talud, la rugosidad de la superficie, entre otros. Este índice de peligrosidad toma valores de 1 a 7, donde un índice 1 corresponde a un entorno indulgente de los costados del camino; y un valor 7 representa un entorno que presenta alto riesgo para los usuarios. En este trabajo se evaluarán los costados de camino de un número de secciones de dos trochas indivisas con el objeto de evaluar si las condiciones para las cuales se calibró el Índice de Peligrosidad del HSM guardan relación con el contexto de nuestro país. Mediante el análisis de los resultados, el trabajo concluye con la discusión para discernir si la seguridad sustantiva de los sitios está correlacionada con el Índice de Peligrosidad según la clasificación del HSM.

## **2.7. Posición del investigador**

En los últimos años en varios países entre ellos el nuestro han incrementado su parque vehicular automotor lo cual ha incidido en los volúmenes de tráfico que circulan por las vías tanto urbanas como carreteras, paralelo a ello se han incrementado los índices de accidentes y la severidad de estos sobre todo en la pérdida de vidas humanas, esto conlleva a incentivar al estudio de la seguridad vial en las vías y los procedimientos para evaluar las causas e indicadores que muestren las condiciones de seguridad en las vías, esa razón hace que uno de los indicadores con mucha importancia para evaluar la seguridad vial es en este momento el Índice de Peligrosidad .

La importancia de determinar los Índices de Peligrosidad en las diferentes rutas de la red vial en un país es el punto de partida para determinar las acciones a mediano y largo plazo que deben realizarse con el propósito de mejorar las condiciones de seguridad vial y que los niveles se encuentren en rangos razonables en cada país, en nuestro medio es importante empezar a evaluar esta problemática ya que cada día hay mayores accidentes y pocas son las acciones en las vías que se están ejecutando en pos de mejorar la seguridad vial.

Aplicar metodologías que han sido estudiadas en otros países de manera que a partir de estudios serios puedan demostrar su aplicabilidad en nuestro medio ante la ausencia de metodologías propias es una necesidad para evaluar cuales son los índices de peligrosidad que tienen nuestras carreteras particularmente de nuestro departamento.

Los resultados que puedan obtenerse de este estudio en nuestro medio pueden una base importante para las entidades encargadas de la planificación de las acciones sobre la red vial del departamento de manera que será un indicador importante que permitirá priorizar algunos tramos sobre otros en las realizaciones de acciones ingenieriles en pos de mejorar los niveles de seguridad vial.

Significará un aporte académico importante porque es estudio nuevo dentro de la carrera de ingeniería civil por lo que se hace imperioso la necesidad de profundizar para que se convierta en un documento de consulta.

**CAPÍTULO III**  
**LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN**

## CAPÍTULO III

### LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

#### 3.1. Ubicación

##### 3.1.1. Ubicación política

El proyecto se encuentra ubicado al sur de Bolivia, en el departamento de Tarija; y tiene los siguientes límites:

- Limita al norte con el departamento de Chuquisaca.
- Limita al oeste con el departamento de Potosí.
- Limita al este con la República del Paraguay.
- Limita al sur con la República de Argentina.

**Imagen N°18 Mapa de Ubicación del Proyecto**



Fuente: Internet “<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Bolivian.jpg>”

### 3.1.2. Ubicación geográfica

Punto inicial:

Latitud sud:	21°34'02,91"	Norte: 7614089
Longitud oeste:	64°40'11,10"	Este: 327104
Elevación:	1864 m.s.n.m.	

Punto final:

Latitud sud:	22°43'41,04"	Norte: 7485900
Longitud oeste:	64°22'10,29"	Este: 359354
Elevación:	495 m.s.n.m.	

El proyecto “Aplicación de Metodología para Determinar Índices de Peligrosidad en Carreteras de la Red Vial Fundamental del Departamento de Tarija” se va a realizar en las provincias Cercado y Arce del Departamento de Tarija aplicando en la ruta Tarija – Bermejo de la red fundamental del departamento.

**Imagen N° 19 Mapa de ubicación del proyecto departamento de Tarija**



Fuente: Internet [http://www.mirabolivia.com/mapa\\_muestra.php?id\\_mapa=210](http://www.mirabolivia.com/mapa_muestra.php?id_mapa=210)

### 3.2. Características de los tramos en estudio

Los accidentes por salida de vía constituyen un alto porcentaje del total, generalmente del orden del 30%. Las condiciones de los costados del camino juegan un papel fundamental tanto en la probabilidad de ocurrencia de siniestros como en su severidad. Si bien el riesgo de salirse de la vía siempre existe, cuando los costados del camino están cuidadosamente diseñados, son esencialmente lisos, con pendientes suaves y sin obstáculos dentro de distancia adecuada, las probabilidades de salirse de la vía disminuyen considerablemente.

El término “costados del camino” involucra todo aquello que está más allá de la línea de borde de calzada; la cuneta, las pendientes del talud en desmonte y en terraplén, la existencia de obstáculos como árboles, postes, las barreras, entre otros.

Considerando las “condiciones base” para los tramos de caminos bidireccionales de dos carreteras indivisas, se procedió a seleccionar tramos de rutas existentes en la red vial fundamental del departamento de Tarija provincia Cercado y provincia Aniceto Arce que presentarán similares condiciones geométricas y de elementos de control de tránsito (tramos rectos, llanos, con ancho de calzada y banquina uniforme, sin iluminación, sin carril de sobrepaso, etc.), y que además se cuenta con una base de datos estadísticos de accidentes para poder a futuro verificar la calibración de la función de predicción de accidentes según las condiciones locales.

#### 3.2.1. Sitios de Medición

En función de los condicionantes expuestos previamente se seleccionó el Tramo de la Red Vial Fundamental de Tarija la Ruta 1 Tarija - Bermejo carretera a la Argentina, resultaron seleccionadas los tramos:

- a) **Tramo I: Tarija – Padcaya:** con una longitud 44.101 km, se identificaron mediante 149 tramos de  $\pm 1\text{km} - 7\text{km}$  de longitud cada uno, dependiendo el índice de visibilidad, cuya sección transversal resulta asimilable a “condiciones base”.

Coordenadas de Inicio		
327019.747 E	7614196.493 S	1854.937 m.s.n.m.
Coordenadas de Salida		
323289.469 E	7577872.11 S	1977.85 m.s.n.m.

- b) **Tramo II: Padcaya – La Mamora:** con una longitud 44.965 km se identificaron mediante 355 tramos de  $\pm 1$ km - 7km de longitud cada uno, dependiendo el índice de visibilidad, cuya sección transversal resulta asimilable a “condiciones base”.

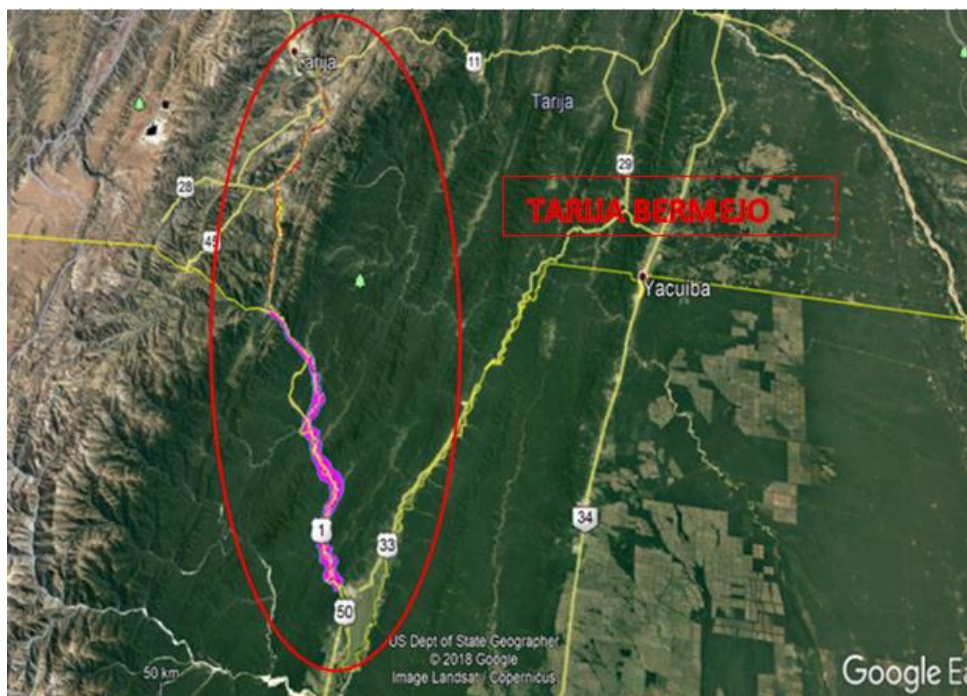
Coordenadas de Inicio		
323289.469 E	7577872.11 S	1977.85 m.s.n.m.
Coordenadas de Salida		
328604.581 E	7546102.982 S	1245.579 m.s.n.m.

- c) **Tramo III: La Mamora – Bermejo:** con una longitud 97.915 km se identificaron mediante 645 tramos de  $\pm 1$ km - 7km de longitud cada uno, dependiendo el índice de visibilidad, cuya sección transversal resulta asimilable a “condiciones base”

Coordenadas de Inicio		
328604.581 E	7546102.982 S	1245.579 m.s.n.m.
Coordenadas de salida		
359137.604 E	7486163.282 S	436.1157 m.s.n.m.

Las rutas relevadas en campo se indican en la siguiente imagen:

**Imagen N° 20 Imagen satelital ubicación de la red vial Tarija – Bermejo**



Fuente: Imagen satelital Google Earth.



### **3.2.2. Descripción del trabajo de campo**

Las características geométricas de los tramos a analizar se seleccionaron la Red Vial Fundamental del Departamento de Tarija “Tarija – Bermejo Red 1 ruta nacional e internacional ya que es camino a la frontera con Argentina.

Antes de realizar los trabajos fue necesario disponer de cierta información de gabinete para optimizar los tiempos. Para ello se contó con imágenes satelitales obtenidas con Google Earth Pro. Donde se determinó mediante un levantamiento topográfico mediante imágenes satelitales, donde identificamos coordenadas UTM con su respectiva altura. Se obtuvo longitudes por tramos visibles, además el ancho de calzada, dato que fue corroborado en campo, con las imágenes satelitales, se determinó entre qué progresivas aproximadamente se encontraban los tramos.

Por otra parte, se armó en gabinete una planilla para ser llenada en campo, donde se consignaba la siguiente información de cada tramo a analizar:

Progresiva inicial

Progresiva final

**Tabla N°6 Progresivas de inicio y final de cada tramo**

	Coordenadas y/o Progresivas									
Tramo	Entrada					Salida				
	X		Y		Z	X		Y		Z
Ruta I										
<b>Ruta_1_T1</b>	327019,747	E	7614196,493	S	1854,93713	327203,035	E	7614043,606	S	1856,7466
<b>Ruta_2_T1</b>	327203,035	E	7614043,606	S	1856,74658	327360,196	E	7613776,185	S	1860,1351
<b>Ruta_3_T1</b>	327360,196	E	7613776,185	S	1860,13513	327776,336	E	7613075,487	S	1843,2502
<b>Ruta_4_T1</b>	327776,336	E	7613075,487	S	1843,25024	327966,514	E	7612754,874	S	1851,7881
<b>Ruta_5_T1</b>	327966,514	E	7612754,874	S	1851,78809	328466,439	E	7612000,164	S	1844,5256
<b>Ruta_6_T1</b>	328466,439	E	7612000,164	S	1844,52564	328618,49	E	7611884,308	S	1837,498
<b>Ruta_7_T1</b>	328618,49	E	7611884,308	S	1837,49805	329076,983	E	7611649,411	S	1863,4253
<b>Ruta_8_T1</b>	329076,983	E	7611649,411	S	1863,42529	329264,936	E	7611449,604	S	1875,5979
<b>Ruta_9_T1</b>	329264,936	E	7611449,604	S	1875,5979	329391,685	E	7611264,388	S	1882,4695
<b>Ruta_10_T1</b>	329391,685	E	7611264,388	S	1882,46948	329456,465	E	7611165,381	S	1882,8971

Fuente: Elaboración propia

Distancia de zona de despeje (distancia desde el borde del pavimento al grupo de obstáculos laterales tales como alambrados, monte, contra talud del FFCC, etc.), indicándose explícitamente la distancia si se encontraban a menos de 9 m. o en caso contrario, indicándose directamente “a más de 9 m”.

Distancia a obstáculos laterales (distancia desde el borde del pavimento a árboles, postes, flexbeam, etc.), indicada también en metros. El trabajo de campo se realizó con dos operadores que disponían de cámara fotográfica digital, cinta métrica (para medir distancias). El relevamiento se inició en la tranca del portillo de la ciudad de Tarija hasta Bermejo provincia Aniceto Arce.

La metodología que se siguió en el campo consistió en:

Realizar un primer recorrido para observar la longitud de los tramos rectos que tenían iguales características en relación a la inclinación de los taludes, zona de despeje y distancia a obstáculos laterales. La condición de ancho de pavimento y llano se cumplía casi en la totalidad de las dos rutas analizadas.

Si el tramo disponía de más de 1000 m, se lo consideraba válido. Se consignaba entonces la progresiva de inicio, se tomaba una foto en el sentido de avance al trabajo, se medía la inclinación de los taludes a izquierda y a derecha, la magnitud de la zona de despeje y en caso de haber obstáculos, la distancia a la que se encontraban, información que permitía completar las planillas de relevamiento.

Si cambiaba alguna de las características a relevar, se consignaba la progresiva y se daba por concluido el tramo.

#### **Imagen N°21 Fotos indicativas zona de despeje y distancia a obstáculos**



Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Criterios**

Los criterios del proyecto de grado tendrán tres componentes:

- El marco teórico sobre los aspectos relacionados con la seguridad vial desde los principios de la ingeniería de tráfico, sus elementos fundamentales, los parámetros medibles de comportamiento del tráfico, su relación con la seguridad vial y la metodología establecida por las agencias de vialidad de Chile y Argentina.
- La Aplicación Práctica se realizará en 3 tramos de la Red Vial Fundamental Tarija – Bermejo con sub tramos de estudio en cada uno de ellos y se identificarán los que tengan mayor peligrosidad en los cuales se realizarán las mediciones de todos los parámetros necesarios que requiera la metodología.
- Se establecerán conclusiones y recomendaciones a partir de la realización de la aplicación práctica.

### **3.4. Unidad de muestra**

Considerando las “condiciones base” para los tramos de caminos bidireccionales, se procedió a seleccionar tramos 3 tramos de la Red Vial Fundamental Tarija – Bermejo que presentaran similares condiciones geométricas y de elementos de control de tránsito (tramos rectos, llanos, tramos en curvas, con pendientes, con ancho de calzada y banquina uniforme, sin iluminación, sin carril de sobrepaso, etc.), y que además contarán con datos estadísticos de accidentes para poder a futuro verificar la calibración de la función de predicción de accidentes según las condiciones locales.

### **3.5. Población y muestra**

La población es un conjunto de tramos determinados en la carretera de estudio que tienen medidas que comparten características observables en los diferentes lugares para así calcular el índice de peligrosidad de la carretera:

- Cálculo de velocidad promedio en la carretera
- Las propiedades geométricas del diseño de la carretera
- Los tipos de fallas de una carretera
- Señalizaciones de diseño

Como podemos evidenciar que la población es susceptible a diferencias de longitud, de calzadas, etc. donde nos darán la mayor información del índice de peligrosidad.

Para la determinación de la muestra se vio por conveniente estudiar a detalle toda la carretera por la falta de señalización correcta en la misma y por el índice de accidentes, e identificar los puntos críticos en la carretera en estudio.

**Tabla N°7 Población**

<b>Tramos</b>	<b>N ° Puntos Críticos</b>
Tramo I    Tarija - Padcaya	149
Tramo II   Padcaya – La Mamora	355
Tramo III   La Mamora - Bermejo	645
<b>Total</b>	<b>1149</b>

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Asignación de “IP” en tramos relevados

La asignación de los índices de peligrosidad (IP), a cada tramo se efectuó analizando las variables relevadas, tales como la zona libre de obstáculos, la pendiente del talud (si es recuperable o no), la rugosidad de la superficie, y los obstáculos como árboles o barreras, de cada costado del camino por separado (izquierda y derecha).

Se debe asignar un Índice de Peligrosidad para cada variable correspondiente a un lateral de la ruta en cada tramo a ser considerado. Se realizó la elección del “IP” más representativo de cada lateral bajo el criterio de seleccionar el más desfavorable.

##### 4.1.1. Variables descriptoras consideradas

En varias ocasiones se han nombrado las variables consideradas para el desarrollo de la evaluación del Índice de Peligrosidad. El objetivo ahora es describir cada una de ellas ejemplificándolas con fotografías del relevamiento realizado.

#### Imagen N°22 Relevamiento, zona libre de obstáculos – progresiva 0+243



Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°8 Descriptores cuantitativos de IP relevados en campo para la carretera Tarija – Bermejo**  
**“Índice de Peligrosidad (IP) para la Ruta 1 (Ruta 1-10)”**

RUTA	Progresiva		Zona de despegue		Talud		Flex Beam (m)		IP Obstáculos		IP Despeje		IP Talud		IP Crítico
	Entrada	Salida	I	D	Izq.	Der	I	D	I	D	I	D	I	D	
TRAMO I															
Ruta_1_T1	00+000	00+243	3	3	1V- 4H	1V-2H	----	---	3	3	5	1	2	1	5
Ruta_2_T1	00+243	00+555	3	3	1V- 4H	1V-2H	----	---	3	3	5	1	2	1	5
Ruta_3_T1	00+555	01+374	3	>9	1V- 2H	1V-6H	----	---	3	1	5	1	2	1	5
Ruta_4_T1	01+374	01+749	3	3	1V- 4H	1V- 6H	----	---	3	3	5	5	5	2	5
Ruta_5_T1	01+749	02+662	>9	3	1V- 6H	1V- 2H	----	---	1	3	3	2	1	1	3
Ruta_6_T1	02+662	02+854	3	3	1V- 4H	1V- 2H	----	---	3	3	3	3	2	1	3
Ruta_7_T1	02+854	03+374	3	3	1V- 2H	1V- 2H	----	---	3	3	6	7	7	7	7
Ruta_8_T1	03+374	03+665	3	3	1V- 4H	1V- 2H	----	---	3	3	6	7	7	7	7
Ruta_9_T1	03+665	03+909	3	3	1V- 6H	1V- 2H	----	---	3	3	6	7	7	7	7
Ruta_10_T1	03+909	04+031	3	3	1V- 4H	1V- 2H	----	---	3	3	6	7	7	7	7

Fuente: Elaboración propia



En cuanto a los taludes en terraplén se encontraron algunos tramos en donde las pendientes podrían provocar el vuelco del vehículo. Tal es el caso en la progresiva 03+374 al 03+665 en donde el talud izquierdo y derecho tienen un gradiente 1H-2V; al ser ambos taludes no recuperables, se penaliza con un “IP” de 7. Observando en la imagen N° 22, se observa la inexistencia de guardacarril y con talud lado izquierdo 4V-1H prácticamente no recuperable de 0-1.5m de distancia, el “IP” que le corresponde es 7. En consecuencia, el caso más desfavorable es el de los taludes y el “IP” asignado al tramo es 6.

**Tabla N°9 Asignación IP tramo 1 (Ruta 1-10)**

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo I											
Ruta_1_T1	00+000	00+243	5	1	2	1	1	1	5	1	5
Ruta_2_T1	00+243	00+555	5	1	2	1	1	1	5	1	5
Ruta_3_T1	00+555	01+374	5	1	2	1	1	1	5	1	5
Ruta_4_T1	01+374	01+749	5	5	5	2	1	1	5	5	5
Ruta_5_T1	01+749	02+662	3	2	1	1	1	1	3	2	3
Ruta_6_T1	02+662	02+854	3	3	2	1	1	1	3	3	3
Ruta_7_T1	02+854	03+374	6	7	7	7	1	1	6	7	7
Ruta_8_T1	03+374	03+665	6	7	7	7	1	1	6	7	7
Ruta_9_T1	03+665	03+909	6	7	7	7	1	1	6	7	7
Ruta_10_T1	03+909	04+031	6	7	7	7	1	1	6	7	7

Fuente: Elaboración propia

**Imagen N°23 Relevamiento, taludes no recuperables prog. 3+374 al 3+665**



Fuente: Elaboración propia

A modo ilustrativo, se define el IP para la Ruta 5

**Imagen N°24 Relevamiento, zona libre de obstáculos prog. 1+749 - 2+662**



Fuente: Elaboración propia

En la Ruta 5 Tramo I correspondiente a la progresiva 01+749 -02+662 (Imagen N°24); se puede observar que a 6,20 metros a la derecha de la ruta se encuentra vegetación y arbolado continuo, lo cual se traduce en una menor zona libre de obstáculos; ponderando la peligrosidad en el tramo comprendido entre las progresivas 01+749 -02+662 aproximadamente, el “IP” asignado para dicha variable es de 3 para la zona derecha y 1 para la zona izquierda.

Lo mismo sucede con la existencia de obstáculos rígidos en la zona que debería estar despejada y se traducen en similares índices que para el caso anterior.

La inexistencia de guardacarril se consideró junto con el gradiente de los taludes, con lo cual al ser taludes 1H-5V para el costado izquierdo y 1H-4V para la derecha, no es necesaria la ubicación de estas protecciones; los índices para estas variables son 1 y 3 respectivamente.

Por lo tanto, el caso más desfavorable es la zona de despeje para el lateral derecho siendo 3 la valoración del IP y 1 para el lateral izquierdo.

**Tabla N°10 Descriptores cuantitativos de IP relevados Tramo 1 (Ruta 1-10)**

Ruta	Progresiva		Zona de despeque (m)		Talud		Flex Beam (m)		Obstáculos (m)	
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der	Izq.	Der
<b>Tramo I</b>										
<b>Ruta_1_T1</b>	00+000	00+243	3	3	1V-4H	1V-2H	-----	-----	3	3
<b>Ruta_2_T1</b>	00+243	00+555	3	3	1V-4H	1V-2H	-----	-----	3	3
<b>Ruta_3_T1</b>	00+555	01+374	3	>9	1V-2H	1V-6H	-----	-----	3	1
<b>Ruta_4_T1</b>	01+374	01+749	3	3	1V-4H	1V-6H	-----	-----	3	3
<b>Ruta_5_T1</b>	01+749	02+662	>9	3	1V-6H	1V-2H	-----	-----	1	3
<b>Ruta_6_T1</b>	02+662	02+854	3	3	1V-4H	1V-2H	-----	-----	3	3
<b>Ruta_7_T1</b>	02+854	03+374	3	3	1V-2H	1V-2H	-----	-----	3	3
<b>Ruta_8_T1</b>	03+374	03+665	3	3	1V-4H	1V-2H	-----	-----	3	3
<b>Ruta_9_T1</b>	03+665	03+909	3	3	1V-6H	1V-2H	-----	-----	3	3
<b>Ruta_10_T1</b>	03+909	04+031	3	3	1V-4H	1V-2H	-----	-----	3	3

Fuente: Elaboración propia

Efectuando este análisis, se obtuvieron los valores de IP para cada uno de los descriptores, para cada sección, en los tramos I, tramo II y tramo III de la carretera Tarija -Bermejo; se seleccionó el IP crítico, que se muestra en la penúltima columna de las tablas 5 y 6, respectivamente, obrantes en el anexo.

#### **4.1.2. Cálculo de Volumen de Promedio Diario**

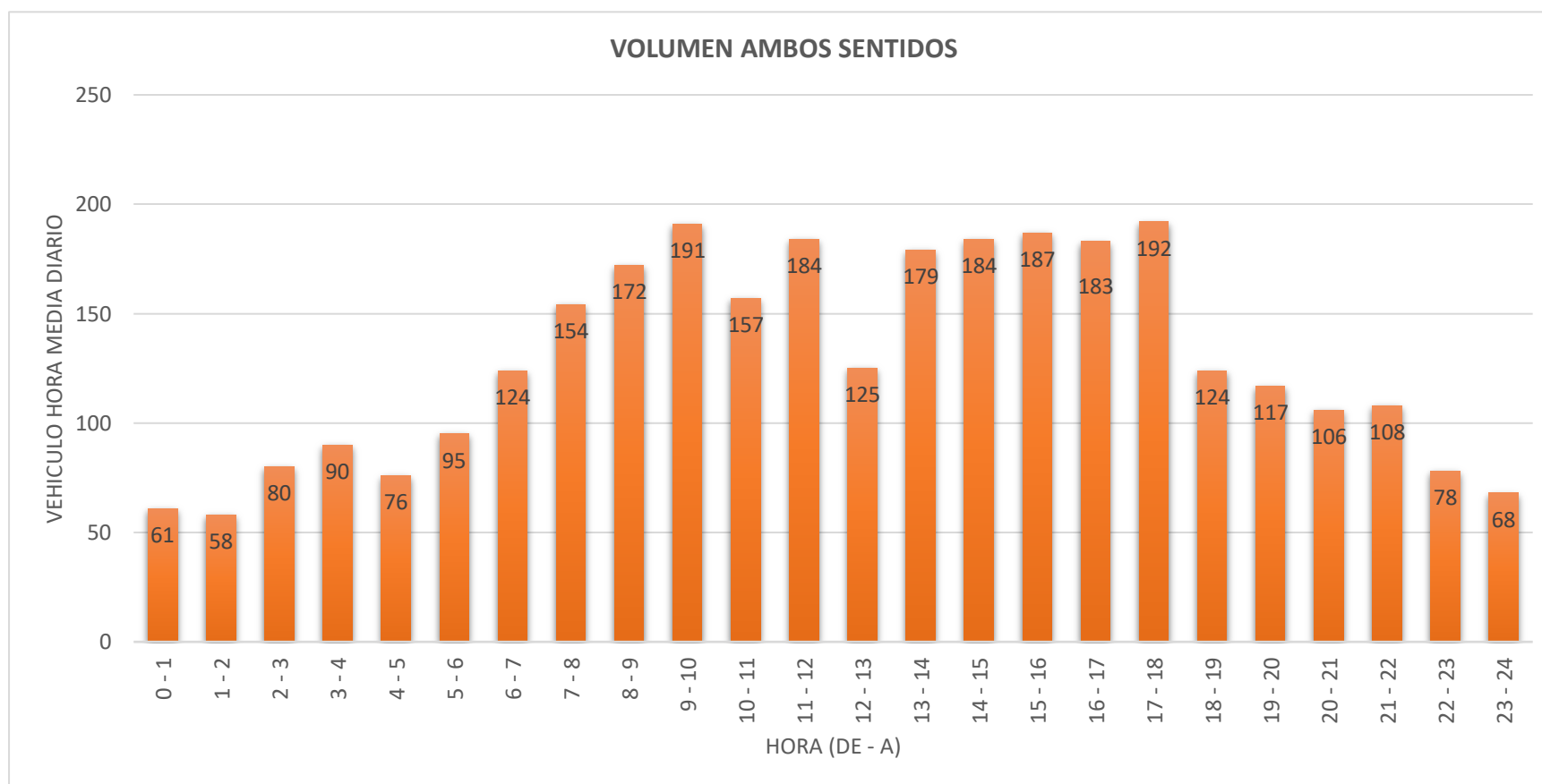
Para el cálculo del volumen promedio diario se realizó un aforo horario en carril izquierdo y carril derecho.

**Tabla N°11 Cálculo de Volumen Promedio Diario**

<b>Sentido</b>			
<b>Hora de - a</b>	<b>Carril Derecho</b>	<b>Carril Izquierdo</b>	<b>Ambos Sentidos</b>
<b>0 - 1</b>	39	22	61
<b>1 - 2</b>	35	23	58
<b>2 - 3</b>	51	29	80
<b>3 - 4</b>	52	38	90
<b>4 - 5</b>	42	34	76
<b>5 - 6</b>	53	42	95
<b>6 - 7</b>	43	81	124
<b>7 - 8</b>	79	75	154
<b>8 - 9</b>	78	94	172
<b>9 - 10</b>	110	81	191
<b>10 - 11</b>	78	79	157
<b>11 - 12</b>	107	77	184
<b>12 - 13</b>	83	42	125
<b>13 - 14</b>	100	79	179
<b>14 - 15</b>	92	92	184
<b>15 - 16</b>	96	91	187
<b>16 - 17</b>	101	82	183
<b>17 - 18</b>	86	106	192
<b>18 - 19</b>	61	63	124
<b>19 - 20</b>	45	72	117
<b>20 - 21</b>	56	50	106
<b>21 - 22</b>	56	52	108
<b>22 - 23</b>	47	31	78
<b>23 - 24</b>	40	28	68
<b>Total</b>	<b>1630</b>	<b>1463</b>	<b>3093</b>
		<b>VHMD=</b>	<b>3093 veh/hora</b>
		<b>HORA=</b>	<b>17-18</b>

Fuente: Elaboración propia

**Imagen N°25 Grafica evolución del volumen horario**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2.1. Cálculo del tráfico promedio anual

Se calculó haciendo promedios dados en un año datos obtenidos por la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) ver en la planilla anexos.

#### 4.1.2.2. Análisis de resultados

A los fines de chequear la consistencia de los IP definidos, se verificó la relación entre cantidad de accidentes registrados con vehículo solo, con los índices asignados.

En la última columna de las Tablas 10 y 11 (“IP” asignados para cada descriptor en tramos I, tramo II y tramo III de la carretera Tarija -Bermejo), se muestra el número de accidentes ocurridos en esa sección, únicamente con vehículo solo.

Según datos del INE publicados en mayo del 2015 en Bolivia, el 53,5% de los accidentes de tránsito que es representado por 17,012 casos, se debe a la imprudencia ocasionada por el conductor informo el Instituto Nacional de Estadística (INE).

La segunda causa es el exceso de velocidad con 14.8%; la tercera, embriaguez o droga con 11,5% y la cuarta otros con el 9,8%.

Del total de los accidentes de tránsito en la pasada gestión llega al 31.782, 23.785 fueron choques y 5.035 atropellos.

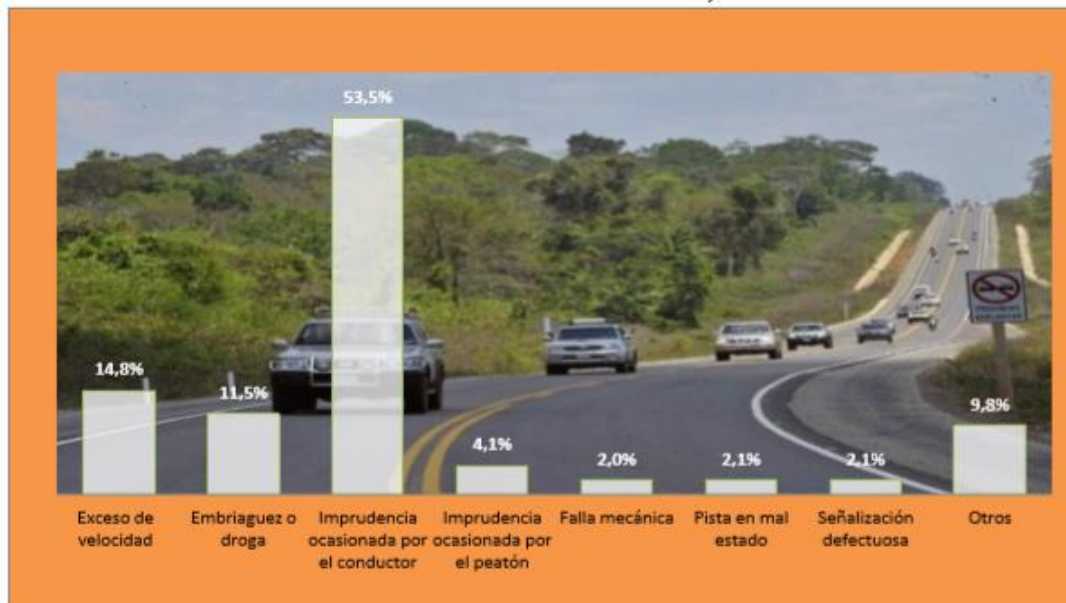
Como podemos promediar los accidentes en Tarija desde la gestión 2010-2014 son menores al 10% de los accidentes de tránsito en Bolivia.

**Tabla N°12 Accidentes de tránsito registrados, por gestión, según departamento, 2010 – 2014**

Departamento	2010	2011	2012	2013	2014
Chuquisaca	5.1	5.8	6.0	5.9	5.8
La Paz	40.4	44.9	37.7	36.3	34.1
Cochabamba	14.0	9.4	10.3	8.7	8.0
Oruro	5.7	4.0	5.3	5.2	5.3
Potosí	3.3	3.6	4.1	4.9	4.3
Tarija	8.01	7.8	7.6	7.5	6.8
Santa Cruz	17.7	19.8	24.6	25.8	31.4
Beni	4.1	3.2	3.6	4.5	3.4
Pando	1.6	1.5	0.9	1.1	0.9

Fuente: Policía Nacional, Instituto Nacional de Estadística INE.

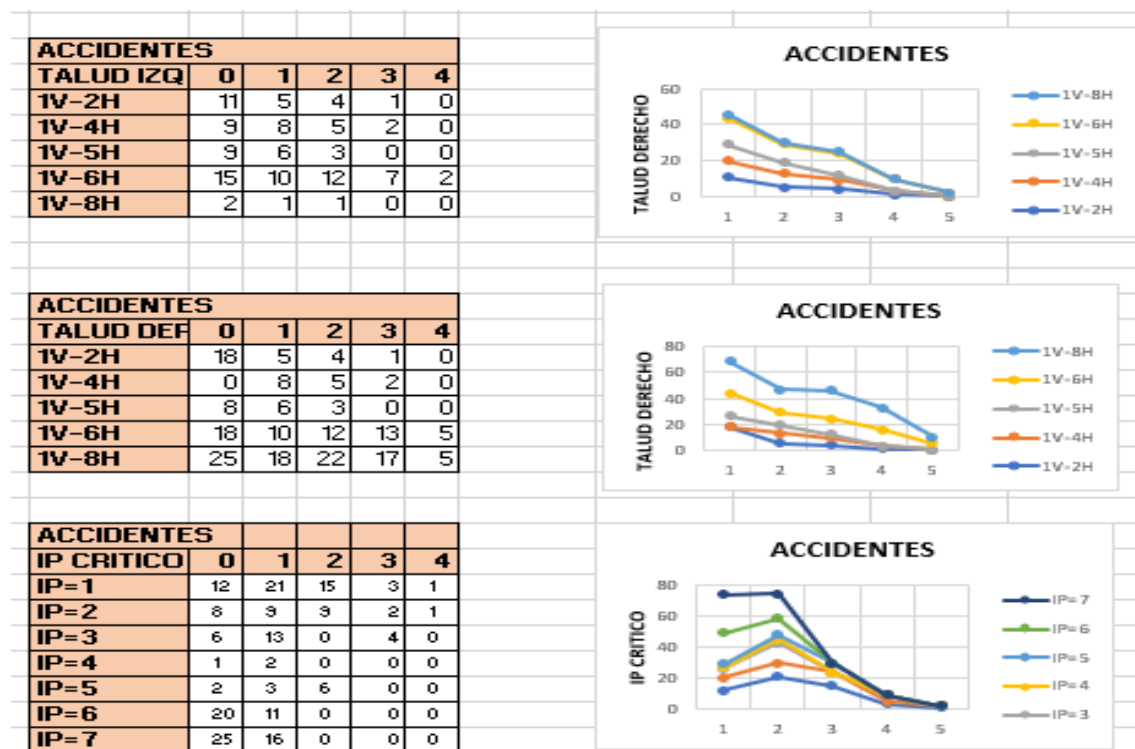
## Imagen N°26 Principales causas de los accidentes 2014



Fuente: Policía Nacional, Instituto Nacional de Estadística INE

En la siguiente tabla se presentan los valores para la elaboración del diagrama de frecuencias de accidentes, en las rutas estudiadas, costado izquierdo.

**Tabla N°13 Tablas y graficas de accidentes en talud izquierdo y derecho con IP dados**



Fuente: Elaboración propia



Un resultado consistente tendría que mostrar IP más altos, en muchos sitios con la mayor cantidad de accidentes.

Los resultados muestran que “0 accidentes” se registraron en 24 sitios con IP=1. Aunque el IP más desfavorable muestra inconsistencias, al definirse para 33 sitios con “0 accidentes”.

En términos generales no se advierte gran correlación entre los sitios con determinada cantidad de accidentes registrados y los “IP” asignados.

Esto indica, por un lado, que probablemente la cantidad de accidentes registrados resulte insuficiente para validar la asignación de los IP. Por otra parte, resultaría conveniente continuar el análisis, incorporando la variable “volumen de tránsito” en la fórmula general, a fin de evaluar una posible compensación de estas inconsistencias.

#### **4.2. Criterios para el análisis de resultados**

##### **Puntos Críticos**

**Tramo I: Tarija - Padcaya= 149 Puntos Críticos**

**Tramo II: Padcaya – La Mamora = 355 Puntos Críticos**

**Tramo III: La Mamora- Bermejo= 645 Puntos Críticos**

Unidad de muestra= punto crítico en el tramo

Población= Total de puntos críticos =[N]

Muestra = [n] número relacionado aleatoriamente de puntos críticos

##### **Análisis por Tramo**

**Tramo I Tarija – Padcaya => N<sub>1</sub>=149 Puntos Críticos (Población)**

**Tramo II Padcaya – La Mamora => N<sub>2</sub>=355 Puntos Críticos (Población)**

**Tramo III La Mamora- Bermejo => N<sub>3</sub>=645 Puntos Críticos (Población)**

##### **Cálculo Del Tamaño De La Muestra**

$$n = \frac{Z^2 * N * \sigma^2}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * \sigma^2}$$

$$Z = 1,96 \text{ (95\% NC)}$$

$$\sigma^2 = 0.25$$

$$e = 0.05$$

**Tramo I Tarija - Padcaya**  $\Rightarrow N=149$

$$n = \frac{1.96^2 * 149 * 0.25^2}{(149 - 1) * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.25^2} = 17.12$$

$$n \cong 18 \text{ puntos críticos}$$

**Tramo II Padcaya – La Mamora**  $\Rightarrow N=355$

$$n = \frac{1.96^2 * 355 * 0.25^2}{(355 - 1) * 0.05 + 1.96^2 * 0.25} = 17.12$$

$$n \cong 18 \text{ puntos críticos}$$

**Tramo III La Mamora - Bermejo**  $\Rightarrow N=645$

$$n = \frac{1.96^2 * 645 * 0.25^2}{(645 - 1) * 0.05 + 1.96^2 * 0.25} = 17.12$$

$$n \cong 18 \text{ puntos críticos}$$

### 4.3. Planillas de resultados

#### 4.3.1. Presentación y selección de puntos críticos (muestra)

**Tabla N°14 Tramo I: Tarija – Padcaya (muestra)**

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo I											
Ruta_1_T1	00+000	00+243	5	1	2	1	1	1	5	1	5
Ruta_2_T1	00+243	00+555	5	1	2	1	1	1	5	1	5
Ruta_3_T1	00+555	01+374	5	1	2	1	1	1	5	1	5
Ruta_4_T1	01+374	01+749	5	5	5	2	1	1	5	5	5
Ruta_5_T1	01+749	02+662	3	2	1	1	1	1	3	2	3
Ruta_6_T1	02+662	02+854	3	3	2	1	1	1	3	3	3
Ruta_7_T1	02+854	03+374	6	7	7	7	1	1	6	7	7
Ruta_8_T1	03+374	03+665	6	7	7	7	1	1	6	7	7
Ruta_9_T1	03+665	03+909	6	7	7	7	1	1	6	7	7
Ruta_10_T1	03+909	04+031	6	7	7	7	1	1	6	7	7
Ruta_11_T1	04+031	04+440	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_12_T1	04+440	04+690	5	3	5	3	1	1	5	3	5
Ruta_13_T1	04+690	05+119	3	5	3	5	1	1	3	5	5

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo I											
Ruta_16_T1	05+716	05+935	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_17_T1	05+935	06+425	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_18_T1	06+425	06+679	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_19_T1	06+679	06+894	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_20_T1	06+894	07+050	2	2	2	2	1	1	2	2	2
Ruta_21_T1	07+050	07+252	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_22_T1	07+252	07+561	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_23_T1	07+561	07+710	2	3	2	3	1	1	2	3	3
Ruta_24_T1	07+710	07+877	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_25_T1	07+877	08+212	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_26_T1	08+212	08+412	3	5	3	5	1	1	3	5	5
Ruta_27_T1	08+412	09+164	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_28_T1	09+164	09+448	2	3	2	3	1	1	2	3	3
Ruta_29_T1	09+448	09+610	2	3	2	3	1	1	2	3	3
Ruta_30_T1	09+610	10+241	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_43_T1	15+449	16+081	2	2	2	2	1	1	2	2	2

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo I											
Ruta_44_T1	16+081	16+229	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_45_T1	16+229	16+448	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_46_T1	16+448	16+900	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_52_T1	18+257	18+427	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_53_T1	18+427	18+530	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_54_T1	18+530	18+917	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_55_T1	18+917	19+044	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_56_T1	19+044	19+597	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_56_T1_1	19+597	19+859	7	2	7	2	1	1	7	2	7
Ruta_64_T1	21+990	22+299	2	2	2	2	1	1	2	2	2
Ruta_65_T1	22+299	22+616	2	2	2	2	1	1	2	2	2
Ruta_66_T1	22+616	22+814	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_67_T1	22+814	23+354	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_68_T1	23+354	23+499	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_69_T1	23+499	23+700	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_70_T1	23+700	23+959	3	2	3	2	1	1	3	2	3

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo I											
Ruta_71_T1	23+959	24+037	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_72_T1	24+037	24+222	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_73_T1	24+222	24+357	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_74_T1	24+357	24+468	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_75_T1	24+468	24+614	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_76_T1	24+614	24+773	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_77_T1	24+773	24+952	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_78_T1	24+952	25+101	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_80_T1	25+101	25+211	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_90_T1	27+596	27+764	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_91_T1	27+764	28+236	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_92_T1	28+236	28+426	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_93_T1	28+426	28+852	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_94_T1	28+852	29+006	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_95_T1	29+006	29+161	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_96_T1	29+161	29+325	3	3	3	3	1	1	3	3	3

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo I											
Ruta_97_T1	29+325	29+976	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_98_T1	29+976	30+463	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_99_T1	30+463	31+113	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_100_T1	31+113	31+307	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_101_T1	31+307	31+454	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_102_T1	31+454	31+611	6	3	6	3	1	1	6	3	6
Ruta_103_T1	31+611	31+817	6	3	6	3	1	1	6	3	6
Ruta_104_T1	31+817	32+040	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_105_T1	32+040	32+289	5	2	5	2	1	1	5	2	5
Ruta_106_T1	32+289	32+443	5	2	5	2	1	1	5	2	5
Ruta_107_T1	32+443	32+617	5	2	5	2	1	1	5	2	5
Ruta_108_T1	32+617	33+291	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_109_T1	33+291	33+938	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_110_T1	33+938	34+366	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_111_T1	34+366	34+599	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_112_T1	34+599	34+974	5	5	5	5	1	1	5	5	5

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo I											
Ruta_113_T1	34+974	35+317	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_114_T1	35+317	35+761	3	5	3	5	1	1	3	5	5
Ruta_115_T1	35+761	36+255	3	5	3	5	1	1	3	5	5
Ruta_116_T1	36+255	36+515	2	5	2	5	1	1	2	5	5
Ruta_117_R1	36+515	37+287	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_118_R1	37+287	37+816	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_119_T1	37+816	37+998	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_120_T1	37+998	38+378	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_121_T1	38+378	38+459	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_122_T1	38+459	38+701	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_123_T1	38+701	38+994	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_124_T1	38+994	39+078	3	7	3	7	1	1	3	7	7
Ruta_125_T1	39+078	39+371	5	7	5	7	1	1	5	7	7
Ruta_126_T1	39+371	39+452	3	5	3	5	1	1	3	5	5
Ruta_127_T1	39+452	39+597	5	3	5	3	1	1	5	3	5
Ruta_128_T1	39+597	39+760	2	2	2	2	1	1	2	2	2



Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
<b>Tramo I</b>											
<b>Ruta_129_T1</b>	39+760	39+945	2	2	2	2	1	1	2	2	<b>2</b>
<b>Ruta_130_T1</b>	39+945	40+063	2	2	2	2	1	1	2	2	<b>2</b>
<b>Ruta_131_T1</b>	40+063	40+379	3	3	3	3	1	1	3	3	<b>3</b>
<b>Ruta_132_T1</b>	40+379	41+212	3	3	3	3	1	1	3	3	<b>3</b>
<b>Ruta_133_T1</b>	41+212	41+765	5	5	5	5	1	1	5	5	<b>5</b>
<b>Ruta_134_T1</b>	41+765	41+939	5	5	5	5	1	1	5	5	<b>5</b>
<b>Ruta_135_T1</b>	41+939	42+095	5	5	5	5	1	1	5	5	<b>5</b>
<b>Ruta_136_T1</b>	42+095	42+278	5	5	5	5	1	1	5	5	<b>5</b>
<b>Ruta_137_T1</b>	42+278	42+334	2	2	2	2	1	1	2	2	<b>2</b>
<b>Ruta_138_T1</b>	42+334	42+424	3	3	3	3	1	1	3	3	<b>3</b>
<b>Ruta_139_T1</b>	42+424	42+530	3	3	3	3	1	1	3	3	<b>3</b>
<b>Ruta_140_T1</b>	42+530	42+630	3	5	3	5	1	1	3	5	<b>5</b>
<b>Ruta_141_T1</b>	42+630	42+738	5	5	5	5	1	1	5	5	<b>5</b>
<b>Ruta_142_T1</b>	42+738	42+833	5	5	5	5	1	1	5	5	<b>5</b>
<b>Ruta_143_T1</b>	42+833	43+066	5	5	5	5	1	1	5	5	<b>5</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°15 Tramo II: Padcaya – La Mamora (muestra)**

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_1_TII	44+101	44+337	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_2_TII	44+337	44+388	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_3_TII	44+388	44+477	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_4_TII	44+477	44+566	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_5_TII	44+566	44+721	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_6_T_II	44+721	44+901	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_7_TII	44+901	45+069	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_8_TII	45+069	45+236	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_9_TII	45+236	45+440	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_10_TII	45+440	45+623	7	5	7	5	1	1	7	5	7
Ruta_11_TII	45+623	46+347	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_12_TII	46+347	46+448	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_13_II	46+448	46+750	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_14_II	46+750	46+839	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_41_II	50+346	50+395	7	3	7	3	1	1	7	3	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_42_II	50+395	50+472	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_43_II	50+472	50+767	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_44_II	50+767	50+941	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_45_II	50+941	51+313	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_46_II	51+313	51+581	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_47_II	51+581	51+654	2	2	2	2	1	1	2	2	2
Ruta_48_II	51+654	51+704	2	2	2	2	1	1	2	2	2
Ruta_49_II	51+704	51+774	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_50_II	51+774	51+874	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_51_II	51+874	52+003	2	2	2	2	1	1	2	2	2
Ruta_52_II	52+003	52+114	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_53_II	52+114	52+218	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_54_II	52+218	52+284	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_55_II	52+284	52+387	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_56_II	52+387	52+490	2	2	2	2	1	1	2	2	2
Ruta_57_II	52+490	52+651	3	3	3	3	1	1	3	3	3

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_58_II	52+651	52+808	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_59_II	52+808	52+892	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_60_II	52+892	53+085	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_61_II	53+085	53+263	3	7	3	7	1	1	3	7	7
Ruta_62_II	53+263	53+339	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_63_II	53+339	53+379	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_64_II	53+379	53+430	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_65_II	53+430	53+607	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_66_II	53+607	53+659	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_67_II	53+659	53+777	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_68_II	53+777	53+845	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_69_II	53+845	53+924	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_70_II	53+924	53+985	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_71_II	53+985	54+198	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_72_II	54+198	54+281	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_73_II	54+281	54+504	3	7	3	7	1	1	3	7	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_74_II	54+504	54+588	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_75_II	54+588	54+636	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_76_II	54+636	54+707	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_77_II	54+707	54+761	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_93_II	56+296	56+356	7	5	7	5	1	1	7	5	7
Ruta_94_II	56+356	56+559	7	5	7	5	1	1	7	5	7
Ruta_95_II	56+559	56+775	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_96_II	56+775	56+982	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_97_II	56+982	57+256	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_98_II	57+256	57+328	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_99_II	57+328	57+394	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_100_II	57+394	57+554	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_101_II	57+554	57+643	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_102_II	57+643	57+733	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_103_II	57+733	57+944	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_104_II	57+944	58+041	7	7	7	7	1	1	7	7	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_105_II	58+041	58+273	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_106_II	58+273	58+348	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_107_II	58+348	58+524	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_108_II	58+524	58+705	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_109_II	58+705	58+835	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_110_II	58+835	58+911	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_111_II	58+911	58+960	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_112_II	58+960	59+055	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_113_II	59+055	59+239	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_114_II	59+239	59+357	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_115_II	59+357	59+590	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_116_II	59+590	59+678	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_117_II	59+678	59+809	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_118_II	59+809	59+945	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_119_II	59+945	59+971	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_120_II	59+971	60+033	7	7	7	7	1	1	7	7	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_121_II	60+033	60+115	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_122_II	60+115	60+181	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_123_II	60+181	60+340	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_214_II	70+240	70+312	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta__215_II	70+312	70+400	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_216_II	70+400	70+524	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_217_II	70+524	70+645	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_218_II	70+645	70+760	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_219_II	70+760	70+833	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_220_II	70+833	70+920	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_221_II	70+920	71+189	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_222_II	71+189	71+285	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_223_II	71+285	71+413	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_224_II	71+413	71+507	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_225_II	71+507	71+604	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_226_II	71+604	71+652	7	3	7	3	1	1	7	3	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_227_II	71+652	71+723	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_228_II	71+723	71+867	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_229_II	71+867	72+011	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_230_II	72+011	72+120	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_231_II	72+120	72+330	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_232_II	72+330	72+519	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_233_II	72+519	72+519	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_234_II	72+519	72+607	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_235_II	72+607	72+705	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_236_II	72+705	72+838	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_237_II	72+838	72+935	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_238_II	72+935	73+055	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_239_II	73+055	73+131	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_240_II	73+131	73+174	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_241_II	73+174	73+300	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_242_II	73+300	73+357	7	7	7	7	1	1	7	7	7



Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_243_II	73+357	73+507	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_244_II	73+507	73+628	2	2	2	2	1	1	2	2	2
Ruta_245_II	73+628	73+718	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_246_II	73+718	73+887	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_247_II	73+887	73+981	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_248_II	73+981	74+064	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_249_II	74+064	74+088	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_250_II	74+088	74+150	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_251_II	74+150	74+201	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_252II	74+201	74+410	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_253_II	74+410	74+476	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_254_II	74+476	74+614	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_255_II	74+614	74+695	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_256_II	74+695	74+789	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_257_II	74+789	74+974	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_258_II	74+974	75+045	7	3	7	3	1	1	7	3	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_259_II	75+045	75+106	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_260_II	75+106	75+300	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_261_II	75+300	75+439	7	2	7	2	1	1	7	2	7
Ruta_262_II	75+439	75+567	7	2	7	2	1	1	7	2	7
Ruta_263_II	75+567	75+672	7	2	7	2	1	1	7	2	7
Ruta_264_II	75+672	75+793	5	3	5	3	1	1	5	3	5
Ruta_265_II	75+793	75+872	5	3	5	3	1	1	5	3	5
Ruta_266_II	75+872	76+064	5	3	5	3	1	1	5	3	5
Ruta267_II	76+064	76+200	7	2	7	2	1	1	7	2	7
Ruta_268_II	76+200	76+521	5	3	5	3	1	1	5	3	5
Ruta 269 II	76+521	76+580	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_270_II	76+580	77+095	3	2	3	2	1	1	3	2	3
Ruta_271_II	77+095	77+445	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_284_II	79+718	80+030	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_285_II	80+030	80+143	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_286_II	80+143	80+268	5	5	5	5	1	1	5	5	5

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_287_II	80+268	80+473	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_288_II	80+473	80+553	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_289_II	80+553	80+933	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_290_II	80+933	81+055	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_291_II	81+055	81+163	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_292_II	81+163	81+277	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_293_II	81+277	81+418	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_294_II	81+418	81+486	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_295_II	81+486	81+618	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_296_II	81+618	81+715	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_297_II	81+715	81+916	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_330_II	86+522	86+618	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_331_II	86+618	86+769	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_332_II	86+769	86+893	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_333_II	86+893	87+000	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_334_II	87+000	87+132	3	3	3	3	1	1	3	3	3

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_335_II	87+132	87+324	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_336_II	87+324	87+496	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_337_II	87+496	87+615	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_338_II	87+615	87+694	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_339_II	87+694	87+807	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_340_II	87+807	87+897	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_341_II	87+897	88+006	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_342_II	88+006	88+081	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_343_II	88+081	88+105	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_344_II	88+105	88+178	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_345_II	88+178	88+256	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_346_II	88+256	88+325	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_347_II	88+325	88+410	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_348_II	88+410	88+453	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_349_II	88+453	88+499	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_350_II	88+499	88+555	3	3	3	3	1	1	3	3	3

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Crítico
	Entrada	Salida	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Tramo II											
Ruta_351_II	88+555	88+637	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Ruta_352_II	88+637	88+733	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_353_II	88+733	88+859	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_354_II	88+859	88+962	7	3	7	3	1	1	7	3	7
Ruta_355_II	88+962	89+066	7	3	7	3	1	1	7	3	7

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°16 Tramo III: La Mamora – Bermejo (muestra)**

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_1_III	89+066	89+129	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_2_III	89+129	89+195	4	7	4	7	1	1	4	7	7
Ruta_33_III	92+860	93+030	4	4	4	4	1	1	4	4	4
Ruta_34_III	93+030	93+272	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_46_III	94+979	95+186	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_47_III	95+186	95+614	3	7	3	7	1	1	3	7	7
Ruta_48_III	95+614	95+743	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_49_III	95+743	95+812	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_50_III	95+812	95+853	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_71_III	99+221	99+429	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_72_III	99+429	99+632	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_73_III	99+632	99+902	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_74_III	99+902	100+213	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_75_III	100+213	100+413	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_76_III	100+413	100+515	6	7	6	7	1	1	6	7	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_77_III	100+515	100+627	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_78_III	100+627	100+736	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_79_III	100+736	100+924	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_80_III	100+924	101+046	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_81_III	101+046	101+130	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_82_III	101+130	101+220	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_83_III	101+220	101+327	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_84_III	101+327	101+500	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_85_III	101+500	101+690	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_86_III	101+690	101+907	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_87_III	101+907	102+153	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_88_III	102+153	102+309	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_89_III	102+309	102+415	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_90_III	102+415	102+521	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_91_III	102+521	102+640	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_92_III	102+640	102+703	5	7	5	7	1	1	5	7	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_93_III	102+703	102+841	5	7	5	7	1	1	5	7	7
Ruta_94_III	102+841	103+078	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_95_III	103+078	103+308	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_96_III	103+308	103+515	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_97_III	103+515	103+680	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_98_III	103+680	103+924	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_99_III	103+924	104+115	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_100_III	104+115	104+358	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_101_III	104+358	104+793	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_102_III	104+793	105+108	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_103_III	105+108	105+229	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_104_III	105+229	105+327	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_105_III	105+327	105+418	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_106_III	105+418	105+667	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_107_III	105+667	105+793	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_108_III	105+793	105+966	5	6	5	6	1	1	5	6	6



Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_109_III	105+966	106+122	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_110_III	106+122	106+180	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_111_III	106+180	106+258	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_113_III	106+258	106+417	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_114_III	106+417	106+535	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_115_III	106+535	106+662	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_116_III	106+662	106+835	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_117_III	106+835	106+945	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_118_III	106+945	107+086	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_119_III	107+086	107+205	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_120_III	107+205	107+439	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_121_III	107+439	107+522	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_122_III	107+522	107+910	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_123_III	107+910	108+069	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_124_III	108+069	108+521	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_142_III	111+848	112+078	7	2	7	2	1	1	7	2	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
<b>Tramo III</b>											
<b>Ruta_143_III</b>	112+078	112+257	7	2	7	2	1	1	7	2	<b>7</b>
<b>Ruta_144_II</b>	112+257	112+473	7	2	7	2	1	1	7	2	<b>7</b>
<b>Ruta_145_III</b>	112+473	112+623	5	2	5	2	1	1	5	2	<b>5</b>
<b>Ruta_146_III</b>	112+623	112+864	5	5	5	5	1	1	5	5	<b>5</b>
<b>Ruta_147_III</b>	112+864	113+002	5	1	5	1	1	1	5	1	<b>5</b>
<b>Ruta_148_III</b>	113+002	113+086	7	2	7	2	1	1	7	2	<b>7</b>
<b>Ruta_149_III</b>	113+086	113+150	7	7	7	7	1	1	7	7	<b>7</b>
<b>Ruta_150_III</b>	113+150	113+397	7	2	7	2	1	1	7	2	<b>7</b>
<b>Ruta_151_III</b>	113+397	113+490	7	2	7	2	1	1	7	2	<b>7</b>
<b>Ruta_152_III</b>	113+490	113+555	7	2	7	2	1	1	7	2	<b>7</b>
<b>Ruta_153_III</b>	113+555	113+639	7	2	7	2	1	1	7	2	<b>7</b>
<b>Ruta_154_III</b>	113+639	113+724	7	2	7	2	1	1	7	2	<b>7</b>
<b>Ruta_155_III</b>	113+724	113+941	7	2	7	2	1	1	7	2	<b>7</b>
<b>Ruta_156_III</b>	113+941	114+193	7	5	7	5	1	1	7	5	<b>7</b>
<b>Ruta_157_III</b>	114+193	114+342	7	5	7	5	1	1	7	5	<b>7</b>
<b>Ruta_159_III</b>	114+342	114+455	7	7	7	7	1	1	7	7	<b>7</b>

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_160_III	114+455	114+543	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_161_III	114+543	114+645	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_162_III	114+645	114+823	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_163_III	114+823	115+070	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_164_III	115+070	115+214	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_165_III	115+214	115+376	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_166_III	115+376	115+724	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_167_III	115+724	115+805	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_168_III	115+805	115+918	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_169_III	115+918	116+142	7	5	7	5	1	1	7	5	7
Ruta_170_III	116+142	116+393	7	5	7	5	1	1	7	5	7
Ruta_171_III	116+393	116+573	7	5	7	5	1	1	7	5	7
Ruta_172_III	116+573	116+671	7	2	7	2	1	1	7	2	7
Ruta_173_III	116+671	116+813	7	2	7	2	1	1	7	2	7
Ruta_174_III	116+813	116+970	7	2	7	2	1	1	7	2	7
Ruta_175_III	116+970	117+023	7	2	7	2	1	1	7	2	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_196_III	120+187	120+240	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_197_III	120+240	120+343	7	5	7	5	1	1	7	5	7
Ruta_198_III	120+343	120+455	7	5	7	5	1	1	7	5	7
Ruta_199_III	120+455	120+521	7	6	7	6	1	1	7	6	7
Ruta_200_III	120+521	120+628	7	6	7	6	1	1	7	6	7
Ruta_201_III	120+628	120+714	7	6	7	6	1	1	7	6	7
Ruta_202_III	120+714	120+831	7	6	7	6	1	1	7	6	7
Ruta_203_III	120+831	120+923	7	6	7	6	1	1	7	6	7
Ruta_204_III	120+923	121+006	7	6	7	6	1	1	7	6	7
Ruta_205_III	121+006	121+398	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_206_III	121+398	121+531	7	6	7	6	1	1	7	6	7
Ruta_207_III	121+531	121+999	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_208_III	121+999	122+081	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_227_III	124+116	124+176	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_228_III	124+176	124+208	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_229_III	124+208	124+273	6	7	6	7	1	1	6	7	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_230_III	124+273	124+370	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_231_III	124+370	124+561	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_232_III	124+561	124+791	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_233_III	124+791	124+825	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_234_III	124+825	124+879	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_235_III	124+879	125+016	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_236_III	125+016	125+109	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_237_III	125+109	125+283	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_238_III	125+283	125+349	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_239_III	125+349	125+395	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_240_III	125+395	125+510	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_241_III	125+510	125+593	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_242_III	125+593	125+744	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_243_III	125+744	125+850	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_244_III	125+850	125+963	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_246_III	125+963	126+080	5	6	5	6	1	1	5	6	6

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_247_III	126+080	126+120	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_248_III	126+120	126+272	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_249_III	126+272	126+334	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_250_III	126+334	126+382	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_251_III	126+382	126+432	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_252_III	126+432	126+488	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_253_III	126+488	126+535	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_254	126+535	126+588	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_255_III	126+588	126+648	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_256_III	126+648	126+685	7	6	7	6	1	1	7	6	7
Ruta_257_III	126+685	126+867	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_258_III	126+867	126+959	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_259_III	126+959	127+030	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_260_III	127+030	127+114	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_261_III	127+114	127+165	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_262_III	127+165	127+262	5	6	5	6	1	1	5	6	6

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_263_III	127+262	127+372	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_264_III	127+372	127+490	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_265_III	127+490	127+660	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_266_III	127+660	127+759	6	5	6	5	1	1	6	5	6
Ruta_267_III	127+759	127+838	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_268_III	127+838	127+893	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta269_III	127+893	127+969	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_270_III	127+969	128+141	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_271_III	128+141	128+193	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_272_III	128+193	128+295	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_273_III	128+295	128+328	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_290_III	130+189	130+338	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_291_III	130+338	130+469	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_292_III	130+469	130+575	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_293_III	130+575	130+761	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_294_III	130+761	130+913	6	7	6	7	1	1	6	7	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_295_III	130+913	131+000	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_296_III	131+000	131+077	5	7	5	7	1	1	5	7	7
Ruta_297_III	131+077	131+169	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_298_III	131+169	131+536	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_299_III	131+536	131+727	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_300_III	131+727	131+928	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_301_III	131+928	132+051	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_302_III	132+051	132+281	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_303_III	132+281	132+498	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_304_III	132+498	132+663	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_305_III	132+663	132+781	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_306_III	132+781	132+981	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_307_III	132+981	133+064	5	7	5	7	1	1	5	7	7
Ruta_308_III	133+064	133+253	5	7	5	7	1	1	5	7	7
Ruta_309_III	133+253	133+345	5	7	5	7	1	1	5	7	7
Ruta310_III	133+345	133+550	6	6	6	6	1	1	6	6	6



Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_311_III	133+550	133+673	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_312_III	133+673	133+766	7	7	7	7	1	1	7	7	7
Ruta_313_III	133+766	133+939	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_314_III	133+939	133+986	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_315_III	133+986	134+120	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_316_III	134+120	134+228	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_317_III	134+228	134+449	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_318_III	134+449	134+513	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_319_III	134+513	134+601	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_320_III	134+601	134+723	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_321_III	134+723	134+838	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_322_III	134+838	134+929	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_323_III	134+929	135+051	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_324_III	135+051	135+183	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_325_III	135+183	135+295	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_326_III	135+295	135+379	6	7	6	7	1	1	6	7	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_327_III	135+379	135+540	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_328_III	135+540	135+692	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_329_III	135+692	135+782	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_330_III	135+782	135+865	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_331_III	135+865	135+922	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_332_III	135+922	136+004	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_333_III	136+004	136+098	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_334_III	136+098	136+183	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_335_III	136+183	136+247	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_336_III	136+247	136+307	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_337_III	136+307	136+388	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_338_III	136+388	136+599	5	7	5	7	1	1	5	7	7
Ruta_339_III	136+599	136+728	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_340_III	136+728	136+819	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_349_III	137+558	137+618	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_350_III	137+618	137+760	6	7	6	7	1	1	6	7	7

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_350_III	137+618	137+760	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_351_III	137+760	137+828	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_352_III	137+828	137+950	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_353_III	137+950	138+105	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_354_III	138+105	138+162	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_355_III	138+162	138+311	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_356_III	138+311	138+399	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_357_III	138+399	138+458	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_358_III	138+458	138+550	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_359_III	138+550	138+608	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_360_III	138+608	138+755	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_361_III	138+755	139+242	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_362_III	139+242	139+343	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_363_III	139+343	139+445	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_364_III	139+445	139+535	6	6	6	6	1	1	6	6	6
Ruta_365_III	139+535	139+646	5	6	5	6	1	1	5	6	6

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_366_III	139+646	139+743	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_367_III	139+743	139+818	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_368_III	139+818	139+907	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_384_III	141+841	141+937	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_385_III	141+937	142+033	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_386_III	142+033	142+169	2	7	2	7	1	1	2	7	7
Ruta_387_III	142+169	142+238	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_388_III	142+238	142+460	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_389_III	142+460	142+674	5	7	5	7	1	1	5	7	7
Ruta_390_III	142+674	142+785	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_391_III	142+785	142+845	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_392_III	142+845	142+983	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_393_III	142+983	143+106	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_394_III	143+106	143+235	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_395_III	143+235	143+325	5	6	5	6	1	1	5	6	6
Ruta_396_III	143+325	143+428	5	5	5	5	1	1	5	5	5

Ruta	Progresiva		IP de despeje		IP Talud		IP Flex Beam		IP Obstáculos		IP Critico
	Entrada	Salida	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	
Tramo III											
Ruta_397_III	143+428	143+555	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_398_III	143+555	143+650	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_399_III	143+650	143+768	5	5	5	5	1	1	5	5	5
Ruta_469_III	152+058	152+108	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_470_III	152+108	152+203	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_471_III	152+203	152+242	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_472_III	152+242	152+282	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_473_III	152+282	152+353	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_474_III	152+353	152+414	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_475_III	152+414	152+484	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_476_III	152+484	152+531	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_477_III	152+531	152+615	6	7	6	7	1	1	6	7	7
Ruta_478_III	152+615	152+685	6	7	6	7	1	1	6	7	7

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. Estadística descriptiva para la determinación del Índice de Peligrosidad en los tramos de estudio

##### 4.4.1. Aplicación de la Estadística Descriptiva y obtención de Resultados

Se aplicará la estadística descriptiva para la determinación del índice de peligrosidad (IP), para lo cual con la información obtenida del trabajo de campo que se tienen para cada uno de los tres tramos en estudio de la vía Tarija – Bermejo, se procederá a determinar los siguientes resultados:

**Tabla N°17 Estadística Descriptiva**

<b>Resultados</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Tramo I</b>	<b>Tramo II</b>	<b>Tramo III</b>
Media	4,054	5,919	6,322
Error típico	0,129	0,095	0,034
Mediana	3,000	7,000	7,000
Moda	3,000	7,000	7,000
Desviación estándar	1,568	1,794	0,855
Varianza de la muestra	2,460	3,219	0,730
Curtosis	-0,793	-0,422	1,072
Coeficiente de asimetría	0,617	-1,178	-1,004
Rango	5,000	5,000	6,000
Mínimo	2,000	2,000	1,000
Máximo	7,000	7,000	7,000
Suma	600,000	2107,000	4008,000
Cuenta	148,000	356,000	634,000

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos, se procede a realizar la determinación del número de clase:

**Tabla N°18 Determinación número de clase**

<b>Descripción</b>	<b>Tramo I</b>	<b>Tramo II</b>	<b>Tramo III</b>
Número de clase	8,162	9,420	10,247
Tamaño de clase	0,613	0,531	0,586

Fuente: Elaboración propia

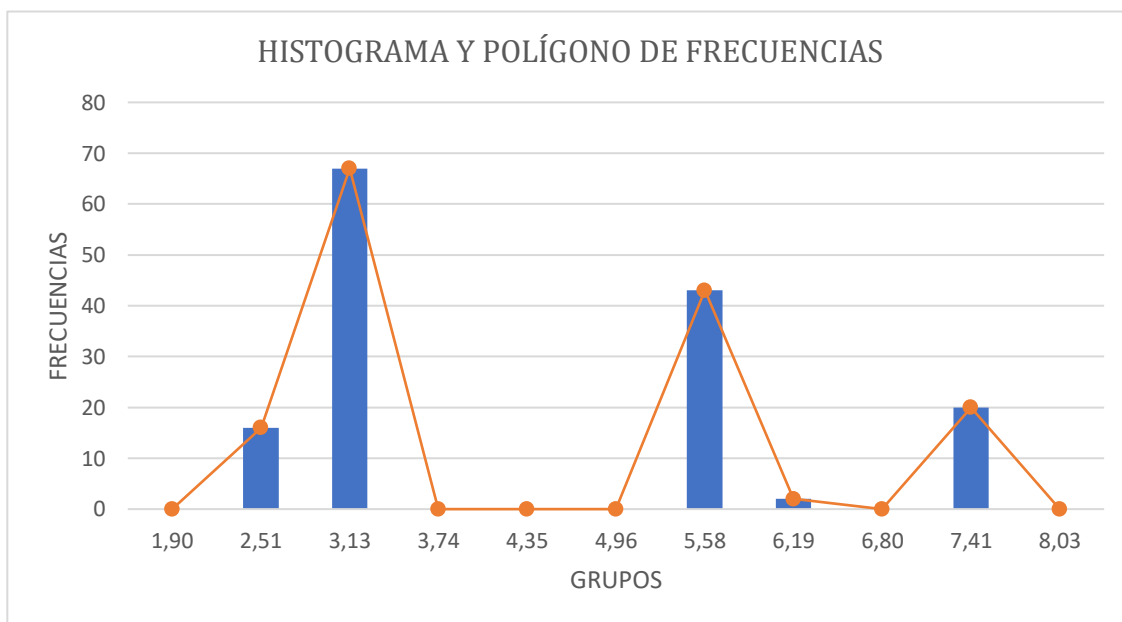
De igual forma se procede a determinar las tablas de los polígonos de frecuencia y sus gráficas correspondientes para cada tramo:

**Tabla N°19 Datos polígono de frecuencias Tramo T-1**

N°	Intervalos		Grupos	Frecuencia
	Li	Ls		
1		2,0	1,9	0
2	2,0	2,6	2,5	16
3	2,6	3,2	3,1	67
4	3,2	3,8	3,7	0
5	3,8	4,5	4,4	0
6	4,5	5,1	5,0	0
7	5,1	5,7	5,6	43
8	5,7	6,3	6,2	2
9	6,3	6,9	6,8	0
10	6,9	7,5	7,4	20
11	7,5	8,1	8,0	0

Fuente: Elaboración propia

**Imagen N°27 Gráfica histograma y polígono de frecuencias Tramo T-1**



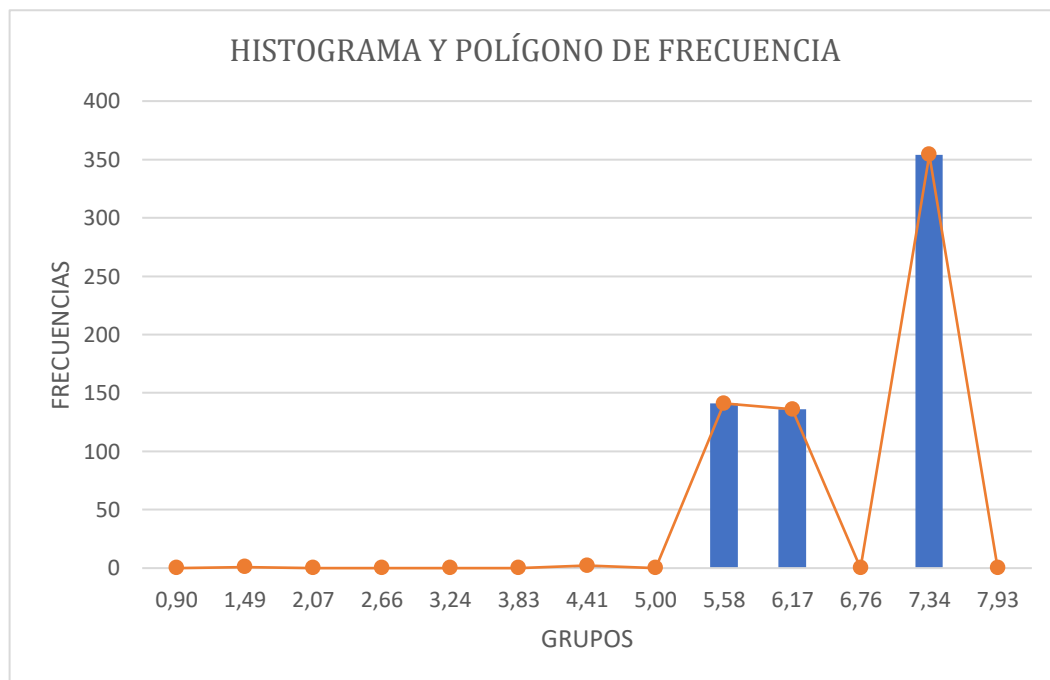
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°20 Datos polígono de frecuencias Tramo T-2**

N°	Intervalos		Grupos	Frecuencia
	Li	Ls		
1		2,0	1,9	0
2	2,0	2,5	2,4	19
3	2,5	3,1	3,0	0
4	3,1	3,6	3,5	63
5	3,6	4,1	4,0	0
6	4,1	4,7	4,6	0
7	4,7	5,2	5,1	19
8	5,2	5,7	5,6	0
9	5,7	6,2	6,1	0
10	6,2	6,8	6,7	0
11	6,8	7,3	7,2	255
12	7,3	7,8	7,7	0

Fuente: Elaboración propia

**Imagen N° 28 Gráfica histograma y polígono de frecuencias Tramo T-2**



Fuente: Elaboración propia

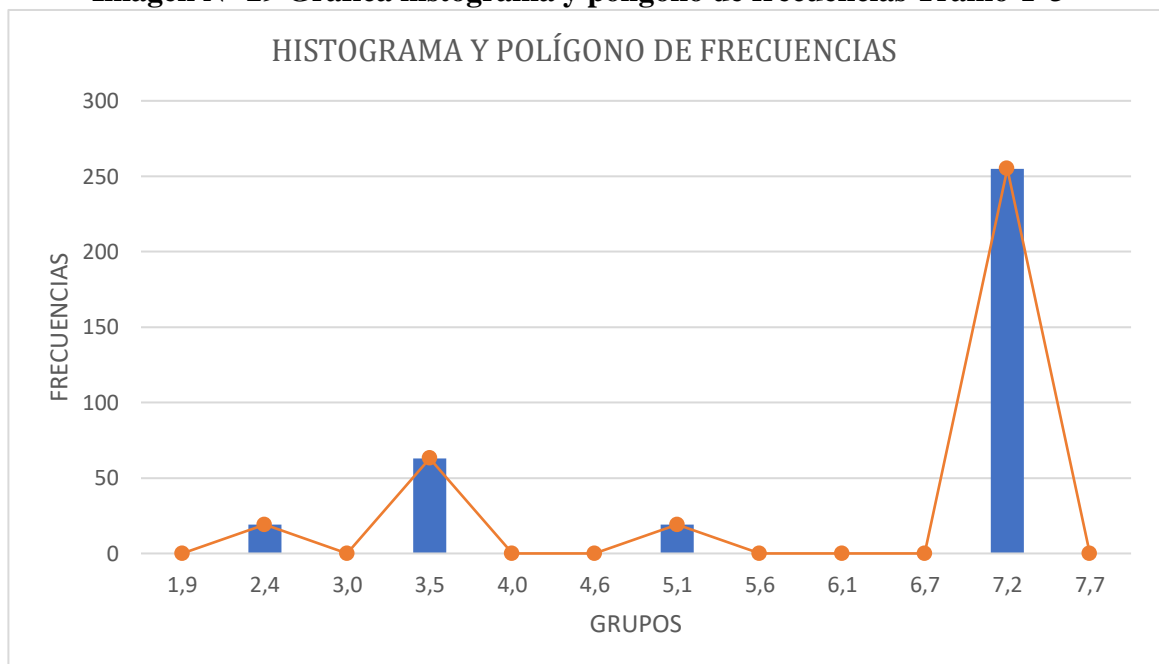


**Tabla N° 21 Datos polígono de frecuencias Tramo T-3**

N°	Intervalos		Grupos	Frecuencia
	Li	Ls		
1		1,0	0,9	0
2	1,0	1,6	1,5	1
3	1,6	2,2	2,1	0
4	2,2	2,8	2,7	0
5	2,8	3,3	3,2	0
6	3,3	3,9	3,8	0
7	3,9	4,5	4,4	2
8	4,5	5,1	5,0	0
9	5,1	5,7	5,6	141
10	5,7	6,3	6,2	136
11	6,3	6,9	6,8	0
12	6,9	7,4	7,3	354
13	7,4	8,0	7,9	0

Fuente: Elaboración propia

**Imagen N° 29 Gráfica histograma y polígono de frecuencias Tramo T-3**



Fuente: Elaboración propia

Error de los Datos Respecto a la Media:

$$\epsilon_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n * (n - 1)}}$$

Error probable:

$$\epsilon_p = Z - \epsilon_{\bar{x}}$$

Rango de Confianza:

$$X_s = \bar{\mu} + \epsilon_p$$

$$X_i = \bar{\mu} - \epsilon_p$$

**Tabla N° 22 Rango de confianza**

Descripción		Tramo I	Tramo II	Tramo III
Error de los datos respecto a la media	$E_x =$	0,129	0,095	0,034
Error probable	$E_p = Z \times E_x$	0,253	0,186	0,067
Rango de confianza	$X_s =$	4,317	6,105	6,388
	$X_i =$	3,801	5,732	6,255

Fuente: Elaboración propia

Habiendo realizado el análisis correspondiente, se determina la siguiente tabla con los resultados obtenidos:

**Tabla N°23 Resultados obtenidos**

Descripción	Tramo I	Tramo II	Tramo III
Progresiva	0+000 – 44+101	44+101 – 89+066	89+066 – 186+981
Longitud (Km)	44,101	44,965	97,915
Puntos de muestra	148	356	634
IP (menor)	2	2	1
IP (mayor)	7	7	7
$X_s$ (superior)	4,317	6,133	6,419
$X_i$ (inferior)	3,	5,732	6,255

Fuente: Elaboración propia

#### **Tramo I Tarija - Padcaya:**

Comprendido entre las progresivas 0+000 a 44+101, 44,101 Km teniendo como valor mínimo de IP correspondiente a 2 y como valor máximo de IP correspondiente a 7 en los

148 puntos de muestra; obteniendo un rango de confianza superior de 4,317 y un rango inferior de 3,775.

#### **Tramo II Padcaya – La Mamora:**

Comprendido entre las progresivas 44+101 a 89+066, 44,965 Km teniendo como valor mínimo de IP correspondiente a 2 y como valor máximo de IP correspondiente a 7 en los 356 puntos de muestra; obteniendo un rango de confianza superior de 6,133 y un rango inferior de 5,606.

#### **Tramo III La Mamora - Bermejo:**

Comprendido entre las progresivas 89+066 a 186+981, 97,915 Km teniendo como valor mínimo de IP correspondiente a 1 y como valor máximo de IP correspondiente a 7 en los 240 puntos de muestra; obteniendo un rango de confianza superior de 6,419 y un rango inferior de 6,206.

De los resultados obtenidos se puede determinar que, de los tres tramos analizados, los tramos que tienen mayor índice de peligrosidad son el tramo II y el tramo III, esto tomando en cuenta los valores obtenidos del análisis.

Si consideramos la longitud de cada tramo a ser analizado, el tramo II presenta un alto nivel de índice de peligrosidad.

Los factores que implican el alto índice de peligrosidad, también van relacionados con la falta de señalización y medidas de seguridad que se tiene en toda la vía de Tarija a Bermejo, por lo cual una alternativa de solución para bajar el IP.

Para lo cual se deberá considerar dentro del mantenimiento vial, realizar la inversión de recursos económicos para mejorar la señalización y medidas de seguridad en los puntos donde se determinó realizar el análisis para la obtención del IP.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Después de haber realizado el trabajo, se han determinado las siguientes conclusiones:

- Del marco teórico se ha determinado que la carretera Tarija Bermejo presenta un alto Índice de Peligrosidad debido a que no tiene una señalización vial vertical y horizontal, adecuada para el usuario.
- Mediante el estudio realizado se pudo constatar que la carretera de la red fundamental Tarija Bermejo no cuenta con los parámetros de diseño adecuados al terreno, ocasionando un alto índice de peligrosidad, el cual deriva directamente en accidentes de tránsito que ocurren ocasionalmente por la deficiencia los parámetros de diseño dados por la Administradora Boliviana de Carreteras ABC.
- Al determinar IP mediante mediciones manuales y visibles según la metodología de las agencias de viabilidad de Argentina y Chile, se pudo identificar que la carretera tiene un  $IP=7$  por lo que nos demuestra que es una carretera con una baja seguridad vial.
- Podemos concluir que la carretera Tarija Bermejo se debe tratar de tener una mejor señalización vial debido al alto tráfico que se tiene por el comercio en la frontera Bolivia - Argentina.
- Al realizar el rango de confiabilidad de la carretera podemos observar que el Tramo I Tarija a Padcaya tiene un Índice de Peligrosidad de  $IP=3$  con un rango de visibilidad de  $\approx 3m$  rugosa y desapareja con obstáculos, con una frecuencia considerable en todo el tramo.
- Al realizar el rango de confiabilidad de la carretera podemos observar que el Tramo II Padcaya a Emborozú tiene un Índice de Peligrosidad de  $IP=6$  con un rango de visibilidad  $\leq 1.5m$  con obstáculos rígidos de 0-2m, con una frecuencia considerable en todo el tramo.

- Al realizar el rango de confiabilidad de la carretera podemos observar que el Tramo III Emborozú a Bermejo tiene un Índice de Peligrosidad de  $IP=7$  con un rango de visibilidad  $\leq 1.5m$  con obstáculos rígidos de 0-2m, este tramo tiene una frecuencia considerable en todo el tramo.
- El Tramo III Emborozú a Bermejo tiene un Índice de Peligrosidad de  $IP=7$  con un rango de visibilidad  $\leq 1.5m$  con obstáculos rígidos de 0-2m, con curvas serradas, con deslizamiento de taludes, con poca señalización y muy peligrosa debido que se encuentra a laderas del río Bermejo.
- Al ser un trabajo que se ha elaborado con información fidedigna, se debe utilizar los resultados obtenidos como una guía para las distintas vías de nuestro departamento.

## 5.2. Recomendaciones

Los resultados obtenidos nos muestran que hay que tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Al ser una vía que tiene un alto tráfico vehicular se recomienda el mejoramiento de la señalización y mejorar las medidas de seguridad en los 1138 puntos de muestra, esto con el fin de reducir el índice de peligrosidad (IP), y cumplir con los estándares de calidad de la vía Tarija – Bermejo.
- Por otro lado, el presente trabajo sirve como modelo para poder ajustar la señalización de tráfico el tramo en estudio.
- Como proyecto de grado cabe resaltar que el alcance investigativo que se dio al tema es amplio ya que su proyección de desarrollo el tema es amplia.
- Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente trabajo son para fines referenciales e investigativos por lo que se recomienda a la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO a través de DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE COMUNICACIÓN poder proponer ajustes necesarios a las entidades competentes en vialidad a nivel departamental con el fin de mejorar las condiciones de vida y tráfico de la sociedad civil del departamento Tarija.