

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN.

Todo país tiene necesidad de una red vial para la movilidad urbana, debido a que sobre todo el desarrollo social y económico está directamente relacionado con su infraestructura vial. Los caminos urbanos, mejor conocidos como vialidades urbanas o calles, son la estructura de toda red vial de una ciudad. La interacción entre las calles en la estructuración de una red vial urbana da origen a las intersecciones o cruces de caminos, cuyo objetivo es brindar comodidad al usuario y a su vez aumentar la eficiencia de los movimientos direccionales que los vehículos realizan en ella. Dichas intersecciones son de gran importancia para la alimentación de una red vial y para su capacidad.

Debido a que durante los últimos años se ha experimentado un crecimiento del parque automotor a nivel mundial y se puede apreciar en nuestro país; ha generado el aumento en la cantidad de desplazamientos por las vías y con ellas los accidentes de tráfico.

El análisis y la evaluación de una intersección pueden ayudar al mejoramiento de su capacidad vial, cuantificar la seguridad y ayudar a decidir entre diferentes alternativas. En la evaluación de intersecciones es necesario tomar en consideración ciertos criterios para la correcta funcionalidad del cruce de calles. Tales criterios tienen base en el volumen vehicular, velocidades de circulación y la saturación de flujo vehicular. El conjunto de lo antes mencionado confluye en el nivel de servicio. El concepto de nivel de servicio fue introducido en el manual de capacidad de carreteras de 1965 y la actual definición de nivel de servicio en el manual de capacidad de carreteras del 2010 es: una medida de calidad que describe las condiciones de funcionamiento dentro de un flujo de tránsito, en general, en términos de medidas de servicios tales como la velocidad y el tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, el confort y la comodidad.

Conociendo el nivel de servicio que la infraestructura de una intersección provee al usuario, se determina si ésta requiere alguna acción correctiva para mejorar su funcionalidad.

Además, uno de los objetivos que se persigue al diseñar una intersección es minimizar el número y potenciales eventos que pudieran traducirse en accidentes, a la vez de facilitar la comprensión y movimientos a través de ella por parte de los usuarios, con los estándares más altos de seguridad. En este punto es donde radica la importancia de realizar estudios rápidos conducentes a evaluar el riesgo en intersecciones, así como también ir evaluando de manera pronta las mejoras efectuadas.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente se estima el nivel de riesgo vial en base al registro de ocurrencia de accidentes de tránsito y la gravedad de sus resultados, pero está claro que los datos históricos de accidentes por si solos no son el mejor indicador del nivel de seguridad en una intersección, son altamente variables, aleatorios y necesitan un periodo de registro de al menos tres años, dificultando la evaluación de la seguridad. Además, está el problema que su registro no sigue un patrón único, son capturados por profesionales de la policía, quienes tienen otros objetivos en el análisis de esos datos.

La principal dificultad con que se han encontrado los profesionales que se dedican a la seguridad vial es la falta de metodologías de evaluación de riesgo o tratamientos innovadores que la valoren, principalmente debido a la carencia de modelos de predicción que se ajusten a las condiciones reales de explotación, y a la falta de consenso en considerar qué tipo de instalaciones son seguras y cuáles no lo son.

Es por esto que nace la necesidad de utilizar métodos de evaluación de nivel de riesgo, evitando los costosos estudios de accidentalidad los cuales consisten en buscar culpabilidad del accidente de tránsito y no así buscar causas de posibles deficiencias de las condiciones de la zona, y también permitan ir evaluando las mejoras efectuadas. Se debe introducir las mediciones alternativas de seguridad como parámetros de evaluación de riesgo de accidente; ésta en conjunto con análisis estadísticos, pueden

describir el riesgo de las intersecciones basándose en incidentes de tráfico, que se presentan con mucha mayor frecuencia de ocurrencia, en comparación con los accidentes.

Una de las principales aportaciones del presente trabajo es; la posibilidad de aplicación de la metodología por parte de administraciones de vías locales, las cuales muchas veces cuentan con recursos de inversión limitados para efectuar estudios preventivos, sobre todo en países en vías de desarrollo. La evaluación del riesgo de una intersección luego de una mejora en cuanto a infraestructura y/o dispositivos de control de tráfico, al igual que un análisis antes – después, por medio de la técnica de conflictos de tráfico, se puede convertir en una aplicación directa y económica.

El análisis mediante el índice o nivel de riesgo en una intersección es una herramienta útil para resumir todo el conjunto de mediciones y permiten el diagnóstico del riesgo de accidentabilidad en una intersección.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA

No existen metodologías normadas para inspecciones de seguridad vial, que estudien el nivel de riesgo de las intersecciones y se ajusten a un modelo y las condiciones reales de explotación; lo cual, hace que la exposición al riesgo del conjunto de usuarios y el número de accidentes sea cada vez mayor si no se adoptan medidas que mejoren los niveles de seguridad de la circulación.

1.3.2. PROBLEMA

¿Permitirá; la aplicación de la metodología para evaluar el nivel de riesgo en intersecciones a nivel basada en inspecciones de seguridad vial, mejorar las condiciones de uso y reducir el riesgo de las intersecciones?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar una metodología que permita evaluar el nivel de riesgo en intersecciones a nivel aplicando inspecciones de seguridad vial.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Evaluar el nivel de riesgo con la aplicación de un método basado en inspecciones de seguridad vial e información disponible en el área de estudio.
- ❖ Realizar una clasificación de las intersecciones en función al nivel de riesgo en los puntos de estudio.
- ❖ Realizar un análisis evaluativo del nivel de riesgo en el área de estudio respecto a los accidentes de tránsito registrados y nivel de servicio.
- ❖ Elaborar un análisis de resultados de las intersecciones a nivel estudiadas.
- ❖ Plantear acciones, conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

1.5. HIPÓTESIS

Si aplicamos una metodología que pueda evaluar el nivel de riesgo en las intersecciones a nivel y que se ajuste a las características y condiciones reales de explotación, entonces; se podrá diseñar en base a un modelo de predicción, que considerará que tipos de instalaciones son seguras, cuales no y que también permita evaluar las mejoras efectuadas, basado en inspecciones de seguridad vial.

1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES

1.6.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- ❖ Intersecciones a nivel

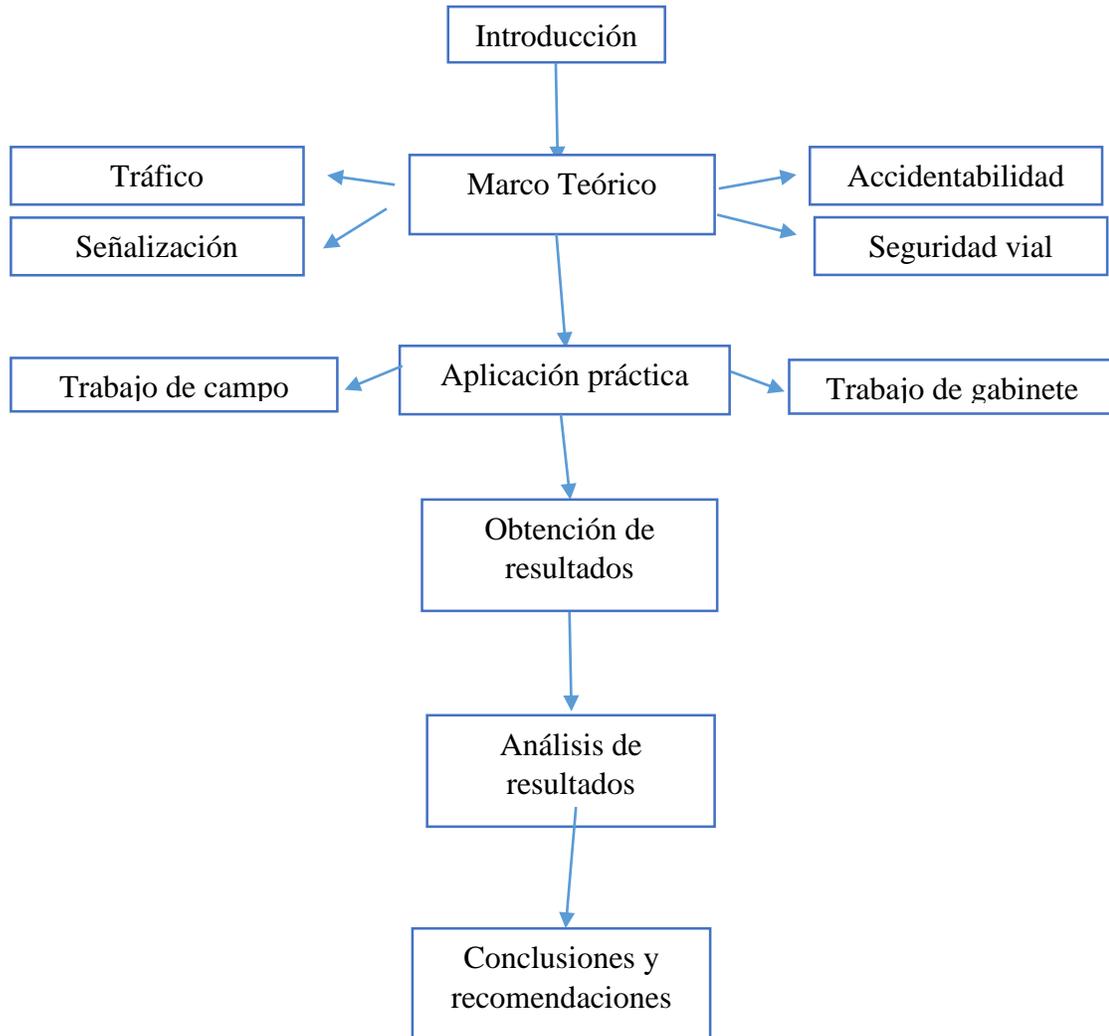
1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- ❖ Nivel de riesgo
- ❖ Geometría, características físicas.
- ❖ Volumen de tráfico vehicular y peatonal
- ❖ Señalización

❖ Accidentología

1.7. DISEÑO METODOLÓGICO

Figura 1.1. Diseño metodológico



Fuente: Propia

La presente metodología desarrollada pretende innovar el estudio de tráfico en la ciudad de Tarija, ya que al no contar con una metodología que cuantifique o califique el nivel de riesgo en las intersecciones urbanas de la ciudad, dicha metodología nos permitirá obtener un valor numérico porcentual para analizar los parámetros del nivel de riesgo vial y así poder clasificar las vías.

En primer lugar, se estudiará conceptos necesarios para poder desarrollar el trabajo, así como también su relación con el nivel de riesgo.

Posteriormente será desarrollada de acuerdo a las características geométricas, físicas, la señalización que posee, el aforo de vehículos y peatones que circulan por las intersecciones en estudio.

Una vez obtenidos valores numéricos de nivel de riesgo para cada intersección, se realizará un análisis evaluativo con la accidentabilidad, capacidad, nivel de servicio y definir cuales se encuentran trabajando eficientemente y que intersecciones necesitan algún tipo de planteamiento de solución.

1.7.1. COMPONENTES

1.7.1.1. UNIDAD

La unidad de estudio del presente trabajo son las intersecciones a nivel.

1.7.1.2. POBLACIÓN

La población son las intersecciones a nivel de la Av. Circunvalación en la ciudad de Tarija, de las cuales se van a determinar el nivel de riesgo aplicando inspecciones de seguridad vial.

1.7.1.3. MUESTRA

Se evaluarán todas las intersecciones a nivel ubicadas en la Av. Circunvalación, que en total son 18; conformadas por rotondas, intersecciones dobles y simples.

1.7.1.4. MUESTREO

En cada intersección se realizarán los siguientes estudios:

- ❖ Aforo de volúmenes vehiculares de cada acceso a la intersección
- ❖ Medición de la velocidad de circulación
- ❖ Aforo de peatones y ciclistas en los accesos
- ❖ Inspecciones de seguridad vial

En gabinete se determinará el comportamiento de:

- ❖ Volúmenes medios vehiculares en los accesos
- ❖ Capacidad de los accesos y la intersección
- ❖ Nivel de servicio
- ❖ Determinación del nivel de riesgo

1.7.1.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Es la técnica matemática que obtiene, organiza, presenta y describe un conjunto de datos con el propósito de facilitar su uso generalmente con el apoyo de tablas, medidas numéricas o gráficas.

Describe el conjunto estudiado mediante parámetros estadísticos, los cuales son:

Media aritmética

La media aritmética es el valor promedio de las muestras y es independiente de las amplitudes de los intervalos. Se simboliza como \bar{X} y se encuentra sólo para variables cuantitativas. Se encuentra sumando todos los valores y dividiendo por el número total de datos.

La fórmula general para n elementos es:

Fórmula de la media aritmética

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Donde:

n = Número de datos

x = Valor del dato

Σ = Sumatoria

Mediana

La mediana es el valor que ocupa el lugar central entre todos los valores del conjunto de datos, cuando estos están ordenados en forma creciente o decreciente.

La mediana de un conjunto con un número impar de datos es, una vez ordenados los datos, el dato que ocupa el lugar central.

Y se encuentra representada por Me.

Moda

La moda de un conjunto de datos es el dato que más veces se repite, es decir, aquel que tiene mayor frecuencia absoluta. Se denota por Mo. En caso de existir dos valores de la variable que tengan la mayor frecuencia absoluta, habría dos modas. Si no se repite ningún valor, no existe moda.

Desviación estándar

La desviación típica o desviación estándar (denotada con el símbolo σ o s , dependiendo de la procedencia del conjunto de datos) es una medida de dispersión para variables de razón (variables cuantitativas o cantidades racionales) y de intervalo. Se define como la raíz cuadrada de la varianza de la variable.

Fórmula de la desviación estándar

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}$$

Donde:

s = Desviación estándar

n = Número de datos

x = Valor del dato

Σ = Sumatoria

Para conocer con detalle un conjunto de datos, no solo basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que necesitamos conocer también la desviación que presentan los datos en su distribución respecto de la media aritmética de dicha distribución, con objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad al momento de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones.

Varianza

En teoría de probabilidad, la varianza de una variable aleatoria es una medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media. O en pocas palabras, es la media de los residuos al cuadrado.

Fórmula de la varianza

$$v = s^2$$

Donde:

v = Varianza

s = Desviación estándar

Su unidad de medida corresponde al cuadrado de la unidad de medida de la variable: por ejemplo, si la variable mide una distancia en metros, la varianza se expresa en metros al cuadrado. La varianza tiene como valor mínimo 0.

Coefficiente de variación

En estadística, cuando se desea hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se utiliza el coeficiente de variación.

Fórmula del coeficiente de variación

$$C_v = \frac{s}{|\bar{x}|} * 100$$

Donde:

\bar{x} = Media aritmética

s = Desviación estándar

Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación típica o estándar. Por otro lado, presenta problemas ya que a diferencia de la desviación típica este coeficiente es variable ante cambios de origen. Por ello es importante que todos los valores sean positivos y su media dé, por tanto, un valor positivo. A mayor valor del coeficiente de variación mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V., mayor homogeneidad en los valores de la variable. Suele representarse por medio de las siglas C.V.

1.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS.

1.8.1. MÉTODO INDUCTIVO

El inductivismo o método lógico inductivo es un método lógico científico que elabora conclusiones generales a partir de enunciados observacionales particulares y parte de lo particular a lo general.

El inductivismo se caracteriza por tener 4 etapas básicas:

- ❖ La observación y registro de todos los hechos.
- ❖ Análisis y clasificación de los hechos.
- ❖ Derivación inductiva de una generalización a partir de los hechos.
- ❖ Contrastación.

En una primera etapa se deberían observar y registrar todos los hechos y luego analizarlos y clasificarlos ordenadamente.

A partir de los datos procesados se deriva una hipótesis que solucione el problema basada en el análisis lógico de los datos procesados. Esta derivación de hipótesis se hace siguiendo un razonamiento inductivo.

En la última etapa se deduce una implicación contrastadora de hipótesis. Esta implicación debería ocurrir en el caso de que la hipótesis sea verdadera, así si se confirma la implicación contrastadora de hipótesis quedará validada la hipótesis principal.

En el presente trabajo se plantea reducir el nivel de riesgo en las intersecciones, es así que se va inducir una metodología basada en inspecciones de seguridad vial, realizando la toma de datos de campo, hechos, analizarlos, etc. para finalmente verificar la hipótesis principal planteada.

1.8.2. TÉCNICA EXPERIMENTAL

La técnica experimental es un proceso sistemático y una aproximación científica a la investigación en la cual el investigador manipula una o más variables y controla y mide cualquier cambio en otras variables.

Es la investigación en donde el científico influye activamente en algo para observar sus consecuencias. La mayoría de los experimentos suelen ubicarse entre la definición estricta y amplia.

Los experimentos se llevan a cabo con el objetivo de predecir fenómenos. Normalmente, un experimento es construido para poder explicar algún tipo de causalidad. La investigación experimental es importante para la sociedad, nos ayuda a mejorar las condiciones de vida diaria.

Con la técnica experimental se podrá plantear y analizar de qué manera la propuesta metodológica será beneficiosa y hasta qué punto podrá mejorar las condiciones actuales de circulación y nivel de riesgo en las intersecciones a nivel.

1.9. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

El alcance contempla el trabajo de campo que consiste en realizar la recolección de datos de accidentología que son registrados por el parte policial en la unidad de tránsito, el levantamiento visual de parámetros de seguridad vial y las mediciones de aforo; vehicular, peatonal y de ciclistas, que serán necesarias para calcular el nivel de riesgo

en las intersecciones; además de la contrastación y análisis evaluativo con la capacidad y el nivel de servicio calculado para cada intersección.

Los límites establecidos para el estudio de este trabajo de investigación se identificarán de la siguiente manera: la Av. Circunvalación que tiene como punto de inicio la rotonda de la gasolinera Agrupa y finaliza en la rotonda del aeropuerto, estableciendo como área de estudio todas las intersecciones que se encuentran dentro de estos límites.

El trabajo de campo consta del aforo de volúmenes vehiculares de cada acceso a la intersección, aforo peatonal, de ciclistas, medición de velocidades de circulación y levantamiento de datos a través de una inspección visual para observar la existencia o no de los parámetros de seguridad vial con las que deben contar las vías según la metodología a aplicar.

Al haber obtenido todos los datos necesarios se aplicará la metodología para poder encontrar el nivel de riesgo, propios de cada uno de los puntos seleccionados y así clasificar el funcionamiento de las vías en estudio según parámetros que se obtendrán a través del cálculo.

Finalmente se realizará un análisis de resultados, planteamiento de acciones, conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO Y LA SEGURIDAD VIAL

2.1. PARÁMETROS FUNDAMENTALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

Se define como la rama de la ingeniería que trata del planeamiento, el proyecto geométrico y explotación de las redes viarias, instalaciones auxiliares (aparcamientos, terminales, etc.) y zonas de influencia, así como de su relación con otros medios de transporte.

El objetivo principal de la Ingeniería de Tráfico es conseguir que la circulación de personas y mercancías sea segura, rápida y económica.

Para ello se utilizan diversas magnitudes que reúnen las características de los vehículos y usuarios. Estas magnitudes son: la velocidad, el volumen, la densidad, la separación entre vehículos sucesivos, intervalos entre vehículos, tiempos de recorrido y demoras, origen y destino del movimiento, la capacidad de las calles y carreteras, se analizan los accidentes, el funcionamiento de pasos a desnivel, terminales, intersecciones canalizadas, etc. Por otro lado, se estudia al usuario todas las reacciones para maniobrar el vehículo como ser: rapidez de reacción para frenar, para acelerar, su resistencia al cansancio, etc. Así como también la accidentabilidad y el nivel de riesgo.

Para ayudar a la ingeniería de tránsito, se debe establecer los reglamentos del mismo, como ser: la responsabilidad y licencias de los conductores, peso y dimensiones de los vehículos, control de accesorios obligatorios y equipo de iluminación, acústicos y de señalamiento. También se debe tomar en cuenta la prioridad de paso, tránsito en un sentido, tiempo de estacionamiento, el control policiaco en intersecciones, sanciones relacionadas con accidentes, etc.

También es necesario analizar y realizar investigaciones para poder adaptar el desarrollo de las calles y carreteras a las necesidades del tránsito, y de esta manera conocer los problemas que se presentan al analizar el crecimiento demográfico, las tendencias del aumento en el número de vehículos y la demanda de movimiento de una

zona a otra. Se debe establecer claramente los objetivos concretos y operacionales que se quiere alcanzar.

2.1.1. ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

Existen 3 elementos básicos que componen la Ingeniería de tráfico que son:

- ❖ El Usuario.
- ❖ El Vehículo.
- ❖ La Vía o Vialidad

2.1.1.1. ELEMENTO USUARIO

Es muy importante tener en cuenta el comportamiento del usuario para la planeación, estudio, proyecto y operación de un sistema de transporte automotor.

El usuario está relacionado con los peatones y conductores, que son los elementos principales a ser estudiados para mantener el orden y seguridad de las calles y carreteras.

a) EL PEATÓN

Peatón es considerado a toda la población en general, son todas aquellas personas desde un año hasta cien años de edad.

Los accidentes sufridos por peatones se deben a que no respetan las zonas destinadas a ellos, ya sea por falta de conocimiento u otro factor. Por lo tanto, se deberá estudiar al peatón no solamente por ser víctima, sino porque también es una de las causas, para la cual es necesario conocer las características del movimiento de los peatones y la influencia que tienen ciertas características como ser la edad, sexo, motivo de recorrido, etc.

b) EL CONDUCTOR

El conductor constituye el elemento de tránsito más importante, ya que el movimiento y calidad de circulación de los vehículos dependerá fundamentalmente de ellos para adaptarse a las características de la carretera y de la circulación.

Para el estudio de los conductores es necesario conocer el comportamiento o factores que influyen en sus condiciones físicas y psíquicas, sus conocimientos, su estado de ánimo, etc.

Se ha encontrado para el conductor un tiempo mínimo de reacción para actuar que se detallará a continuación:

- ❖ Para un vehículo sin movimiento un tiempo promedio de 0.25 seg., por ejemplo, el tiempo de reacción para arrancar el vehículo cuando el semáforo cambia de rojo a verde.
- ❖ Para un vehículo sin movimiento en semáforos aislados un tiempo de 0.25 seg.
- ❖ Para un vehículo en movimiento en semáforos aislados un tiempo de 0.83 seg.
- ❖ En algunos casos podría llegar hasta 2 ó 3 seg.

Factores que pueden modificar las facultades del individuo en el tiempo de reacción.

- ❖ La fatiga.
- ❖ Las enfermedades o deficiencias físicas.
- ❖ El alcohol y las drogas.
- ❖ Su estado emocional.
- ❖ El clima.
- ❖ La época del año.
- ❖ Las condiciones del tiempo.
- ❖ La altura sobre el nivel del mar.
- ❖ El cambio del día a la noche y viceversa.

Características del conductor

Las decisiones y acciones de un conductor dependen principalmente de la información que transmiten los sentidos, cuya información llegan al conductor a través de los ojos,

oídos y terminales nerviosas. A continuación, citaremos las características más importantes del conductor:

- ❖ Cono de agudeza visual, se refiere a la visión más nítida de una persona que está concentrada dentro de un cono con un ángulo central de alrededor de 3 grados respecto a la horizontal. La agudeza visual es razonablemente nítida dentro de un ángulo cónico de hasta 10 grados aproximadamente.
- ❖ Visión periférica, se refiere a que una persona puede percibir objetos periféricos dentro de un cono con ángulo central de hasta 160 grados.
- ❖ Información visual, se refiere a que el conductor mediante movimientos de la cabeza y los ojos aumenta la cantidad de información visual recibida.
- ❖ Encandilamiento, se refiere a la visión del conductor en condiciones de encandilamiento.
- ❖ Sensibilidad visual a la luz y al color (daltonismo).
- ❖ La altura del ojo del conductor respecto a la superficie será de 1,14 metros.
- ❖ Percepción del espacio, es decir, que al divisar un obstáculo u objeto a velocidades altas la distancia de frenado será mayor.

2.1.1.2. ELEMENTO VEHÍCULO

En ciertos países, la incorporación de mayor cantidad de vehículos no solo ha mejorado el transporte, ya que también ha elevado el nivel económico general del país, por lo que se puede afirmar que la relación de habitantes por vehículo es un indicador para apreciar el progreso de un determinado territorio.

Por lo tanto, es indispensable que cada país mejore las condiciones del transporte para su progreso y de esta manera poder transportar los bienes de consumo desde las fuentes de producción hasta los mercados y de allí comercializarlo a la población.

Actualmente, es inevitable que aumente el número de vehículos cada año, lo que es deseable y conveniente, logrando así reducir más la actual relación de habitantes por vehículo.

Por lo tanto, el segundo elemento componente del tránsito, *el vehículo*, irremediamente va en aumento.

a) CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO DE PROYECTO

Vehículo de proyecto es aquel tipo de vehículo hipotético, cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizados para establecer los lineamientos que guiaran el proyecto y estudios de las carreteras, calles e intersecciones.

Los vehículos se clasifican en 2:

- ❖ Vehículos ligeros o livianos.
- ❖ Vehículos pesados (Camiones y autobuses).

Vehículos ligeros

Los vehículos ligeros de proyecto pueden ser utilizados en:

- ❖ Intersecciones menores en zonas residenciales donde el número de vehículos que realizan vueltas no es significativo.
- ❖ Intersecciones mayores que dispongan de carriles de estacionamiento y cruces peatonales demarcados, que obliguen el uso de radios pequeños en las esquinas aun aceptables.
- ❖ Áreas urbanas con intersecciones a nivel sobre calles arteriales, siempre que se disponga de carriles de cambio de velocidad y que las vueltas de camiones sean ocasionales.

Vehículos pesados

Los vehículos pesados de proyecto pueden ser utilizados en:

- ❖ Terminales de pasajeros y de cargas.
- ❖ Autopistas y arterias rápidas, siempre y cuando sea grande el número de movimientos de vueltas.

A continuación, se indican algunas dimensiones más o menos comunes de acuerdo al tipo de vehículos.

Tabla 2.1. Características de los vehículos más frecuentes

Clase	Dimensiones		
	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)
Coches			
Pequeños	3.0 - 3.5	1.3 - 1.4	1.34 - 1.35
Medianos	3.6 - 4.4	1.5 - 1.6	1.35 - 1.40
Grandes	4.5 - 4.8	1.7 - 1.8	1.35 - 1.50
Furgonetas	4.0 - 4.8	1.6 - 2.0	1.80 - 2.00
Autobuses	10.0 - 16.0	2.5	3
Camiones (rígidos)			
2 ejes			
Pequeños	5.0 - 6.0	2.1 - 2.3	-
Medianos	6.0 - 6.2	2.4 - 2.5	-
Grandes	7.5 - 7.8	2.5 - 2.5	-
3 ejes	8.0 - 10.0	2.4 - 2.5	-
4 ejes	11	2.5	-

Fuente: Elementos de ingeniería de tráfico – Carlos Kraemer

2.1.1.3. ELEMENTO VÍA

El tercer elemento fundamental del tráfico es la vialidad o la vía por el que se mueven los vehículos.

La vía es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. El elevado nivel de vida de un país se relaciona con un excelente sistema vial o viceversa.

a) PARTES INTEGRANTES DE UNA VÍA

Calzada o superficie de rodamiento: Es aquella faja acondicionada especialmente para el tránsito de los vehículos.

Carril: Es aquella parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos.

Acotamientos o bermas: Son fajas laterales que sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento y que eventualmente puede usarse como estacionamiento provisional para alojar vehículos en caso de emergencia.

Corona: Es la superficie terminada de una carretera, comprendida entre los hombros, por lo que incluye la calzada más los acotamientos.

Hombro: Es el punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén o el talud interior de la cuneta con la corona.

Cunetas: Van paralelamente a los acotamientos, destinadas a facilitar el drenaje superficie longitudinal de la carretera.

Contra cunetas o zanjas de coronamiento: Puede existir en aquellos tramos donde se prevea la necesidad de desviar las corrientes de agua y evitar que invadan la carretera o sobrecarguen la cuneta.

Taludes: Son las superficies laterales inclinadas, comprendidos entre las cunetas y el terreno natural.

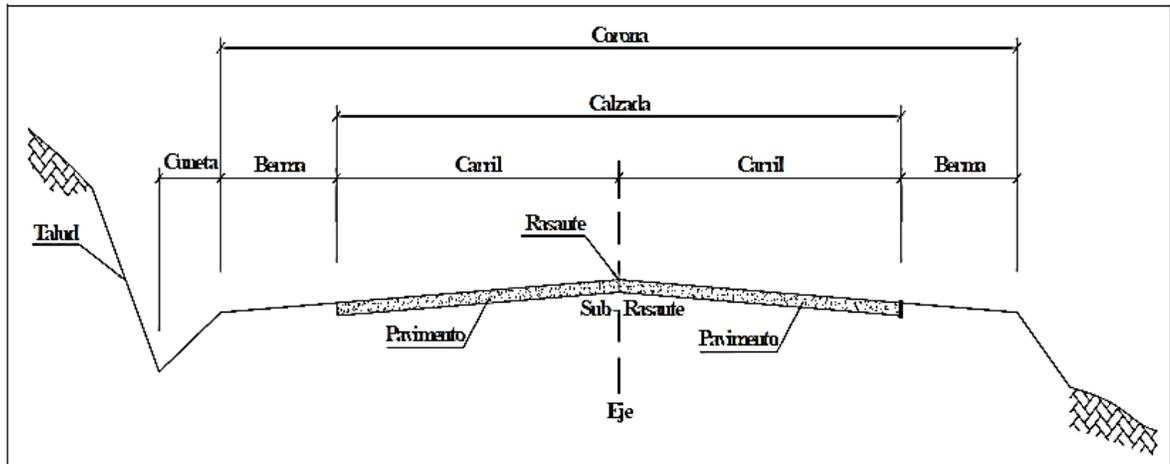
Drenaje transversal: Está formado por las alcantarillas y estructuras mayores por ejemplo los puentes, que permitan que el agua cruce de un lado a otro de la carretera sin invadir su superficie.

Rasante: Como eje, es la proyección vertical del desarrollo del eje real de la superficie de rodamiento de la carretera.

Subrasante: Es la superficie de terreno especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento

Pavimento: Es la superficie especialmente tratada con materiales perdurables y que permitan un tránsito rápido, eficiente y sin polvo.

Figura 2.1. Partes integrantes de una vía



Fuente: Diseño geométrico de carreteras - Jaime Cárdenas Grisales

2.1.2. CAPACIDAD EN VÍAS DE FLUJO INTERRUMPIDO

La Capacidad y Nivel de Servicio estimados son necesarios para la mayoría de las decisiones y acciones en la Ingeniería de Tráfico y Planes de Transportación.

La capacidad se define como el máximo número de vehículos que pueden circular por una vía en un periodo determinado bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control. Refleja la habilidad de la vía para acomodar una corriente de movimiento de vehículos.

La capacidad está dada bajo condiciones prevalecientes de la vía (características geométricas, tipo de sección, pendientes, dimensiones de carriles, bermas, etc.), del control (dispositivos de control de tránsito como semáforos, señales, movimientos permitidos), y del tránsito (composición vehicular, velocidad, características del flujo vehicular).

De acuerdo al manual de capacidad se ha visto por conveniente definir tres tipos de capacidad que son:

- ❖ Capacidad posible
- ❖ Capacidad practica
- ❖ Capacidad directriz

Capacidad posible

Definimos a este tipo de capacidad como la cantidad máxima de vehículos que pueden pasar por un punto, un carril o vía durante 1 hora bajo condiciones ideales de tránsito y características físicas y geométricas.

Capacidad practica

Entendemos por capacidad practica a la cantidad de vehículos que pasan por un punto durante 1 hora sin que las condiciones de circulación originen demoras, peligros y restricciones intolerable en la maniobrabilidad de los vehículos por los conductores la medida de intolerable resulta ser subjetiva y relativa, por lo tanto, dependerá de cada estudio o proyecto cuyas características particulares ayuden a definir hasta donde puede ser tolerable un tipo de circulación.

Capacidad directriz

Para fines de diseño se ha establecido una definición de capacidad directriz a la cantidad de vehículos que pasan por un punto durante 1 hora teniéndose una condición de circulación correspondiente a un nivel de servicio C.

2.1.3. NIVEL DE SERVICIO DE UNA VÍA

El Nivel de Servicio es una medida de la calidad de fluidez.

Es por esto que el nivel de servicio se estudia de acuerdo al siguiente análisis:

Nivel de servicio A.- Representa una circulación a flujo libre. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. Y se considera un alto nivel de confort proporcionado por la circulación al motorista, pasajeros o peatón, es excelente.

Nivel de servicio B.- Está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobras en relación con la del nivel de servicio A.

Nivel de servicio C.- Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación del usuario individual se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de la velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

Nivel de servicio D.- Representa una circulación de densidad elevada, que establece que la velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.

Nivel de servicio E.- El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme.

La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a “ceder el paso”. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

Nivel de servicio F.- Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde las operaciones se caracterizan por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables.

Para la determinación del Nivel de Servicio de una determinada intersección, se determina en primer lugar la capacidad de dicha intersección o si es que ya se la tiene se la utiliza para determinar la relación entre el volumen del acceso al que corresponde la capacidad de la intersección, esta relación es conocida como el Factor de Carga. Con este valor entramos a la siguiente tabla que se muestra a continuación y determinamos a qué Nivel de Servicio corresponde.

Tabla 2.1. Niveles de servicio y volúmenes de servicio máximos para entradas de intersecciones aisladas independientes

Nivel de servicio	Descripción del flujo de tránsito	Factor de carga
A	Flujo libre	0,0
B	Flujo estable	$\leq 0,10$
C	Flujo estable	$\leq 0,30$
D	Próximo al flujo inestable	$\leq 0,70$
E	Flujo inestable	$\leq 1,0$
F	Flujo forzado	>1

Fuente: Manual de capacidad para vías interrumpidas

2.2. SEGURIDAD VIAL

La Estrategia Nacional de Educación Vial en Bolivia define como Seguridad Vial a las acciones que pueden realizarse para asegurar la prevención de accidentes de tránsito y para evitar que produzcan lesiones o muerte a las personas y pérdidas económicas”.

En el marco de esta definición y otras referidas sobre seguridad vial a nivel internacional, a fin de describir mejor de lo que se trata, se puede ampliar su significado de la siguiente manera:

“La seguridad vial es un derecho y bien común de toda la población, dirigida a lograr la correcta armonización del elemento humano, vehículo y vía. Esto implica la aplicación de un conjunto de acciones y mecanismos destinados a controlar los factores de riesgo relacionados con los accidentes de tránsito; así como, el conocimiento y cumplimiento de las leyes y reglamentos establecidos; a fin de prevenir posibles accidentes de tránsito o la severidad de los mismos”. (Viceministerio de seguridad ciudadana, 2013).

“Por seguridad vial se entiende como el conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento y disposiciones) y normas de conducta, bien sea como peatón o conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito. (Ley de Tránsito República Bolivariana de Venezuela).”

2.2.1. ESTADO DE LA SITUACION DE LA SEGURIDAD VIAL

2.2.1.1. CONTEXTO INTERNACIONAL

A nivel mundial, cada año, los accidentes de tránsito cobran casi 1,3 millones de vidas (más de 300 defunciones diarias) y más de la mitad de ellas no viajaban en automóvil. Entre 20 a 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales provocados por accidentes de tránsito, y tales traumatismos constituyen una causa importante de discapacidad en todo el mundo. Los accidentes de tránsito se han convertido en la principal causa de defunción entre los jóvenes de 15 a 29 años de edad.

Los traumatismos causados por accidentes de tránsito, son una de las primeras causas de mortalidad en América Latina, sobre todo en el grupo de 5 a 44 años, responsable anualmente de 142.252 muertes y un número estimado de lesionados de más de 5 millones. Se calculó en la Región una tasa ajustada de mortalidad de 15,8 por 100.000 habitantes. El 39% de las personas que fallecen en la Región por lesiones causadas por accidentes de tránsito son usuarios vulnerables (peatones, ciclistas o motociclistas), mientras que el 47% son ocupantes de vehículos automotores. Al evaluar los datos por sub región se observan diferencias significativas.

A nivel mundial en los países de ingresos altos se prevé una disminución de aproximadamente 30% en las muertes causadas por choques en la vía pública, se teme que, si no se adoptan medidas, para 2020 los accidentes de tránsito anualmente causarían la muerte de cerca de 1,9 millones de personas. Del noveno lugar ocupado el 2004, ocuparía el 2030 el quinto lugar en la lista de causas de años de vida ajustados en función de la discapacidad perdida AVAD (medición del desequilibrio en salud que combina la información sobre el número de años perdidos por muerte prematura y la pérdida de salud por discapacidad). Además del dolor y el sufrimiento que acarrear, los accidentes de tránsito provocan enormes pérdidas económicas para las víctimas, sus familias y el conjunto de las naciones: en gran parte de los países representan del 1% al 3% del producto nacional bruto.

2.2.1.2. CONTEXTO NACIONAL

En Bolivia el comportamiento de los accidentes de tránsito durante los últimos seis años (del 2008 al 2013) ha sido variable con un ascenso desde el 2008 (con 39.814 casos) al 2009 (con 41.882 casos), un descenso para 2010 (con 39.035 casos) para aumentar el 2011 (con 39.407 casos) para el 2012 (con 39.799 casos) y para el año 2013 (con 36.512 casos).

Frecuencia de accidentes de tránsito

Porcentualmente en este periodo, los departamentos que han permanecido en los tres primeros lugares, fueron La Paz con un promedio de 41.3% casos de accidentes de tránsito, Santa Cruz con un 20.5% y Cochabamba con 11.4%, seguido de Tarija 7.3%, Oruro 5.6%, Chuquisaca 5.4%, encontrándose Potosí 3.9%, Beni 3.2% y Pando 1.4% en los últimos lugares.

El análisis estadístico del registro de los accidentes de tránsito en los últimos seis años, reflejaría que los departamentos con mayor incidencia de accidentes de tránsito son La Paz, Santa Cruz y Cochabamba; sin embargo, no sucede lo mismo en relación a la población por cada departamento, habiendo existido variaciones en las tasas de accidentes de tránsito por 10.000 habitantes, donde los departamentos con mayor incidencia llegaron a ser: La Paz, Tarija y Oruro muy cerca de ellos Chuquisaca.

2.2.2. PARÁMETROS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD VIAL

2.2.2.1. SEÑALIZACIÓN VIAL

La finalidad principal de la señalización vial es la de suministrar a los conductores información necesaria o útil, en el momento y lugar en que la precisan. La información que ha de comunicarse puede clasificarse en tres amplios grupos, según la finalidad específica de la misma:

- ❖ Advertir de la existencia de posibles peligros que de otra forma podrían pasar desapercibidos.
- ❖ Comunicar la existencia de ciertas reglamentaciones que rigen en un determinado tramo de vía.

- ❖ Suministrar indicaciones que permitan al conductor orientarse, seguir la ruta más adecuada para sus fines o encontrar determinados lugares o instalaciones auxiliares.

El sistema de señalización habrá de reunir las siguientes condiciones para cumplir su finalidad:

- ❖ La información que transmita tiene que aparecer en forma comprensible, empleando un código o lenguaje que los conductores entiendan.
- ❖ La información debe ser presentada de forma que llame la atención a sus destinatarios y que estos no la confundan con otros anuncios de tipo publicitario.
- ❖ La información debe suministrarse en el lugar preciso en el que el conductor puede necesitarla, de forma que tenga tiempo para realizar cuantas maniobras sean necesarias para adaptar la marcha del vehículo a lo que indica la señal.
- ❖ La información que se suministre debe siempre tener algún interés, puesto que en otro caso los conductores tienden a ignorar y despreciar el contenido de todas las señales, tanto las que tienen interés como las que no lo tienen.

a) TIPOS DE SEÑALES

Excluyendo los semáforos y las propias señales de los agentes de circulación, podemos distinguir los siguientes tipos de señales:

- ❖ Señales verticales
- ❖ Señales horizontales

a.1.) Señales verticales

Los medios más importantes de señalización son las verticales, consistentes en unos paneles colocados sobre soportes situados generalmente a ambos lados de la calzada en los que figura la información a transmitir, son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso

de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

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

Señales reglamentarias

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

Se deberá evitar, de no ser estrictamente necesario, la inscripción de leyendas o mensajes adicionales en las señales verticales reglamentarias. 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.

Su color de fondo es blanco, aunque excepcionalmente puede ser rojo o azul. La orla será de color rojo, su forma es generalmente circular; cuando las señales sean rectangulares, la orla exterior será de color negro. Finalmente, los símbolos y leyendas serán de color negro o blanco y ocasionalmente gris.

Las señales reglamentarias deberán instalarse al lado derecho de la vía, en el lugar preciso donde se requiera establecer la regulación. Las señales podrán ser complementadas con placas informativas donde se podrán indicar días de la semana y las horas en las cuales existe la prohibición. Dichas placas no deberán tener un ancho superior al de la señal.

- ❖ Señales relativas al derecho de paso o de prioridad
- ❖ Señales prohibitivas o restrictivas
- ❖ Señales de sentido de circulación

A continuación, en la figura 2.2 y 2.3. se presentan las señales reglamentarias que nos brinda el manual interamericano de señalización vial. Las cuales deben encontrarse

como recomendación; visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática.

Figura 2.2. Señales reglamentarias 1



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura 2.3. Señales reglamentarias 2



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Señales preventivas

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

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

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.

En general, las señales de advertencia de peligro, tienen la forma de un cuadrado con una de sus diagonales colocada verticalmente, su color de fondo es amarillo y los símbolos y leyendas son de color negro.

Las señales de advertencia deben ubicarse con la debida anticipación, de tal manera que los conductores tengan el tiempo adecuado para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiere.

Cuando la distancia entre la señal de advertencia y el inicio de la condición peligrosa es superior a 300 m, se debe agregar a la señal una placa adicional que indique tal distancia. La dimensión depende del tipo de vía de ubicación de la señal:

Calles, avenidas: 0.60 x 0.60 m

Autopistas: 0.75 x 0.75 m

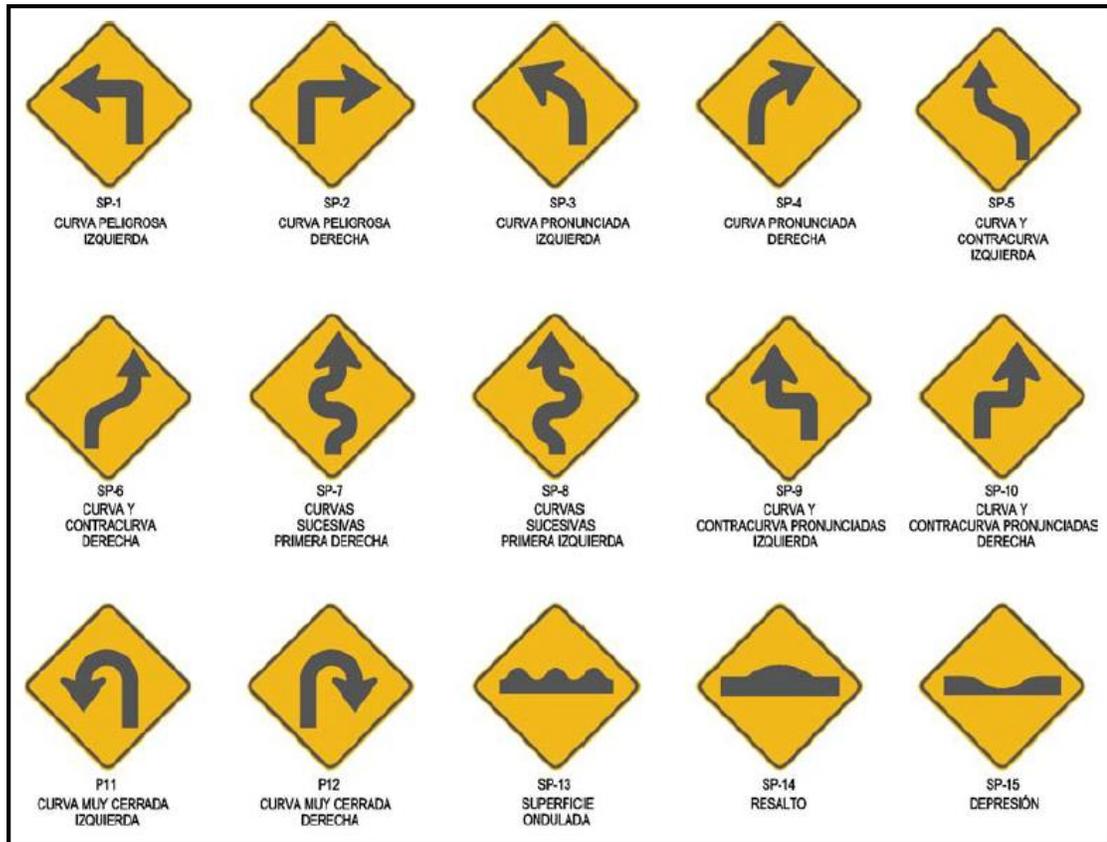
Casos Excepcionales: 0.90 x 0.90 m

Figura 2.4. Señales preventivas 1



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura 2.5. Señales preventivas 2



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Señales informativas

Las señales informativas o de información, tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc., guían al conductor a través de una determinada ruta, identificar puntos notables.

En particular se utilizan para informar sobre: enlaces o empalmes con otras vías, pistas apropiadas para cada destino, direcciones hacia destinos, calles o rutas, inicio de la salida a otras vías, distancias a que se encuentran los destinos, nombres de rutas y

calles, servicios y lugares de atractivo turístico existentes en las inmediaciones de la vía, nombres de ciudades, ríos, puentes, calles, parques, lugares históricos y otros.

En general, las señales informativas tendrán forma rectangular o cuadrada. Las excepciones a lo anterior, corresponden a las señales tipo flecha y algunas de identificación vial, las leyendas, símbolos y orlas son de color blanco. El color de fondo de las señales para autopistas y autovías, será azul y las para vías convencionales color verde.

En el caso en que se requiera adosar placas que amplíen la información de las señales, éstas serán de forma rectangular y en ningún caso deberán tener un ancho superior al de la señal principal.

La ubicación longitudinal de las señales informativas quedará determinada por su función, según se especifica para cada señal en esta sección. En todo caso, para efectos de su instalación, el lugar podrá ser ajustado hasta en un 20%, dependiendo de las condiciones del sector y de factores tales como geometría de la vía, accesos, visibilidad, tránsito, composición de éste y otros.

En el caso de las señales informativas, el mensaje no siempre se entrega a través de una sola señal, sino que en una secuencia de señales diseñadas y emplazadas para funcionar en conjunto. Dependiendo de las características y jerarquía de la vía.

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

Figura 2.6. Señales informativas



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

El tamaño de las señales está normalizado. En la mayor parte de las carreteras se emplean señales triangulares de 900mm de lado, circulares de 600 mm de diámetro y cuadradas de 600 mm de lado. En autopistas estas dimensiones se aumentan en 50 %, mientras que en zonas urbanas o cuando hay dificultades de espacio se reducen al 75%. Las señales informativas con direcciones y nombres de localidades no pueden tener tamaños, ya que dependen del número de letras que contengan.

La colocación de las señales informativas depende de las situaciones en que se emplean, y especialmente en intersecciones o enlaces complicados no siempre es fácil colocarlas de manera que no sean mal interpretadas por algunos conductores.

a.2.) Señales horizontales

La señalización horizontal de tránsito corresponde a demarcaciones, tipo líneas, símbolos, letras u otras, entre las que se incluyen las tachas retro reflectantes complementarias, con la finalidad de informar, prevenir y regular el tránsito. Lo que se indica constituye el estándar mínimo aceptable, pudiendo aumentarse atendiendo a las particularidades que la vía pudiere presentar.

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

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

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

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

La demarcación mediante líneas de pista, de eje y de borde otorga un mensaje continuo al usuario, definiendo inequívocamente el espacio por el cual debe circular, otorgando

al conductor la seguridad de estar transitando por el espacio destinado para tal efecto. Por el contrario, la ausencia de demarcación, genera comportamientos erráticos e inesperados en los conductores.

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

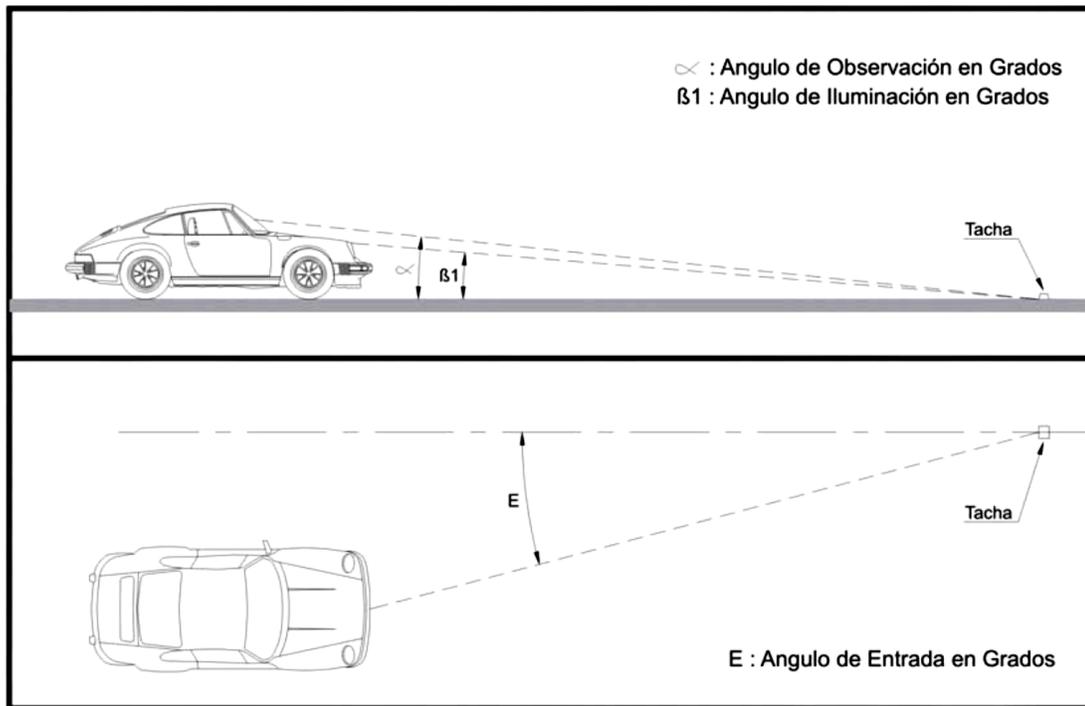
- ❖ **Líneas Longitudinales:** Las líneas longitudinales se emplean para delimitar pistas y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para delimitar pistas de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, pistas exclusivas de bicicletas o buses.
- ❖ **Líneas Transversales:** Las líneas transversales tienen la función de definir puntos de detención y/o sendas de cruce de peatones y ciclistas, pueden ser de dos tipos; Líneas de Detención y Líneas de Cruce.
- ❖ **Símbolos y Leyendas:** Los símbolos y leyendas se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de demarcación flechas, señales como CEDA EL PASO y PARE y leyendas como LENTO, entre otras.
- ❖ **Otras demarcaciones:** Corresponden a demarcaciones como achurados, demarcaciones de tránsito divergente y convergente, distanciadores, etc. En este caso no es posible agruparlas por sus características geométricas, dado a que ninguna de sus formas o líneas predomina sobre las otras.

Las demarcaciones planas deberán ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se confeccionan con materiales apropiados, como pinturas que junto a microesferas de vidrio, se someten a procedimientos que aseguran su retroreflexión.

Esta propiedad, permitirá que las micro-esferas sean visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.

Tratándose de demarcaciones elevadas (tachas), la superficie retroreflectante debe ser siempre a lo menos de 10 cm². Cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalado, se deberá retirar e instalar uno nuevo.

Figura 2.7. Ángulo de entrada y observación de las demarcaciones (Señalización horizontal)



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC.

En cuanto al color de las demarcaciones o señales horizontales, para las demarcaciones planas, las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas.

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

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

Cuando se requiera dar contraste a las líneas blancas o amarillas podrá emplearse líneas negras adyacentes a ellas y de ancho igual a $\frac{1}{2}$ del ancho de la línea, excepto para marcas viales en donde se implementarán líneas negras que sobresalgan 5 cm.

b) EMPLEO DE LA SEÑALIZACIÓN EN INTERSECCIONES

En el caso de las intersecciones la señalización tiene una doble finalidad: advertir el peligro que una intersección siempre representa y regular la prioridad de paso.

Cuando la regla de prioridad vigente es la general de preferencia a la derecha, basta colocar en todos los accesos la señal de peligro correspondiente a intersecciones sin regla especial de prioridad, ya que si no se indica otra cosa debe entenderse que rige lo establecido en el código de circulación. De la misma forma, en el caso de intersecciones con semáforos, solo son necesarias señales de peligro que indiquen la existencia de semáforos, a distancia suficiente para permitir la parada de vehículos, colocando además en la propia intersección marcas viales que señalen los puntos de parada.

En las intersecciones en las que una vía tiene carácter preferente, es necesario emplear en los accesos secundarios señales que indiquen la obligación de ceder el paso a los que circulan por la vía principal. Para ello se emplea preferentemente la señal de ceda el paso situada en el acceso, complementada con marcas que señalan el punto de parada. Si la velocidad de los vehículos en las carreteras secundarias es superior a los 50 km/h, se coloca una señal previa de advertencia indicando la distancia a la que se encuentra la intersección, complementada si es necesario con una limitación de velocidad.

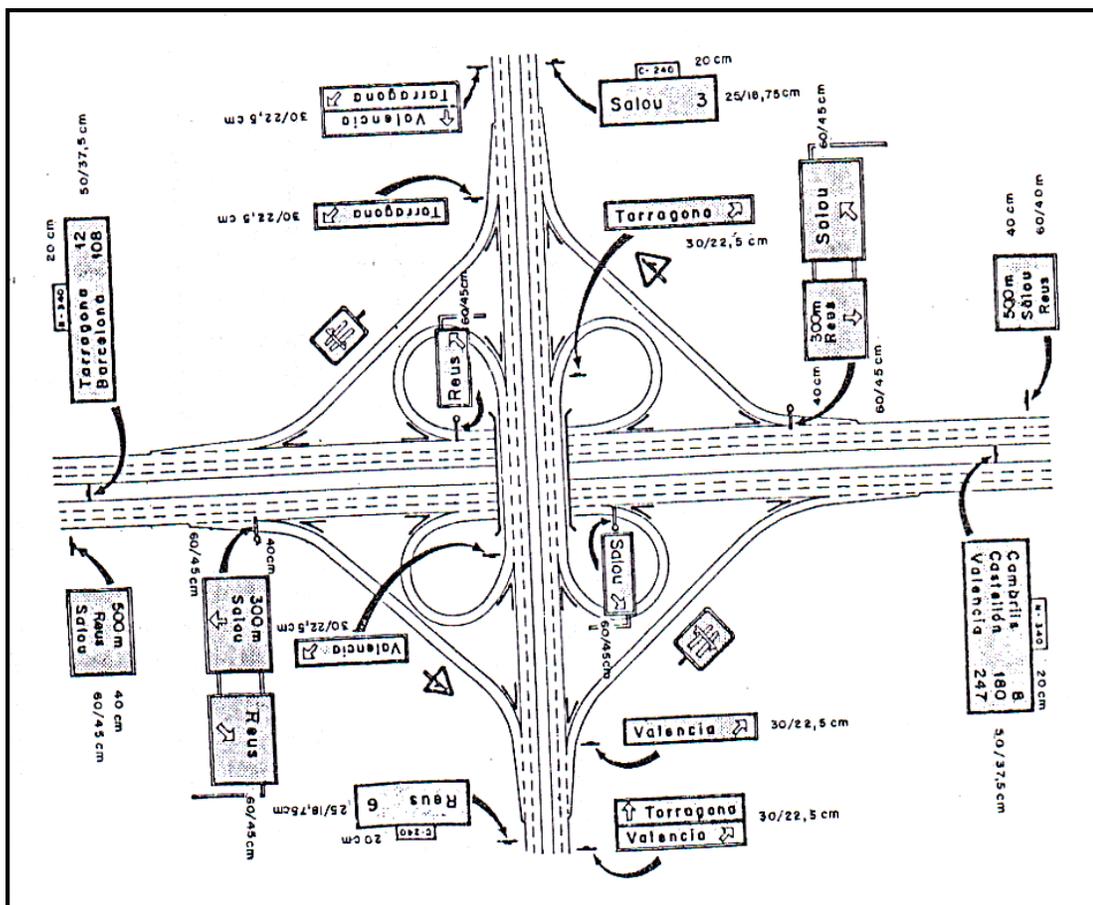
La distancia de visibilidad es uno de los elementos más importantes en la seguridad de un camino o vía y su provisión posibilita una operación eficiente.

Cuando en el acceso secundario la visibilidad es limitada, o cuando la circulación en la vía principal es muy elevada, se utiliza la señal de “stop” que obliga a detenerse a todos los vehículos, aunque no existan vehículos a los que “ceder el paso”.

Toda intersección a nivel debe estar convenientemente regulada mediante señales informativas, preventivas y reglamentarias, que faciliten distinguir entre la vía principal que tiene preferencia y la secundaria.

En la vía preferente se colocan señales de advertencia (correspondientes a intersección con vías no prioritarias) con la doble finalidad de señalar la presencia de la intersección e indicar a los conductores que tienen preferencia, ya que de otra forma tendrían que ceder el paso a los que accediesen por su derecha.

Figura 2.8. Señalización en intersecciones



Fuente: Elementos de la ingeniería de tráfico-Carlos Kraemer

2.2.2.2. SEMAFORIZACIÓN

Se define como semáforo a los dispositivos electromagnéticos y electrónicos, que se usan para facilitar el control de tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el rojo, amarillo y verde.

Su función principal es la de permitir el paso alternadamente a las corrientes de tránsito que cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

Si la instalación y operación de los semáforos es correcta, éstos podrán aportar diversas ventajas. En cambio, si uno o más semáforos son deficientes, servirán para entorpecer

el tránsito, tanto de vehículos como de peatones. Es muy importante que antes de seleccionar y poner a funcionar un semáforo, se efectúe un estudio completo de las condiciones de la intersección y del tránsito y se cumpla con los requisitos que la experiencia ha fijado. También es importante que después que el sistema de semáforos empiece a funcionar, se compruebe que éste responde a las necesidades del tránsito y, en su caso, que se hagan los ajustes pertinentes.

Un semáforo o un sistema de semáforos, que opere correctamente, tendrá una o más de las siguientes:

a) VENTAJAS DE LA INSTALACIÓN DE LOS SEMÁFOROS EN INTERSECCIONES

- ❖ Ordena la circulación del tránsito y, en muchos casos, mediante una asignación apropiada del derecho al uso de la intersección, optimiza la capacidad de las calles.
- ❖ Reduce la frecuencia de cierto tipo de accidentes.
- ❖ Con espaciamientos favorables se pueden sincronizar para mantener una circulación continua, o casi continua, a una velocidad constante en una ruta determinada. En algunos casos, esa velocidad constante es conveniente reducirla para fines de seguridad.
- ❖ Permiten interrumpir periódicamente los volúmenes de tránsito intensos de una arteria, para conceder el paso de vehículos y peatones de las vías transversales.
- ❖ En la mayoría de los casos representan una economía considerable por su mayor habilidad en el control del tránsito con respecto a la utilización de otras formas de control, como por ejemplo señales o policías de tránsito.

Cuando el proyecto o la operación de un semáforo o sistema de semáforos es deficiente, ya sea por falta de elementos de juicio, o bien porque se ha abusado de los semáforos como una panacea para resolver todos los problemas, puede presentarse una o varias de las siguientes:

b) DESVENTAJAS DE LA INSTALACIÓN DE LOS SEMÁFOROS EN INTERSECCIONES

- ❖ Se incurre en gastos no justificados para soluciones que podían haberse resuelto solamente con señales o en otra forma económica.
- ❖ Causan demoras injustificadas a cierto número de usuarios, especialmente tratándose de volúmenes de tránsito pequeños, al causar retardos molestos por excesiva duración de luz roja o del tiempo total del ciclo.
- ❖ Producen reacción desfavorable en el público, con la consiguiente falta de respeto hacia ellos o hacia las autoridades.
- ❖ Incrementan el número de accidentes del tipo *alcance*, por cambios sorpresivos de color.
- ❖ Ocasionan pérdidas innecesarias de tiempo en las horas del día, cuando se presentan escasos volúmenes de tránsito que no requieren control de semáforos.
- ❖ Aumentan la frecuencia o gravedad de ciertos accidentes cuando la conservación es deficiente, especialmente en casos de focos fundidos o interrupciones del servicio eléctrico.
- ❖ En intersecciones rurales, la aparición intempestiva de un semáforo ocasiona accidentes cuando no hay avisos previos adecuados.

c) ESTUDIOS NECESARIOS PARA LA INSTALACIÓN DE UN SEMÁFORO

La instalación de un semáforo en un cruce de calles no se justifica en sí misma; sólo es válida si los beneficios superan las pérdidas o costos.

Se debe efectuar previamente una investigación de las condiciones del tránsito y de las características físicas de la intersección, para determinar si se justifica la instalación de semáforos y para proporcionar los datos necesarios para el diseño y la operación apropiada de un semáforo.

Los principales datos a recopilar son los siguientes:

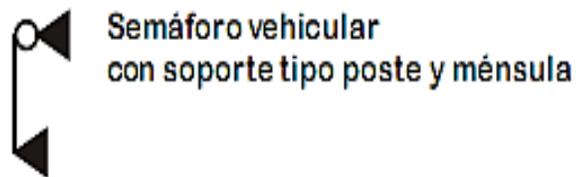
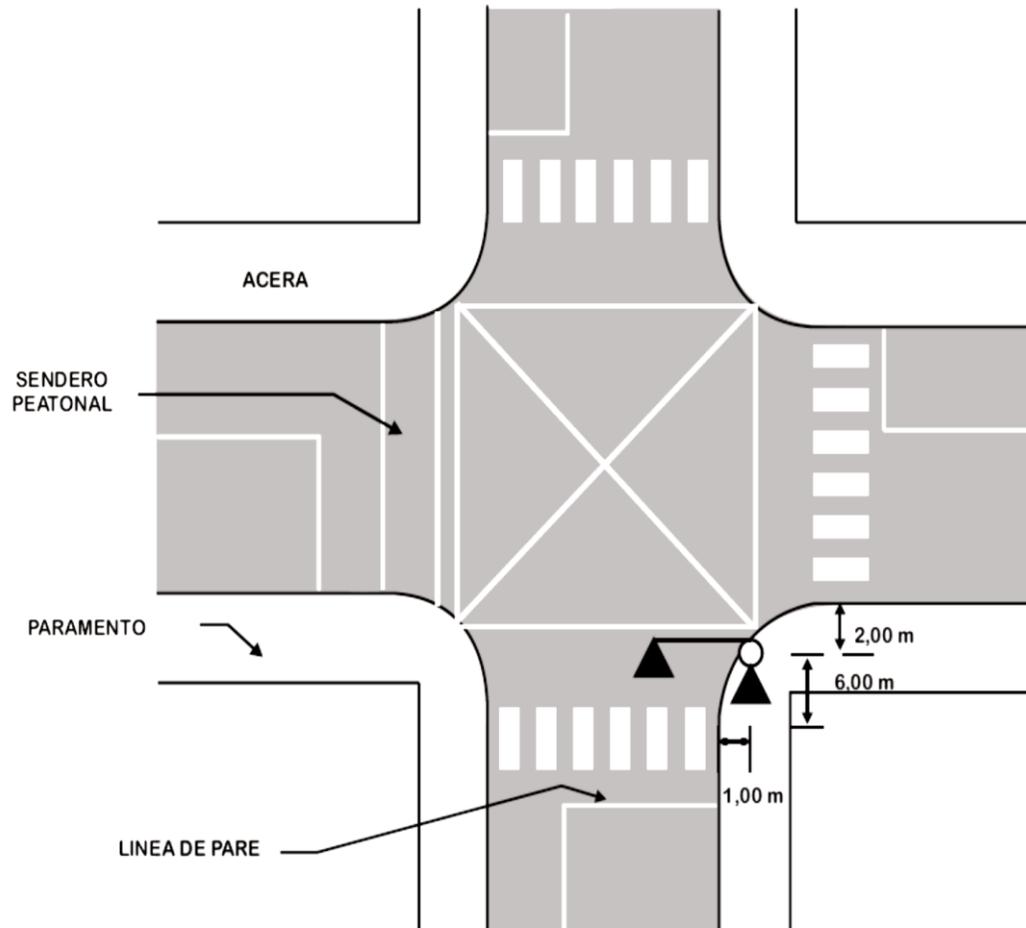
- ❖ Número de vehículos que ingresan a la intersección por cuartos de hora y por cada vía de acceso en un período de 16 horas consecutivas durante tres (3) días

representativos. Las 16 horas seleccionadas deben contener el mayor porcentaje del tránsito de las 24 horas.

- ❖ El volumen de vehículos para cada movimiento vehicular desde cada vía de acceso clasificado por tipo de vehículos (autos, buses y camiones) durante cada período de 15 minutos de las dos horas de máxima demanda, para los períodos de la mañana y de la tarde.
- ❖ Volumen peatonal en períodos de 15 minutos por cada cruce durante las horas de máxima demanda vehicular y de máxima intensidad de circulación de peatones.
- ❖ La velocidad del percentil 85 de todos los vehículos en los accesos a la intersección no controlados y la medición del promedio de detenciones por vehículo antes de cruzar la intersección, lo cual permitirá evaluar los costos de operación vehicular.
- ❖ Un plano que contenga la siguiente información:
 - Detalles del diseño físico, incluyendo características, tales como geometría de la intersección, canalización, pendientes y/o restricciones de distancia y visibilidad.
 - Señalización vertical, demarcaciones del pavimento, iluminación de la calle, sentido de circulación, condiciones de estacionamiento, paraderos y rutas de transporte público.
- ❖ Un diagrama con estadísticas de accidentes, por lo menos durante un año, clasificados por tipo, ubicación, sentido de circulación, consecuencias, hora, fecha y día de la semana.

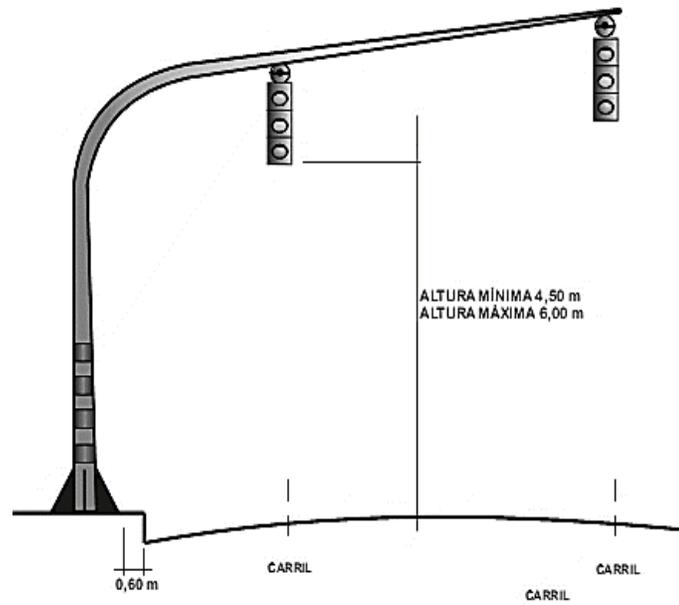
El balance de costos y beneficios puede (adecuadamente desconectados en el tiempo) ser positivo o negativo. Aún más, dado que el tránsito varía a distintas horas del día y días en el año, el balance puede ser positivo para unas pocas horas de gran demanda y negativo para el resto.

Figura 2.9. Localización de las caras del semáforo en el lado más cercano del acceso de la intersección



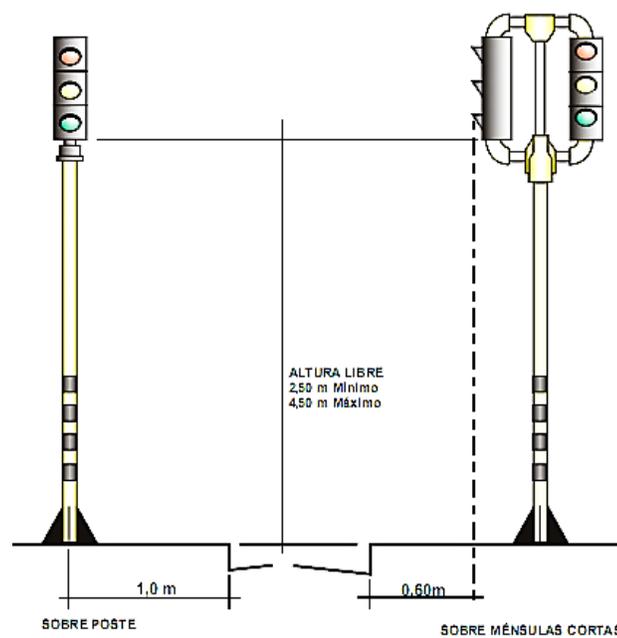
Fuente: Ingeniería de tránsito – Álvarez, L. E.

Figura 2.10. Semáforos montados en ménsula sujeta a poste lateral



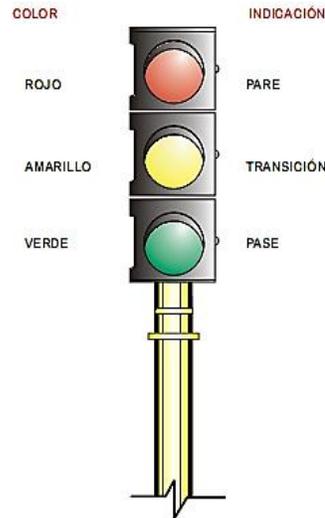
Fuente: Manual interamericano de señalización vial.

Figura 2.11. Semáforos montados en postes o en ménsula corta



Fuente: Manual interamericano de señalización vial.

Figura 2.12. Posición de las lentes en un semáforo de tres luces



Fuente: Manual interamericano de señalización vial.

2.2.2.3. ACCIDENTABILIDAD VIAL

La accidentabilidad o accidentología vial es una disciplina científica, que estudia las causas y efectos de los accidentes de tránsito terrestre y propone las medidas adecuadas para atenuarlos, vale decir, estudia integralmente el fenómeno con la finalidad de establecer sus causas y paliar sus efectos nocivos a partir de los principios y datos aportados por otras disciplinas científicas.

Se encarga del estudio de accidente de tránsito, considerándose a este tipo de accidentes como aquel que ocurre en la vía pública, en el cual se ven involucrados los diferentes usuarios de la misma, tales como peatones, los vehículos de toda clase, los animales que por ella se desplazan y todos los elementos que se encuentran inmersos en el espacio considerado como vía pública, como lo es la calzada, las aceras, los árboles, la lluvia, el agua, etc.

Un accidente de tránsito es todo suceso eventual y fortuito producido como consecuencia o con ocasión del tránsito, en el que intervienen al menos un vehículo, gobernado o no, y como resultado del mismo se produce muertes, lesiones en las personas y/o daños en las cosas.

Art. 152 Código de tránsito

“accidentes son sucesos de los que resultan daños a las personas o las cosas”

Los accidentes de tránsito no son producidos, en general, con la intención de ocasionar un daño, sino que representan una eventualidad en que no existe la voluntad de ocasionarlo; **pero si en el grado de culpabilidad suficiente y necesaria** para incluirlos dentro del marco de los delitos específicamente mencionada en el código penal como: culpa.

Conlleva una acción normalmente negligente o imprudente, ya sea del conductor del vehículo, de uno de los pasajeros, del mismo o de uno de los peatones de la vía, si bien, también cabe que el mismo se produzca como consecuencia de fallas en el vehículo u otras causas imprevistas.

Art. 160 Código de tránsito

“(Responsabilidad). La determinación de la responsabilidad tiene por objeto el resarcimiento de los daños civiles y el cumplimiento de la sanción conforme a la ley”

Un “accidente de tránsito” será prevenible; en cuanto los tres elementos que intervienen (usuario, vehículo y vía) en un accidente de tránsito cumplan con las normas y recomendaciones de seguridad establecidas en la legislación vigente.

a) CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES

Existen varias formas de clasificar los accidentes y definir los distintos tipos que las clasificaciones contienen, desde el punto de vista estadístico, los accidentes pueden adoptar diversas formas o modalidades, de acuerdo al evento que los caracteriza.

❖ COLISIÓN

Designase con tal expresión a los accidentes que se producen entre dos vehículos en movimiento cuando sus trayectorias se encuentran. En esta familia de accidentes la condición suficiente y necesaria es el movimiento en que deben encontrarse los vehículos.

Colisión frontal

Es aquella en embestimiento o impacto se da y recibe con las partes frontales delanteras de los móviles, estando estos en movimiento. Ellas pueden ser Centrales, cuando los ejes longitudinales de los vehículos coinciden, o Excéntricas, cuando los ejes longitudinales no coinciden en una recta.

Alcance.

Es aquella en que el embestimiento o impacto se da con la y recibe con las partes frontales delanteras contra la parte frontal posterior de otro y se produce cuando un vehículo que transita a mayor velocidad que otro que le precede, le da alcance el igual que la colisión frontal, puede ser central o excéntrico.

Colisión Lateral.

Es aquella en que el embestimiento o impacto se da con las partes frontales de un vehículo contra el forro lateral de la carrocería o contra el chasis de otro. Las colisiones laterales pueden ser perpendiculares u oblicuas o diagonales, según sea la posición de los ejes longitudinales de los vehículos en el momento inmediatamente anterior al impacto.

Raspado.

Roce violento entre los laterales de los vehículos comprometidos en la colisión; si ellos transitan en el mismo sentido de dirección el raspado es negativo y si el sentido de dirección entre ellos es contrario, el raspado es positivo.

Colisiones Mixtas.

En muchas ocasiones las diversas modalidades de colisiones se suceden denominándose a la serle de ellas, colisiones mixtas.

❖ ATROPELLO

Ocurre entre un vehículo en movimiento y al menos una persona, donde este puede ocurrir golpes, volteos, aplastamientos, o diferentes grados de atropello.

❖ **CHOQUE A OBJETOS FIJOS.**

Ocurre entre un vehículo en movimiento y un objeto inerte que puede ser una casa, un poste, un boulevard, una acera inclusive con otro vehículo estacionado.

❖ **VUELCO.**

Es un accidente que envuelve un solo vehículo a motor en transporte y donde el conductor de un vehículo pierde el control del mismo, ocurriendo a este un volteo o vuelcos de campana.

b) LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y SUS CAUSAS

En el estudio de los accidentes de tránsito no resulta fácil averiguar cuáles son las causas que los producen principalmente por dos motivos:

- ❖ Accidentes con análogas características pueden tener causas muy diferentes
- ❖ Sucesos que se consideran como causas ciertas en determinados accidentes no necesariamente son causas que siempre producen accidentes

La mayoría de los accidentes no son el producto de un único suceso identificado como "la causa" sino que son producidos por una cadena de sucesos interactuantes.

Podemos dividir las causas de los accidentes en dos grupos:

Causas directas

Son aquellos sucesos, acciones o condiciones capaces de alterar irreversiblemente la normal circulación del vehículo produciendo el accidente.

Entre ellos podemos citar:

- ❖ Adelantamiento inadecuado
- ❖ Reventón de neumáticos
- ❖ Exceso de velocidad en una curva

Tanto la velocidad como las infracciones a las normas de la circulación son causas voluntarias, es decir, la infracción se produce por que el conductor así lo desea.

Causas indirectas

Son aquellos sucesos, acciones o condiciones que, sin considerarse responsables del accidente, influyeron en el proceso que precedió al mismo.

Podemos citar:

- ❖ Cansancio o estado de ánimo del conductor
- ❖ Señalización inapropiada en un determinado lugar
- ❖ Defectos mecánicos del vehículo
- ❖ Irregularidad en la calzada

Haciendo un análisis teórico de las causas de los accidentes se establece que, mientras las capacidades del conductor sean superiores a las demandas que plantean la vía y el vehículo, el sistema de circulación será estable. Cuando el equilibrio se rompa, sobrevendrá el accidente.

c) APLICACIÓN DE LEGISLACIÓN Y NORMAS VIALES

La aplicación de las leyes tiene un papel de peso a la mejora de la seguridad vial. La actuación de la policía en este sentido es más eficaz cuando se cuenta con la ayuda de la tecnología y cuando las leyes parecen ser aceptadas por la mayoría de los usuarios. Las reducciones más notables del número de accidentes como consecuencia de la aplicación de la ley están relacionadas con la conducción y el alcohol. Las leyes que han resultado se han basado en limitar la cantidad de alcohol en la sangre.

A continuación, se presentará un conjunto de normas que se estima necesario adoptar para reducir al mínimo la magnitud de los accidentes en los caminos y calles.

Inspección vehicular en forma periódica y regular.

Recomendaciones.

- ❖ Todos los vehículos deberán ser inspeccionados en periodos regulares que dependen del uso del vehículo y su condición física y mecánica. El periodo mínimo recomendable es de un año.

- ❖ La inspección deberá incluir aquellos aspectos que pongan en riesgo la operación segura del vehículo. Cuando no se reúnan las condiciones mínimas de seguridad conviene retirar el vehículo de circulación mientras se cumplan esas condiciones.

Educación del conductor y peatón.

Recomendaciones.

- ❖ Deberá existir un programa que provea al futuro conductor, y al que ha acumulado cierta experiencia, con la información, conocimientos convenientes para que su comportamiento, en relación con el tránsito, resulte el más seguro posible.
- ❖ Deberá existir también un programa de educación vial, oficial, para ser impartido en todas las escuelas del país. Como complemento se debe fomentar la creación del servicio de voluntarios para la protección de cruces en zonas escolares.
- ❖ Es necesario que la Secretaría de Educación Pública destine el espacio necesario en los libros de textos oficiales, en temas de educación vial.

Vigilancia de los sitios detectados como peligrosos para el tránsito.

Recomendaciones.

- ❖ Deberá existir un programa, del tipo de emergencia, dirigido a aplicar las medidas más pertinentes en primera instancia, en los sitios en donde se ha detectado la incidencia de accidentes, mientras se adoptan medidas definitivas con base en un estudio más completo de los datos.
- ❖ Deberá existir formas de vigilancia sobre los puntos y zonas que tiendan a convertirse en lugares de incidencia frecuente de accidentes.

Registro de datos de tránsito e identificación de los sitios de mayor frecuencia de accidentes y sus características relevantes.

Recomendaciones.

- ❖ Deberá existir un procedimiento adecuado que permita la identificación precisa de las características de los accidentes ocurridos, incluyendo sus causas aparentes y las determinadas sobre la base del análisis pericial.
- ❖ El análisis de los datos almacenados de accidentes deberá permitir lo siguiente:
 - La obtención de un inventario de accidentes durante periodos fijos.
 - Detectar los sitios en donde ocurren con mayor frecuencia los accidentes.
 - Identificar las causas técnicas atribuibles al diseño y a las características geométricas de la calzada.
 - Evaluar, mediante estudios estadísticos de antes y después, la efectividad de las medidas adoptadas para corregir la situación.

Evaluación del efecto del alcohol sobre la seguridad en calles y carreteras.

Recomendaciones.

- ❖ Deberá existir un programa dirigido a determinar el contenido de alcohol en la sangre de quien incurre, como sujeto activo o pasivo, en un accidente de tránsito. Este programa deberá incluir los siguientes aspectos.
- ❖ Determinación, mediante procedimientos químicos, de la concentración de alcohol en conductores o pasajeros heridos, o que mueran dentro de las cuatro horas posteriores al accidente.
- ❖ Especificaciones del nivel máximo tolerable de concentración de alcohol en función del peso de las personas.

Reglamentación y su aplicación legal.

Recomendaciones.

- ❖ Es necesario procurar, en forma sistemática, la unificación de reglamentación de tránsito en todas las entidades del país.
- ❖ La reglamentación correspondiente deberá ser adecuadamente funcional en relación con la situación actual y las características del conductor nacional, sin dejar de considerar la experiencia internacional.

Servicios policíacos en relación con la operación del tránsito.

Recomendaciones.

- ❖ Deberá capacitarse y actualizar al personal de policía en todos los aspectos que se relacionan con la vigilancia del tránsito de vehículos y peatones. Deberá emplearse para ello la información actualmente disponible y consignada en el material educativo desarrollado en el país y en otras naciones.
- ❖ Reconociendo que el primer contacto de la población con el cuerpo administrativo del gobierno es el servicio policíaco, la capacitación del personal deberá realzar la naturaleza de la función policíaca como actitud de servicio en beneficio del flujo de vehículos y el desplazamiento de peatones.
- ❖ La aplicación de esta norma deberá ser acompañada de registros evaluativos por la policía de tránsito dirigidos a confirmar el logro de los propósitos de esta norma.

Diseño, construcción y mantenimiento de calles, avenidas y carreteras.

Recomendaciones.

- ❖ En todas las nuevas construcciones o reconstrucciones, de calles, avenidas y carreteras, deberán observarse todas las normas técnicas de diseño, que representen seguridad en la operación del tránsito y que son: distancia de visibilidad, curvaturas, separación entre los puntos de decisión, anchura de carriles, de aceras y de fajas separadoras, etc.
- ❖ La iluminación en avenidas, vías urbanas rápidas, intersecciones con carreteras, etc. Deberá diseñarse de modo que se cumpla con las condiciones de visibilidad en todos los puntos del cambio y se evite el deslumbramiento.
- ❖ Cada vez que se realicen reparaciones o modificaciones en la red urbana, o de carreteras, deberá existir un programa referente a informar al conductor de las desviaciones y su situación, de modo que, en lo posible, la operación de tránsito se realice en condiciones semejantes a las previas.

Dispositivos para el control del tránsito y protección al peatón.

Recomendaciones.

- ❖ Deberá existir un procedimiento de trabajo que permita identificar las necesidades, o deficiencias, de los dispositivos para el control del tránsito. El procedimiento, además, deberá permitir el desarrollo de programas para la instalación, renovación o mejora de semáforos y señales de tránsito que contemplen las necesidades presentes y futuras, así como las situaciones de emergencia.
- ❖ La instalación y el diseño de semáforos y señales deberá ajustarse, en lo posible, a las normas internacionales y deberá procurarse que en la adopción de estas normas exista una uniformidad en todo el país.

d) APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LOS PEATONES

Es importante dedicarles estos párrafos a los peatones, porque no solamente son víctimas de los problemas de tránsito, sino que también, a menudo, constituyen una de sus causas.

En las vías, los peatones deben transitar por las aceras, y por su derecha de acuerdo al sentido de circulación, en donde no hay aceras deben hacerlo por la franja lateral de la vía, por la berma, o bien fuera de la calzada, de lo contrario, hacerlo siempre por el lado izquierdo, para así tener de frente al tránsito que viene en contra.

En las vías sólo se debe cruzar por los cruces de peatones, situados cerca de las esquinas. Debe tenerse presente que no debe cruzarse en las esquinas en forma diagonal, para que los peatones puedan hacer esto, los conductores deben tener sus vehículos en la línea de detención, nunca deben detener su automotor sobre la zona de cruce de peatones, si ocurriese esto deberá ser castigado.

Algunos derechos de los peatones frente a los conductores:

- ❖ Si no hay semáforo o autoridad, tiene prioridad de paso, para cruzar el peatón y los vehículos deben llegar hasta detenerse para respetar este derecho, lo cual esto no

ocurre en nuestra ciudad puesto que el conductor al observar que no existe ninguna restricción acelera. En el resto de la cuadra tiene preferencia el conductor.

- ❖ Al virar, a la derecha o izquierda, el conductor debe avanzar lentamente con su vehículo e incluso detenerse para permitir el paso de los peatones.
- ❖ De acuerdo a las normas de seguridad le está prohibido al conductor intimidar al peatón de palabra, o bien usando el acelerador o la bocina.

e) APLICACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL CONDUCTOR

Para choque de frente

Para evitar el choque de frente se recomienda:

No tratar de ganarle la esquina o la intersección al vehículo que viene de frente cuando se va a virar a la izquierda, hacer señal reglamentaria (direccional y manual) antes de virar, se debe mirar lo más adelante posible el tránsito en sentido contrario para cuidarse de algún vehículo que venga adelantando a otro. Aun cuando se tenga el derecho de vía hay que evitar el accidente, cuando un conductor viene en sentido contrario y se mete al carril que no le corresponde no hay que tratar de eludirlo virando a la izquierda. Por lo contrario, hay que orillarse todo lo posible a la derecha y reducir la velocidad, cuando está lloviendo y no se ve la línea divisoria de carriles.

Para evitar el choque por alcance si se está siguiendo a otro vehículo.

Se deben observar las siguientes recomendaciones:

- ❖ Seguir la regla de los segundos que es la más moderna y eficaz. Consiste en buscar un punto de referencia en la carretera (una piedra, un rótulo, un anuncio, un árbol, etc.), delante del vehículo y contar mil ciento uno, mil ciento dos, y equivale a guardar un lapso de dos segundos entre el vehículo y el de adelante. Si se llega al punto de referencia y se dice “mil ciento...y no tiene tiempo de decir o contar mil ciento dos, ello significa que se está muy cerca del vehículo de adelante y se debe aumentar el espacio de separación o sea reducir la velocidad de circulación.

- ❖ Guardar una distancia del vehículo que se conduce y el de delante de forma tal que se permita ver las llantas de este sobre la calzada, si no se puede ver las llantas, esto indica que se está muy cerca.
- ❖ Antes de llegar a una intersección en que se detendrá por un dispositivo de control, avisar al vehículo de atrás lo que se va a hacer.

Para proteger el vehículo de colisión por alcance.

Se debe tomar las siguientes precauciones:

- ❖ Avisar anticipadamente lo que se va a hacer.
- ❖ Frenar suavemente y evitar detenerse de manera violenta. Dar suficiente tiempo y espacio al vehículo de atrás.
- ❖ Mantener la distancia con vehículo que le viene siguiendo.
- ❖ Si el conductor, no guarda la distancia de seguimiento, constituyendo un peligro para los conductores, reducir la velocidad y dejarlo pasar. El conductor de atrás es peligroso, es un conductor impaciente y es más seguro no tenerlo cerca.

Para colisiones por adelantamiento

El adelantamiento es una de las maniobras más peligrosas en la conducción de vehículos. Se debe tener mucho cuidado al hacerla. Para explicarlo lo más claro posible vamos a dividir el adelantamiento en tres etapas:

❖ Primera etapa: Lo que debe hacerse antes del adelantamiento.

Que no exista prohibición: línea amarilla continúa sobre el carril derecho o línea blanca continua, o línea amarilla doble.

Que no exista tránsito en sentido contrario que ponga en peligro la maniobra, o bien que la dificulte.

Que se encuentre con suficiente visibilidad para ejecutar la maniobra.

Guardar la suficiente distancia con el vehículo que se va adelantar, cuidándose de un frenazo o bien de una reducción de velocidad del vehículo de adelante.

Observar en el espejo retrovisor que no haya vehículos, puesto que, si se quiere regresar por la derecha, esta podría encontrarse cerrada por los vehículos de atrás.

Cambiar la velocidad por una más fuerte que se requiere para maniobrar con más rapidez.

❖ **Segunda etapa: Lo que se debe hacerse durante el adelantamiento.**

Avisar al conductor de adelante. Se avisa en el día con un toque suave de bocina, y en la noche por medio de un cambio de luces.

Observar si el vehículo adelantado está cooperando con el adelantamiento, es decir, reduciendo la velocidad.

Colocarse bien a su derecha, continuar con la maniobra de adelantamiento.

Observar al vehículo de adelante, si no permite el adelantamiento, no debe insistir.

❖ **Tercera etapa: Lo que debe hacerse después del adelantamiento.**

Cuando hemos adelantado y miramos por el espejo retrovisor al vehículo adelantado, hacemos las siguientes maniobras:

Poner la direccional hacia la derecha.

Regresar al carril derecho sin cortar al vehículo adelantado.

En la vía no se debe adelantar en:

En intersecciones o esquinas (línea blanca continua).

Donde exista una línea amarilla simple sobre el carril de circulación, o doble en dos carriles (uno en cada sentido).

En cuestas y pendientes.

En curvas.

En las vecindades de parques y escuelas.

En la conducción en intersecciones

Para evitar colisiones en intersecciones se debe seguir las siguientes recomendaciones:

❖ **Programar anticipadamente.**

Se debe conocer, antes de llegar a la intersección hacia donde virar y nunca se debe actuar a última hora, porque pone en peligro la propia seguridad y la de los demás, haciendo virajes inesperados y a última hora, sin previo aviso ni señalamiento.

❖ **Ubicarse correctamente.**

Es necesario ubicarse con la debida anticipación en el carril correcto antes de llegar a la intersección, y de acuerdo con su destino no se debe situar en el carril que no corresponde, se debe respetar las demarcaciones de los diferentes carriles y no limitarse a buscar la comodidad, porque esto puede provocar un accidente y hasta la muerte.

❖ **Hacer señales.**

Se debe hacer con la debida anticipación las señales reglamentarias (manuales y eléctricas) si se va a detener el vehículo avisar al vehículo de atrás con tiempo, bombeando suave y ligeramente los frenos para que la luz de freno encienda.

❖ **Reducir la velocidad.**

Antes de llegar a la intersección se debe reducir la velocidad, aunque la intersección tenga luz verde o, aunque se circule por una vía principal. Se debe retirar el pie del pedal de aceleración y suspenderlo sobre el pedal del freno. Así se economizará el espacio de reacción en caso que presente una emergencia en la intersección.

❖ **Mirar lo más adelante posible.**

Antes de llegar a la intersección, la mirada se debe llevar lo más adelante posible para saber:

Quien está en la avenida principal o secundaria.

Cuántos vehículos hay en la intersección y para donde van.

Cuáles son las señales que hay en la intersección.

❖ **No impacientarse en los congestionamientos.**

No se debe impacientar. Tampoco usar la bocina insistentemente. Con esa actitud, no se va a expeditar el tránsito, pero pueden darle una infracción por escandaloso y poner nerviosas a otras personas. Recordar que la impaciencia puede ser antecedente de un choque.

❖ **No adelantar en las intersecciones.**

No deben hacerse adelantamientos en las intersecciones, en especial en aquellas cuyas vías una línea blanca continua antes de llegar a la esquina.

❖ **No estacionar cerca de una intersección.**

Ningún conductor debe estacionar su vehículo en las proximidades de una intersección si obstaculiza la visibilidad a otros conductores. Hay que detenerse por lo menos diez metros antes de una intersección o esquina.

En la conducción en rotondas

Aunque parece difícil la conducción en las rotondas, es sumamente fácil si se respeta los siguientes aspectos:

- ❖ Conducir a baja velocidad y respetar las señales.
- ❖ Hacer el ingreso a la rotonda en forma pausada y cuando se esté completamente seguro de no tener ningún vehículo cerca.
- ❖ No conducir demasiado cerca del vehículo delantero.
- ❖ Ubicarse en el carril correcto, ya sea para virar o para salir de la rotonda.
- ❖ Mantener una alta dosis de cortesía.
- ❖ Conducir a una velocidad no mayor a los 40 kph. que es la velocidad máxima permitida.
- ❖ Continuar en el sentido de circulación de la rotonda hasta poder ubicarse a la derecha y poder salir.

2.2.2.4. INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL

Las inspecciones de seguridad vial consisten en la revisión in situ de las carreteras en servicio, con el fin de identificar los aspectos peligrosos, deficiencias o carencias de las mismas, y que son susceptibles de desencadenar un accidente, para poder adoptar las medidas adecuadas con el fin de eliminar o paliar esos problemas.

A continuación, se presentan los principales aspectos enfocados a reducir la cantidad y severidad de accidentes:



a) DISEÑO GEOMÉTRICO

La seguridad vial depende directamente de las siguientes características del diseño geométrico:

a.1.) Alineamientos: Horizontal y Vertical

Tramos rectos

Los tramos rectos generalmente incentivan a los conductores a sobrepasar los límites máximos de velocidad aumentando así, la posibilidad de ocurrencia de un accidente, deslizamiento, volcadura, colisión, etc., al llegar a una curva y, es aún más peligroso si ésta es cerrada. Con la finalidad de evitar que los conductores sean protagonistas de una tragedia, se les advierte de manera adecuada y con anticipación mediante señales verticales para que éstos tomen las precauciones necesarias y así, se reduzca el riesgo de accidente.

Se debe tener en cuenta también que en estos tramos cerca de la calzada, se presentan los llamados “obstáculos laterales” y los “elementos duros”. Ambos aumentan considerablemente la severidad de los accidentes pues los vehículos que circulan en la vía pueden colisionar contra éstos; de no existir, definitivamente el riesgo sería menor.

Si no pueden ser removidos como es el caso de árboles con cierta antigüedad, se aminora el daño del posible impacto contra éstos al protegerlos de manera adecuada con elementos de contención como guardavías, amortiguadores de energía, etc. o, en el caso de postes, soportes de letreros o señales, al reemplazarlos por otros frágiles o flexibles.

Intersecciones

Los accidentes de tránsito ocurren usualmente en el área común denominada intersección de dos o más vías que se cruzan al mismo nivel. Al generar una discontinuidad en la vía exponen a un mayor peligro a los usuarios debido a las deficiencias de seguridad considerables. Con el fin de disminuir el grado de peligro al que se somete a todo usuario en este tipo de zonas, se debe poner atención a lo siguiente:

❖ Puntos de conflicto

En las intersecciones de empalme en “T”, ocurren menos conflictos que en aquellas de empalme en “+” o “X”. A mayor cantidad de accesos en una intersección, mayor será el grado de inseguridad; por ello, es recomendable evitar la construcción de intersecciones con más de 4 accesos.

❖ Visibilidad

La visibilidad del conductor debe limitar el ingreso de su vehículo a una intersección; si el conductor no tiene una buena visibilidad debe abstenerse para no arriesgarse a sufrir un accidente. Las intersecciones en ángulo recto presentan una menor cantidad de puntos de conflicto pues facilitan las maniobras del conductor a diferencia de las intersecciones en forma de “Y” o ángulos menores a 90° en las que, por su configuración geométrica, se originan más puntos de conflicto por lo que es necesario asegurar una buena visibilidad para todos los usuarios en especial al conductor adulto mayor a quien se le restringe la visión lateral.

Cuando no se dispone de una visibilidad adecuada, un conductor puede acelerar, desacelerar o detenerse en la intersección, su conductor debe tener suficiente visibilidad para poder concretar una salida segura.

❖ **Percepción**

Los conductores deben distinguir la intersección sin problemas. Para lograrlo, es necesario colocar la señalización apropiada y así, evitar que una mala impresión del conductor provoque un accidente.

❖ **Giro de vehículos**

Los vehículos que realizan giros en una intersección contribuyen al aumento de las posibilidades de accidentes en la zona. Para reducir estas posibilidades, basta construir un carril exclusivo protegido para el cómodo giro de los vehículos en la intersección.

❖ **Mediana o separador central**

Las aperturas de las medianas en vías de doble sentido y con mayor razón en aquellas de gran capacidad deben restringirse para evitar giros a la izquierda y en “U” que puedan comprometer la seguridad de la vía.

❖ **Semaforización**

Al contar con un sistema de control de semáforos con fases y tiempos adecuados en una intersección, se busca que peatones y ciclistas circulen con tranquilidad debido a que perciben a la vía más segura.

Figura 2.13. Rotonda “La Torre” ubicada en la Av. Circunvalación y Froilán Tejerina, controlada por semáforos.



Fuente: Propia

❖ Cruces de calzada

Los peatones al ser los usuarios más vulnerables en las vías, deben contar con cruces seguros tanto para ellos como para los ciclistas. La seguridad de éstos se garantiza mediante el uso de cebras peatonales, cruces a nivel o también con la construcción de refugios e islas peatonales, en el caso de vías de múltiples carriles que permitan al peatón o ciclista cruzar un sentido a la vez.

Figura 2.14. Cruce peatonal en la Av. Froilán Tejerina y Av. Circunvalación



Fuente: Propia

❖ Radios de esquinas

Los radios en las esquinas de la intersección influyen notablemente pues grandes radios permiten velocidades excesivas perjudicando a los peatones mientras que más pequeños que el radio de giro del vehículo de diseño generan que dichos vehículos se golpeen con los bordes de las esquinas o sardineles.

Control de accesos

Ante el desarrollo al borde de una vía con múltiples carriles, es esencial que ésta cuente con accesos bien definidos para facilitar el ingreso al terreno adyacente. Sin embargo, no es recomendable la construcción de estos cuyas distancias entre sí sean menores a 500 metros en zonas urbanas y a 1500 metros en zonas rurales y suburbanas. Por ello, se busca evitar lo siguiente:

❖ **Accesos directos y frontales de vías nuevas**

No se debe permitir que vías nuevas tengan accesos frontales a vías con múltiples carriles y de gran capacidad sin importar el propósito que tengan y los beneficios socioeconómicos que generen.

❖ **Cantidad de accesos**

En muchos países, es conocida la desventaja que adquiere una vía al contar con muchos accesos. Los vehículos al tratar de incorporarse a la vía principal, realizan maniobras temerarias y adelantamientos indebidos que originan un mayor riesgo de ocurrencia de accidentes. Tal es así, que, por cada acceso adicional por kilómetro en vías rurales, aumenta la probabilidad de accidente aproximadamente hasta en un 7%.

❖ **Accesos cercanos a curvas**

La falta de visibilidad antes de llegar o luego de salir de una curva horizontal puede causar que la entrada de un vehículo a la vía principal termine con consecuencias fatales. Esta recomendación no es exclusiva para accesos cercanos a curvas horizontales sino también para las verticales.

Curvas horizontales

Los radios mínimos de las curvas horizontales, los peraltes máximos y fricción transversal designadas en las normas de diseño de carreteras, garantizan en lo posibles, la circulación segura de los vehículos que utilizan las vías. La topografía de la zona o motivos económicos muchas veces obligan a no cumplir con estas normas básicas de diseño y en estos casos es aconsejable no olvidar de implementar medidas adicionales que reduzcan el riesgo de accidentes.

En vías rurales, el número de accidentes es, por lo general, inversamente proporcional al radio de curvatura. En vías urbanas, es preferible evitar las curvas horizontales, si no son evitables entonces se colocan elementos para reducir la velocidad de los vehículos, mejorar la adherencia a la superficie de rodadura, etc.

Curvas verticales

El diseño de las curvas verticales debe por lo menos permitir la distancia de visibilidad mínima de parada de acuerdo a las normas de diseño actuales. Los accidentes de tránsito se presentan más en las partes más altas o más bajas de las curvas. Es importante tener en cuenta a los vehículos pesados debido a que estos pueden influir en el flujo normal de tránsito.

Las curvas verticales largas, comprometen el drenaje de la vía, mientras que, las cortas, afectan la seguridad, comodidad y estética de la vía.

Evitar, si fuera posible, la combinación de las curvas horizontales y verticales para que los conductores no perciban dudosamente la vía.

Pendientes

Las pendientes positivas, largas y pronunciadas en vías concurridas con vehículos pesados pueden ocasionar grandes problemas de congestión vehicular que incluso pueden afectar la seguridad.

Las pendientes negativas, largas y pronunciadas generan el uso excesivo de los frenos del vehículo, problema que puede traer como consecuencia una falla mecánica y tras ello, producir un accidente.

Las pendientes cercanas al 0% afectan principalmente el drenaje longitudinal de las aguas de lluvia en la vía. Además, no contar con un bombeo adecuado puede producir embalses que finalmente contribuirán a la ocurrencia de algún accidente

a.2.) Sección transversal

Las bermas, el ancho de calzada, el separador central, los bordes, las veredas, el peralte, las cunetas y el bombeo de la vía son algunos de los elementos que afectan directamente la seguridad que ofrece la vía. Para lograr la menor influencia negativa de cualquiera de estos elementos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ❖ Las bermas además de proteger estructuralmente el pavimento de la calzada en el borde exterior pueden ser utilizadas como zonas de circulación de vehículos lentos y de emergencia como también para la detección ocasional de vehículos. Las vías que cuentan con bermas mantienen su capacidad y seguridad, siempre y cuando la dimensión de la berma se mantenga entre 2.5 y 3 metros.
- ❖ La calzada se divide en carriles cuyo ancho obedece las dimensiones del tipo de vehículo que recorre con mayor frecuencia la vía, pero también a su velocidad de circulación. A mayor velocidad, los vehículos oscilarán más por lo que es más seguro transitar en carriles desde 3 con circulación de camiones hasta 3.6 metros de ancho.
- ❖ Las veredas bien consolidadas protegen al peatón de los vehículos en la vía. Para lograrlo, es necesario un ancho adecuado que permita la circulación de dos peatones (uno al lado del otro) y así, evitar que alguno invada la calzada poniendo en riesgo su vida.
- ❖ Peraltes muy grandes pueden ocasionar que los vehículos pesados se deslicen hacia el interior de la curva mientras que peraltes muy pequeños generan, en caso de lluvias, acumulación de agua en la calzada. El diseño de un peralte en curvas horizontales debe ser el adecuado para garantizar la seguridad del conductor y de los pasajeros de los vehículos.
- ❖ En ocasiones, existen elementos que corresponden al sistema de drenaje o a la infraestructura vial en las curvas horizontales que no se pueden reubicar por ello, es inevitable recurrir al uso de un mal necesario llamado contra peralte. El contra peralte es la inclinación transversal negativa y afecta considerablemente la seguridad del conductor, sobre todo en curvas de radios y deflexiones grandes.
- ❖ Las cunetas son canales abiertos ubicados en las zonas laterales de la calzada a lo largo de una vía. La finalidad de este elemento proteger al pavimento de las aguas de lluvia mediante el almacenamiento o conducción de las mismas. Las dimensiones de una cuneta dependen de las características hidrológicas de la zona como también de las características de la vía.

- ❖ El bombeo es la inclinación transversal hacia ambos lados de la calzada que permite que el pavimento no acumule agua en su superficie evitando así, su deterioro y, además, que el riesgo de accidente no aumente debido a las lluvias.

b) SUPERFICIE DE RODADURA

El estado y características de la superficie de rodadura afectan de manera importante la posibilidad de accidentes de tránsito. La adherencia es aquella que gobierna la dinámica del vehículo, por lo tanto, el grado de ésta debe permitir que la interacción entre el neumático y la superficie de rodadura sea buena.

Las fallas más comunes en el pavimento son: agrietamiento superficial, agrietamiento profundo (conocida como piel de cocodrilo), hundimiento, descascaramiento y baches.

Las grietas profundas permiten la filtración de agua al interior de la carpeta de asfáltica o concreto generando que el daño a éste aumente aún más y por ende, el mantenimiento sea más costoso y tome más tiempo.

Las vías con baches son peligrosas pues el conductor al darse cuenta de éstas realiza inesperadamente, maniobras erróneas (invasión de otros carriles) para evitarlos.

Figura 2.15. Mal estado de la superficie de rodadura sobre la Av. Circunvalación



Fuente: Propia

c) SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

c.1.) Señalización horizontal.

Es utilizada principalmente para demarcar las vías a un bajo costo contribuyendo a evitar accidentes de tránsito. Este tipo de señalización cumple las siguientes funciones: indicar prioridades, prohibiciones o maniobras que pueden ser realizadas, canalizar flujo vehicular, proveer una orientación lateral e influenciar velocidades y flujos vehiculares. Existen varios tipos de demarcaciones: tradicionales, tachones, tachas y las llamadas “ojos de gato”.

❖ Demarcaciones

Al ser comúnmente utilizadas para regular la circulación, guiar o advertir a los usuarios se han convertido en un elemento indispensable para la seguridad y gestión vial. Para lograr su objetivo, deben ser:

Visibles en todo momento (día y noche)

Durables para no ser restauradas con frecuencia

Resistentes al deslizamiento en superficies con agua o húmedas

Diseñadas y aplicadas para comunicar en forma clara y precisa.

❖ Tachones y tachas

Los tachones delimitan las vías e incluso pueden controlar físicamente algunos movimientos vehiculares. Pueden ser utilizados para definir refugios peatonales como también para fortalecer la delimitación de islas peatonales.

Las tachas son elementos reflectantes, durables que guían y alertan al conductor puesto que realzan la demarcación en todas las circunstancias (noche, lluvias, etc.). se debe evitar que al ser colocadas afecten a vehículos de dos ruedas.

Los ojos de gato son elementos reflectantes y más pequeños que las tachas, utilizados para complementar la demarcación del ancho de carriles y también para separar el carril de circulación externo de zona despejada o de la berma.

Cualquier elemento que se encuentre desgastado o que refleje la luz, es recomendable que sea reemplazado por uno nuevo.

Figura 2.16. Tachones ubicados en la intersección de la Av. Circunvalación y Av. Font, controlando movimientos vehiculares.



Fuente: Propia

Figura 2.17. Tachones ubicados en la intersección de la Av. Circunvalación y la calle Mejillones, controlando los movimientos vehiculares.



Fuente: Propia

c.2.) Señalización vertical

Cumplen un papel fundamental puesto que anuncian de forma clara y fácil a los usuarios sobre situaciones o zonas peligrosas. El mantenimiento de estas debe ser realizado con regularidad.

En el caso de señales reguladoras, es normal encontrar intersecciones en las que en vez de colocar una señal “PARE, se encuentra la señal “CEDA EL PASO” o viceversa. La señal de “ceda el paso” es utilizada en accesos que permiten el ingreso a vías principales siempre y cuando el vehículo que circula en la vía secundaria pueda divisar los vehículos de la vía principal a 3 metros antes de llegar a la intersección, solo en ese caso. El uso de señales de “pare “es apropiado. Por ejemplo, en muchas rotondas de la ciudad están mal utilizadas las señales de “pare” pues los vehículos de los distintos accesos son visibles entre sí.

Existen elementos verticales de no más de un metro de alto que ayudan a la demarcación tradicional en zonas más peligrosas (curvas) y realzan la geometría de la vía por la noche por fotoluminiscencia conocidos como delineadores. Para la ubicación de estos elementos es importante considerar que: el material del que estén hechos no sea rígido y sean fácilmente volcados, el lugar sea estratégico para funcionar en todo tipo de circunstancias climáticas adversas y el mantenimiento sea constante. En el caso de curvas horizontales, estos elementos se reemplazan por los llamados chevron.

Figura 2.18. Delineadores ubicados en la Av. Circunvalación y Av. Romero



Fuente: Propia

En la figura se puede observar que, los delineadores no se encuentran protegiendo al peatón, sino a la construcción.

Figura 2.19. Delineadores ubicados en la Av. Circunvalación y calle Gral. Trigo



Fuente: Propia

Figura 2.20. Señal reguladora “Velocidad máxima”



Fuente: Propia

Figura 2.21. Señal informativa



Fuente: Propia

d) GESTIÓN DE TRÁNSITO

Cuando hablamos de gestión de tránsito nos referimos a la combinación de medidas que se utilizan para preservar la capacidad de tránsito y mejorar la seguridad, la confiabilidad y rendimiento de todo el sistema de transporte de la vía.

Estas medidas apoyadas por el uso de los sistemas de transporte inteligente (ITS), sirven y ayudan al impacto del rendimiento de la red de vías en las operaciones día a día.

Es importante considerar algunas cuestiones de gestión de tránsito relacionados a la seguridad como:

Límites y control de velocidad

Se debe establecer un límite de velocidad adecuado, el cual depende de la velocidad real de operación, volumen del flujo vehicular, el uso del suelo y la tasa de accidentes en la zona.

Regulación de intersecciones

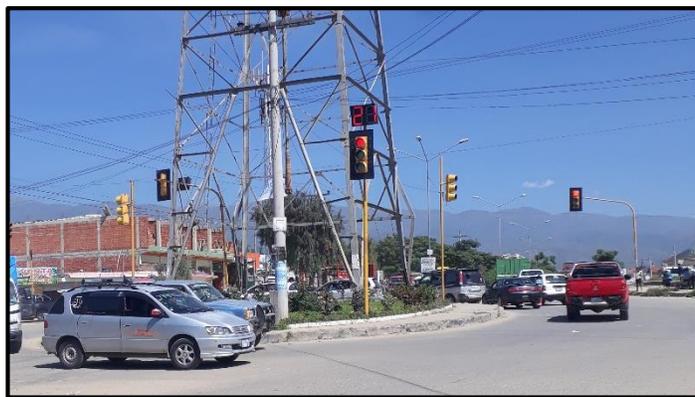
La vía debe brindar la señalización y demarcación adecuada en las intersecciones para evitar confusión entre los usuarios.

Figura 2.22. Rotonda; muchas veces solución a los problemas de intersecciones.



Fuente: Propia

Figura 2.23. Semaforización de intersecciones (Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina).



Fuente: Propia

Vías de tránsito unidireccional

Las redes viales unidireccionales pueden reducir accidentes, pero requieren ser implementadas con sumo cuidado para prevenir aumentos de las velocidades, incluso más allá de los límites legalmente permitidos.

Vías de tránsito reversible

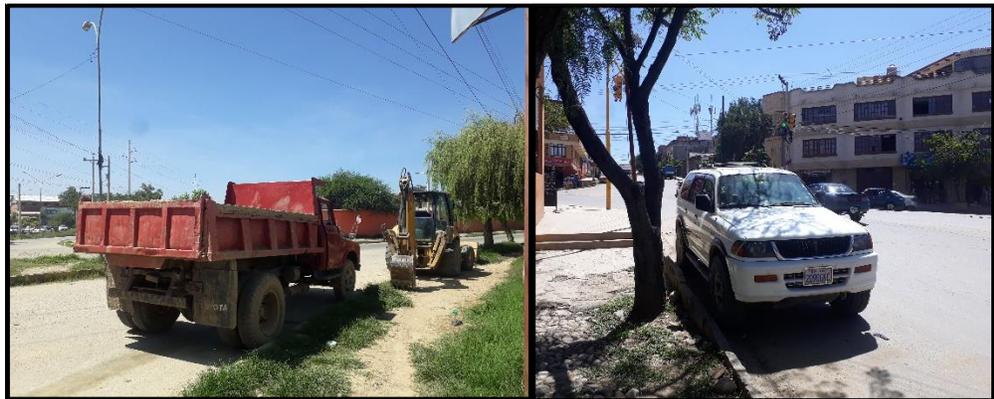
Una medida de gestión de tránsito que tiene como fin agilizar los tiempos de viaje de vehículos en vías muy congestionadas, es volver una vía reversible. Esto quiere decir

que para ciertos horarios se varía la dirección del flujo para beneficio de los usuarios. Este tipo de vías muchas veces afectan la seguridad vial generando mayor ocurrencia de accidentes.

Estacionamiento en calzada

Los vehículos estacionados en la calzada arriesgan la seguridad ya que muchas veces ocasionan colisiones directas o indirectas al disminuir la visibilidad de los usuarios.

Figura 2.24. Vehículos estacionados en calzada sobre la Av. Circunvalación.



Fuente: Propia

Circulación de vehículos pesados

En zonas residenciales o con una alta concurrencia de usuarios vulnerables, el flujo de vehículos pesados, debe restringirse o ser desviado hacia zonas alternas para el beneficio de todos.

Figura 2.25. Circulación de vehículos pesados en la Av. Circunvalación (1)



Fuente: Propia

Figura 2.26. Circulación de vehículos pesados sobre la Av. Circunvalación (2)



Fuente: Propia

Cruces peatonales

Es importante priorizar el flujo peatonal en lugares donde se concentra una gran cantidad de estos para así, reducir el riesgo de ocurrencia de accidentes. Como solución se encuentra la implementación de cruces o cruceros peatonales, facilitando el acceso a las vías para estos usuarios sin poner en riesgo sus vidas. También se pueden construir cruceros peatonales a nivel para demostrar la preferencia del peatón sobre todo si trata de los más vulnerables (discapacitados, ancianos y niños) en zonas aledañas a hospitales, estadios, colegios, etc.

Figura 2.27. Cruce peatonal a nivel Av. Circunvalación y Av. Integración



Fuente: Propia

Figura 2.28. Cruce peatonal en mal estado. Av. Circunvalación



Fuente: Propia

e) ELEMENTOS VIALES

Los elementos externos viales refieren a la iluminación de la vía, paraderos, bahías, vallas peatonales, barreras de impacto y obstáculos visuales. Cuando se analiza la seguridad se debe garantizar que dichos elementos no se tomen peligrosos para ningún usuario.

Figura 2.29. Señal de parada de micros y, usuarios haciendo caso omiso de la misma



Fuente: Propia

Figura 2.30. Contaminación visual. Elementos distractores sobre la Av. Circunvalación.



Fuente: Propia

f) USUARIOS DE LA VÍA

Si bien es cierto que el diseño de la vía afecta el comportamiento del conductor; el factor humano es el mayor protagonista cuando de accidentes se trata. Por tal motivo, conviene tener muy en cuenta el tipo de usuario que utilizará la vía para tomar especial atención en reducir la severidad de accidentes que puedan ocurrir.

En muchos países, el desarrollo de pautas de diseño vial se ha caracterizado por un creciente énfasis de los requerimientos de los usuarios de la vía y una mayor consideración del comportamiento humano.

Figura 2.31. Peatón y vehículos haciendo mal uso de la vía



Fuente: Propia

Figura 2.32. Peatón haciendo mal uso de la vía ante la inexistencia de pasos peatonales y señalización sobre la Av. Circunvalación.



Fuente: Propia

g) VEHÍCULOS EN LA VÍA

Es conveniente considerar el tipo de vehículo que circulará por la vía. La ocurrencia y severidad de accidentes se encuentra influenciada por el tipo de vehículos que circulan en la vía: sólo flujo de vehículos livianos o flujo conjunto de vehículos livianos con pesados (camiones, tráiler, cisternas, etc.). en este último caso, la seguridad en la vía disminuye y ocasiona que el riesgo de accidentes aumente debido a que los vehículos pesados ocupan mayor espacio, circulan a velocidades diferentes, etc.

Figura 2.33. Circulación de vehículos livianos, medianos y pesados. Av. Circunvalación. (1)



Fuente: Propia

Figura 2.34. Circulación de vehículos livianos, medianos y pesados. Av. Circunvalación. (2)



Fuente: Propia

2.3. INTERSECCIÓN VIAL

Una intersección vial hace referencia aquellos elementos de la infraestructura vial y transporte donde se cruzan dos o más caminos. Estas infraestructuras permiten a los usuarios el intercambio entre caminos.

El estudio de las intersecciones se involucra una serie de parámetros que conllevan a una gran variedad de soluciones a los problemas de tráfico que se pudiesen presentar en esa concurrencia vial, con tal de desarrollar los diseños óptimos respectivos a fin de garantizar la comodidad del usuario.

Las intersecciones constituyen elementos de discontinuidad en cualquier red viaria y por tanto representan situaciones críticas que hay que tratar de forma especial, ya que los vehículos han de realizar en ellas maniobras de confluencia, de divergencia o de cruce, que no son usuales durante la mayor parte de los recorridos.

Para realizar estas maniobras los conductores necesitan un intervalo en la corriente de circulación. La magnitud que ha de tener este intervalo, para que sea aceptado por los conductores, varía de unas circunstancias a otras, y es un elemento esencial del que depende el buen funcionamiento de la intersección. Normalmente los intervalos

mínimos necesarios para cruzar una corriente varían de 4 a 8 segundos, aunque las condiciones de cada intersección determinan su intervalo crítico.

Si en todo proyecto de vía pública se trata de conseguir unas condiciones físicas y económicas limitadas en las intersecciones, que suelen ser puntos críticos de la red viaria, aquellos dos aspectos deben cuidarse más especialmente.

Las condiciones que definen en líneas generales las características de una intersección son su área total, sus límites exteriores y la forma en que está distribuida y ordenada su superficie.

En el proyecto de una intersección deben considerarse los elementos siguientes:

Datos funcionales

El primer factor que ha de considerarse es el tipo de las vías que confluyen en la intersección, ya que el tratamiento debe ser adecuado al resto de sus características funcionales: clasificación en una determinada red, tipo de control de sus accesos, velocidades específicas y preferencias de paso.

Datos físicos

Topografía (en zonas rurales) y edificaciones (en zonas urbanas), examinando las restricciones existentes para extender la superficie. En zonas urbanas es fundamental considerar los servicios del subsuelo.

Datos de tráfico

Análisis de las intensidades de tráfico en cada movimiento en las horas punta, a efectos de determinar la capacidad del correspondiente ramal.

Es interesante conocer el movimiento de vehículos pesados y elegir el vehículo tipo para el que se proyecta la intersección. El análisis de los peatones que cruzan la intersección, puede determinar alguna disposición especial para ellos.

Otro elemento interesante es la velocidad en los accesos. La velocidad en algunos ramales puede ser un elemento decisivo para elegir el tipo de proyecto más adecuado. Por último, conviene considerar separadamente el efecto de los movimientos locales, que en zonas urbanas pueden ser muy importantes.

Accidentes

La repetición de accidentes en una intersección puede justificar su acondicionamiento. Es interesante conocer la forma en que se producen los accidentes y los motivos que los determinan.

Relación con otras intersecciones

Ya que la circulación en una determinada vía está condicionada por sus intersecciones y la influencia mutua entre unas y otras puede ser grande, es interesante conseguir una cierta uniformidad en el tratamiento de las intersecciones de un itinerario, especialmente por razones de tipo psicológico, ya que el conductor espera un cierto tipo de intersección y normalmente reacciona mejor si encuentra lo que espera.

Una vez conocidos y analizados los datos antes enumerados, puede procederse al dibujo de los croquis previos para el proyecto de la intersección, llegando a definir una o varias soluciones que en principio parezcan más adecuadas para su estudio detallado. Son también interesantes para la decisión final, otras consideraciones, como las dificultades al tráfico durante la construcción y el efecto sobre las zonas colindantes.

Las condiciones estéticas, especialmente en zonas urbanas, pueden ser un factor decisivo al elegir una solución, y muchas veces exigen tratamientos complementarios. Básicamente los criterios y principios generales para el acondicionamiento de intersecciones son los mismos en zonas rurales y urbanas, aunque hay algunas diferencias que se presentan con carácter casi general.

En primer lugar, es normal que los criterios seguidos en las intersecciones en carretera en campo abierto, tiendan fundamentalmente a conseguir una mayor seguridad y a mantener una velocidad elevada en la carretera principal.

En la ciudad, por el contrario, el criterio dominante suele ser la capacidad, ya que es normal que durante muchas horas las intersecciones se saturen. Este criterio de atender la capacidad aconseja que normalmente el tamaño de las isletas se reduzca al mínimo indispensable para la protección de los coches que realizan determinados movimientos, tratando de que el número de carriles aumente al llegar a la intersección.

El haber proyectado intersecciones sin tener en cuenta esta norma ha hecho fracasar algunas soluciones que ha sido preciso rectificar después.

Por otra parte, en la ciudad hay que contar como elemento fundamental de las intersecciones importantes, con las paradas de autobuses, que no pueden alejarse mucho de ellas, porque precisamente son puntos clave para la transferencia de viajeros. Esto obliga a veces a soluciones algo más complicadas, pero imprescindibles para el correcto funcionamiento de los transportes públicos.

Por último, la presencia de peatones en número importante condiciona casi siempre las soluciones urbanas que a veces solo se resuelven correctamente estableciendo la circulación de peatones a distinto nivel, para no multiplicar el número de fases con la consiguiente reducción de capacidad.

Para profundizar más el tema dentro de las intersecciones se pueden definir: intersecciones a nivel o a desnivel según lo requieran los parámetros que se han de tomar en cuenta para su diseño.

2.3.1. INTERSECCIONES A NIVEL

El cruce de dos vías o carreteras produce una serie de conflicto entre los vehículos que concurren en ella, y esta situación se manifiesta mayormente en la medida en que el volumen vehicular aumenta, lo cual hace necesario estudiar un tratamiento especial para su acondicionamiento y solución más adecuados, de forma que se obtenga, junto con una mayor fluidez, las máximas garantías de seguridad para el tráfico. Cuando dos o más carreteras se cruzan a nivel, el área de la zona de intersección queda como parte integrante de cada una de ellas y, por consiguiente, constituye, en cierta manera, un punto de discontinuidad al que hay que tratar de forma especial. Lo que se pretende básicamente es que en el área de intersección de las vías se puedan crear las condiciones suficientes para permitir todos los movimientos posibles, tanto de los vehículos que circulan en este entorno como los peatones que cruzan a través de las calles para ir de una acera a otra.

Por lo tanto, las intersecciones a nivel según la regulación de circulación vehicular se clasifican en:

2.3.2. INTERSECCIONES CONTROLADAS O SEMAFORIZADAS

Como la intersección llevan a que los vehículos circulando por diferentes accesos se puedan encontrar simultáneamente (implicando peligro de colisión), las intersecciones a nivel requieren algún tipo de control para que puedan operar de forma segura. Existen diferentes códigos y sistemas de control de intersecciones que permiten prevenir el uso simultáneo de vehículos en movimientos en conflicto.

Están reguladas permanentemente o mayoritariamente mediante sistemas de luces que establecen la prioridad del paso por la intersección.

2.3.3. INTERSECCIONES GIRATORIAS O ROTONDAS

Dentro de las intersecciones a nivel, está también rotonda que consiste en una calzada de circulación circular giratoria única en torno a un islote central. A diferencia de las anteriores, funciona en un movimiento circular en el que los vehículos en el interior de la rotonda tienen preferencia, con lo cual técnicamente y en condiciones normales todos los caminos o vías que llegan a la rotonda tienen la misma preferencia.

Figura 2.35. Rotonda Froilán Tejerina



Fuente: Google Earth Pro (Imagen 2018)

Transforman las maniobras de cruce en entrecruzamientos, es una solución a base de bajas velocidades relativas y circulación continua de las corrientes vehiculares.

En general su funcionamiento es mejor cuando el volumen de tránsito en todas las ramas de la intersección es aproximadamente igual. Sin embargo, su eficiencia depende de la cantidad de maniobras de entrecruzamiento que se realicen, y por lo tanto se adaptan mejor a intersecciones donde los vehículos que giran son más que los que siguen directo.

2.3.3.2. VENTAJAS

Cuando están bien proyectadas y se aplican a los casos donde estén indicadas, hacen que el tránsito circule en forma ordenada y continua, con pocas demoras y gran seguridad.

Como se sustituyen los cruces por entrecruzamiento, los conflictos no son tan agudos y los accidentes que puedan ocurrir no resultan tan severos

Los giros a la izquierda se facilitan mediante maniobras de convergencia y divergencia, aunque las distancias a recorrer sean mayores

Se adaptan bien a intersecciones con cinco o más ramas

Tienen un menor costo que las intersecciones con paso a desnivel que realicen funciones equivalentes.

2.3.3.3. DESVENTAJAS

No tienen mayor capacidad que las intersecciones a nivel bien proyectadas y reguladas

Necesitan más espacio y son generalmente más costosas que las intersecciones convencionales o semaforizadas con función equivalente

No son apropiadas cuando el volumen de peatones es apreciable, pues el tránsito en ellas debe circular sin interrupciones, lo que no es posible si hay peatones cruzando las calzadas.

Se requieren islas centrales demasiado grandes o velocidades de operación sumamente bajas cuando el volumen de tránsito pasa de los 1500v/h.

Aumentan las distancias recorridas por los vehículos, aunque pueden disminuir sus tiempos de recorrido.

No se puede ampliar con facilidad y por lo tanto no se adaptan a planes de construcción por etapas.

2.4. PROCESO METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO

La metodología se basa en la idea de Hyden (1987) de que un conflicto de tránsito puede ser definido como un accidente potencial. De hecho, Hyden dedujo que la interacción entre los usuarios de la vía podría ilustrarse en una pirámide, donde los accidentes se encuentran en el vértice y representan eventos muy raros, mientras que las situaciones de riesgo, o conflictos potenciales, normales, leves y cuasi colisiones, representan más del 60% de la pirámide. De esta manera, la metodología diseñada para la implementación de la Auditoría de Seguridad Vial (ASV) parte de encontrar los conflictos probables sobre los planos de diseño o construcción, identificando las deficiencias geométricas, principalmente en zonas de cruce, convergencia, divergencia y entrecruzamiento, por ser estas las más expuestas a la accidentalidad, y complementando los hallazgos con otros asociados al cumplimiento de normas y criterios de seguridad en el resto de la infraestructura.

No obstante, una de las problemáticas de las ASV es que se limitan a describir tales zonas de conflicto o zonas críticas, formulando algunas recomendaciones, pero sin brindar herramientas reales que permitan superar la barrera de lo subjetivo y consolidar mecanismos que admitan medir el impacto de los hallazgos, comprometer la puesta en práctica de las recomendaciones y verificar el efectivo cumplimiento y la reducción de los índices de accidentalidad. Por esta razón, la idea de generar mecanismos que hagan más objetiva la auditoría y representen de una forma medible el impacto en la

accidentalidad de los hallazgos o conflictos, es el principal objetivo de la metodología planteada.

Para esto, la metodología propuesta combina el proceso sistemático normal de una auditoría, con la teoría del riesgo, entendiendo que el riesgo se puede describir como el resultado de una “convolución”, entendida como un operador matemático que transforma dos funciones f y g en una tercera función h , donde f puede constituirse como la amenaza o probabilidad de que un evento ocurra con cierto grado de peligrosidad, g la vulnerabilidad o grado de pérdida probable en la ocurrencia de un evento, y h el riesgo o grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular en función de la amenaza y la vulnerabilidad. Cabe mencionar, que hasta el momento la accidentalidad vial no se ha considerado integralmente como un riesgo, de ahí que la probabilidad de un desastre, producto de la acumulación de conflictos en el tránsito, no ha sido contemplada en toda su dimensión.

Como se trata de funciones, las variables involucradas son múltiples pudiéndose incluir desde la tolerancia del cuerpo humano al impacto probable o la magnitud y naturaleza de la energía cinética del impacto, pasando por el tipo, estado y condiciones geométricas y operacionales de la infraestructura vial, hasta incluir incluso la disponibilidad y calidad de los servicios de emergencia y de atención traumatológica. No obstante, la metodología se centró en el análisis del tipo de actividades económicas como variable de exposición, la localización de las mismas en relación a la zona de conflicto como variable de vulnerabilidad, la geometría y condiciones del tránsito como variables de peligrosidad, la jerarquía vial como factor modificador del nivel de amenaza y la distribución modal y las velocidades de operación como variables de vulnerabilidad.

2.4.1. DEFINICIÓN DE HALLAZGOS

La definición de hallazgos se basa fundamentalmente en la comprobación del cumplimiento o incumplimiento de requerimientos de diseño establecidos en manuales y normas, con base en listas de chequeo que abarcan todos los aspectos a evaluar desde

diferentes ámbitos. No obstante, cabe mencionar que esta técnica es aplicable fundamentalmente a situaciones puntuales urbanas, como carriles de aceleración y desaceleración, retornos, anchos mínimos, pendientes longitudinales y transversales máximas y mínimas, entre otros factores que pueden generalizarse y que están reglamentados. Otro es el caso, cuando se analizan intersecciones, portales, patios y estaciones en la que cada caso resulta particular y con condicionamientos y especificaciones diferentes. En este se parte de encontrar los conflictos probables sobre los planos de diseño o construcción identificando las deficiencias geométricas, principalmente en zonas de cruce, convergencia, divergencia y entrecruzamiento, por ser estas las más expuestas a la accidentalidad.

La identificación de hallazgos es el paso de partida para la aplicación de la metodología, y se expresan como Factores de Riesgo, que, de acuerdo con la definición universal, se refiere a cualquier circunstancia o situación que aumenta las probabilidades de ocurrencia de un evento y que afecta las condiciones normales de vida de los seres humanos.

Para estandarizar y homogenizar el análisis del riesgo se estimaron una serie de factores tipo que se enumeran a continuación:

2.4.1.1. FACTORES DE RIESGO DE DISEÑO OPERACIONAL VEHICULAR

- ❖ Ancho de parqueo insuficiente
- ❖ Ausencia de cortafuegos
- ❖ Capacidad vial afectada por zonas de parqueo
- ❖ El diseño limita y/o desmejora las condiciones actuales de accesibilidad y conectividad
- ❖ Espacio insuficiente para la acumulación de vehículos en cola
- ❖ Inexistencia de información respecto a zonas de parada de buses
- ❖ Localización insegura de paradero
- ❖ Flujo no controlado o con control inseguro

2.4.1.2. FACTORES DE RIESGO DE DISEÑO PLANIMÉTRICO

- ❖ Alineación de bordes y/o ejes incongruentes respecto a las trayectorias y sus canalizaciones seguras
- ❖ Ancho de calzada insuficiente para las trayectorias vehiculares
- ❖ Ancho de sección excesivo genera zona de abocinamiento peligrosa
- ❖ Ancho de sección transversal insuficiente
- ❖ Ancho de separador central insuficiente
- ❖ Ángulo de deflexión peligroso
- ❖ Ausencia de carril de aceleración requerido
- ❖ Ausencia de carril de desaceleración requerido
- ❖ Ausencia de cuña de incorporación requerida
- ❖ Ausencia de curva horizontal en punto de quiebre con ángulo de deflexión mayor a 2°
- ❖ Ausencia del sobreancho requerido
- ❖ Bahía de parqueo no permite aproximación y/o salida segura
- ❖ Calzada anular de ancho variable
- ❖ Cambio de sección transversal sin transición segura
- ❖ Carriles no confluyentes al islote central de la glorieta
- ❖ Configuración insegura de intercambiador de calzada
- ❖ Cruce sesgado
- ❖ Deficiencia en los empalmes en las zonas límite del proyecto
- ❖ Eje de diseño inexistente o incongruente respecto al funcionamiento del proyecto
- ❖ Entrecruzamiento peligroso
- ❖ Geometría peligrosa de isleta, elemento canalizador o separador central
- ❖ Longitud insuficiente para carril de aceleración
- ❖ Longitud insuficiente para carril de desaceleración
- ❖ Presencia de obstáculo frontal y/o lateral
- ❖ Radio de giro menor al mínimo requerido para el vehículo de diseño
- ❖ Trayectoria revertida

- ❖ Variaciones peligrosas en los radios de curvatura

2.4.1.3. FACTORES DE RIESGO DE DISEÑO VERTICAL

- ❖ Coincidencia peligrosa de curvas verticales con cruces, convergencias o divergencias
- ❖ Coincidencia peligrosa de curvas verticales con curvas horizontales
- ❖ Gálibo insuficiente
- ❖ Longitud de curva vertical menor a la requerida
- ❖ Pendiente mayor a la máxima permitida según el tipo de vía y la velocidad de diseño
- ❖ Pendiente menor a la mínima recomendada
- ❖ Empalme altimétrico peligroso
- ❖ Inexistencia de diseño vertical

2.4.1.4. FACTORES DE RIESGO POR INFRAESTRUCTURA PEATONAL

- ❖ Deficiencias en la configuración geométrica de senderos peatonales
- ❖ Inexistencia de pasos peatonales seguros
- ❖ Inexistencia o insuficiencia de zonas para el resguardo peatonal
- ❖ Pasos peatonales a riesgo en zonas de altas velocidades

2.4.1.5. FACTORES DE RIESGO DEBIDO AL PERALTE

- ❖ Bombeo normal insuficiente
- ❖ Configuración del peralte incongruente respecto al tipo de concatenación
- ❖ Peralte insuficiente
- ❖ Inexistencia de diseño de peraltes

2.4.1.6. FACTORES DE RIESGO DEBIDO A LA SEÑALIZACIÓN

- ❖ Ausencia de demarcación horizontal
- ❖ Ausencia de señalización vertical
- ❖ Demarcación incompleta
- ❖ Demarcación insegura y/o incongruente respecto a la geometría

- ❖ Exceso de señales verticales
- ❖ Señalización vertical incompleta
- ❖ Señalización vertical incongruente respecto a la geometría

2.4.2. SITUACIÓN DE AMENAZA

La situación de amenaza hace referencia a la problemática general en la que se puede clasificar un determinado hallazgo, dependiendo del factor de riesgo asociado, bien sea el diseño operacional, el diseño planimétrico o vertical, la infraestructura peatonal y la señalización.

Tabla 2.2. Situaciones de amenaza según el factor de riesgo

Tipo del factor de riesgo	Situación de amenaza
Diseño operacional	Impactos al tránsito
Diseño operacional	Impactos al sistema de transporte
Diseño operacional	Impactos a la accesibilidad
Diseño operacional	Conflictos de prioridad derivados del diseño operacional
Diseño planimétrico	Manejo problemático de velocidades específicas en planta
Diseño planimétrico	Conflictos de prioridad derivados del diseño planimétrico
Diseño planimétrico	Incoherencia del diseño frente a la trayectoria vehicular
Diseño planimétrico	Deficiencias generales del diseño planimétrico
Diseño vertical	Limitantes de visibilidad
Diseño vertical	Manejo problemático de velocidades específicas en rasantes
Diseño vertical	Manejo problemático del drenaje longitudinal
Diseño vertical	Deficiencias generales del diseño vertical
Peraltes	Manejo problemático del drenaje transversal
Peraltes	Inestabilidad del vehículo
Peraltes	Deficiencias generales del diseño de peraltes
Infraestructura peatonal	Inexistencia de infraestructura peatonal
Infraestructura peatonal	Deficiencias geométricas de la infraestructura peatonal
Señalización	Inexistencia de señalización
Señalización	Exceso de señalización
Señalización	Incoherencia entre la señalización y el diseño en planta

Fuente: Disvial, et al (2010)

2.4.2.1. CÁLCULO DE LA AMENAZA

Para efectos de la presente metodología la amenaza se define como la probabilidad de que un evento ocurra con cierto grado de peligrosidad y está asociada a la determinación de los factores de Exposición y Consecuencia.

Amenaza por exposición (A_{EX}): Se refiere a la distribución y cantidad de aquello potencialmente afectable. En este caso se asocia principalmente a la distribución de las personas en las zonas de análisis, considerando que aquellos con mayor nivel de exposición son los niños, ancianos, personas con movilidad reducida y personas alicoradas. En la presente metodología el alcance se limita a asociar esta variable a las actividades económicas presentes en la zona de análisis, identificando todos los puntos generadores de tránsito, y seleccionar el valor asignado en la tabla 2.3. para cada actividad encontrada en el punto de estudio, posteriormente se debe sumar y promediar encontrando así el valor de la amenaza por exposición (A_{EX}).

Amenaza por consecuencia (A_C): Este ítem se asocia a la gravedad, o magnitud de los efectos producidos tras la ocurrencia de un evento. En la presente metodología, la calificación de la consecuencia se relaciona con cada uno de los factores de riesgo, en función de la situación de amenaza y el tipo de evento que podría generar, en base a los factores y hallazgos mencionados con anterioridad.

Este valor se determina a partir de la Tabla 2.4.

Grado de peligrosidad: La suma de la amenaza dada por el nivel de exposición y la amenaza estimada desde los efectos o consecuencias producidas tras la probable ocurrencia de un evento, determinan el grado de peligrosidad.

$$\boxed{\text{Peligrosidad} = (A_{EX} + A_C) * 10}$$

Donde:

A_{EX} = Amenaza por exposición

A_C = Amenaza por consecuencia

Tabla2.3. Amenaza por exposición – centros generadores de tránsito (AEX)

Actividad económica	Exposición
Comercio al por mayor de materias primas, maquinaria, materiales de construcción	3
Rapitiendas, minimercados, panaderías, misceláneas	4
Venta de granos y abarrotos, artículos de primera necesidad, alimentos diversos, perecederos, frutas (al detal), salsamentarías, lecherías, huevos, pescados, pollos, carnes: plazas de mercado o galerías.	3
Comercio al detal de artículos de ferretería y materiales de construcción.	2
Comercio de gasolina, lubricantes y similares (estaciones de servicio).	2
Centros comerciales, supermercados y almacenes de cadena.	3
Restaurantes, pizzerías, cevicherías, hamburguesas, comidas rápidas, cenaderos, fritangueras y similares.	3
Fuente de soda, taberna, bar, sifoneras, discotecas, billares, y lugares de consumo de licor.	5
Hoteles, residencias, amoblados, moteles.	2
Servicio de transporte de pasajeros, ferroviarios, por carretera, aéreos, centros de despacho o de transferencias, terminales de buses, busetas y similares.	4
Edificaciones de estacionamientos o parqueadero público.	1
Establecimientos monetarios y financieros.	2
Oficinas de servicio y de profesionales notarias.	2
Administración pública y defensa	3
Enseñanza preescolar, jardín, guarderías y similares.	5
Educación primaria, secundaria, profesional, técnica, artística, idiomas, investigación científica, similares.	4
Instituciones de asistencia social, servicios médicos, odontológicos, de sanidad, servicios sociales y comunales.	4
Iglesias, comunidades religiosas y organizaciones de culto.	4
Establecimientos dedicados a la práctica deportiva, estadios, gimnasios y similares.	4
Clubes sociales y de recreación, otros servicios de diversión.	3
Servicios alistamiento y/o mantenimiento de vehículos, centros de servicios (lavaderos, vulcanizadoras, lubrítecas).	1

Fuente: Modificado de Alegría Velasco,2011

Tabla 2.4. Amenaza por consecuencia – situación de amenaza (Ac)

Tipo del factor de riesgo	Situación de la amenaza	Consecuencia
Diseño operacional	Impactos al tránsito	2
Diseño operacional	Impactos al sistema de transporte	4
Diseño operacional	Impactos a la accesibilidad	3
Diseño operacional	Conflictos de prioridad derivados del diseño operacional	5
Diseño planimétrico	Manejo problemático de velocidades específicas en planta	5
Diseño planimétrico	Conflictos de prioridad derivados del diseño planimétrico	5
Diseño planimétrico	Conflictos de espacio asociados a las trayectorias vehiculares	5
Diseño planimétrico	Conflictos por deficiencias generales del diseño planimétrico	4
Diseño vertical	Limitantes de visibilidad	5
Diseño vertical	Manejo problemático de velocidades específicas en rasantes	4
Diseño vertical	Manejo problemático del drenaje longitudinal	2
Diseño vertical	Conflictos por deficiencias generales del diseño vertical	4
Peraltes	Manejo problemático del drenaje transversal	3
Peraltes	Inestabilidad del vehículo	4
Peraltes	Conflictos por deficiencias generales del diseño de peraltes	4
Infraestructura peatonal	Inexistencia de infraestructura peatonal	5
Infraestructura peatonal	Conflictos por deficiencias geométricas de la infraestructura peatonal	5
Señalización	Inexistencia de señalización	3
Señalización	Exceso de señalización	1
Señalización	Incoherencia entre la señalización y el diseño en planta	3

Fuente: Disvial, et al (2010)

La metodología incluye la determinación de dos factores que afectan disminuyendo la amenaza en función de:

- ❖ **FMj (Factor modificador por jerarquía vial):** Se asocia al tipo de jerarquización vial que cuente con mayor nivel de importancia en la zona de análisis, suponiendo que la peligrosidad es menor en vías locales y mayor en troncales y arterias, como lo expone Alegría Velasco (2011) y lo resume la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Factor de modificación por jerarquía vial (FMj)

Tipo	FMj
Troncal o Pretroncal	1,00
Arterial	1,00
Colectora	0,75
Local	0,50

Fuente: Alegría Velasco, 2011

- ❖ **FM_T (Factor modificador por tolerancia):** Se denomina nivel de tolerancia del factor de riesgo, y depende del margen de diferencia respecto a normas y criterios y la aceptabilidad del hallazgo. Por ejemplo, en un hallazgo cuyo factor de riesgo es la longitud de curva vertical insuficiente, no será lo mismo si el déficit del diseño es de menos del 10%, o si es de más del 50%. Véase Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Factor de modificación por nivel de tolerancia (FM_T)

Tipo	FM _T
Intolerable	1,00
Medio	0,75
Tolerable	0,50

Fuente: Disvial, et al (2010)

Finalmente, la amenaza está dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Amenaza} = (A_{EX} + A_C) * FM_J * FM_T$$

Donde:

A_{EX} = Amenaza por exposición

A_C = Amenaza por consecuencia

FM_J = Factor modificador por jerarquía vial

FM_T = Factor modificador por nivel de tolerancia

Cálculo de la vulnerabilidad

Para efectos de la presente metodología la vulnerabilidad se define como el grado de pérdida en la probable ocurrencia de un evento, y su determinación está asociada a la definición de los siguientes factores:

Vulnerabilidad dada por centros generadores de tránsito (V_{CGT}): Teniendo en cuenta que la distancia máxima que camina una persona promedio es 1 milla (aprox. 1.6 km), se determina la vulnerabilidad de cada zona de análisis dada por la cercanía a los centros generadores de tráfico identificados como amenaza. Una vez identificadas las 3 actividades económicas más importantes en la zona de análisis, se determina la distancia promedio de cada una de las actividades identificadas a la zona de análisis, y el valor de la variable VCGT, de acuerdo con la Tabla 2.7.

Tabla 2.7. Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito (V_{CGT})

Distancia promedio a la zona de análisis(m)	Vulnerabilidad
1200 – 1600	1
600 – 1200	3
0 – 600	5

Fuente: Alegría Velasco, 2011

Vulnerabilidad dada por exposición de los usuarios (V_{EX}): En este aspecto la vulnerabilidad se relaciona con el porcentaje de exposición de los usuarios considerados más vulnerables en el proyecto analizado: Peatones, ciclistas, motociclistas y vehículos de transporte pesados, y será más o menos vulnerable dependiendo del porcentaje de participación modal (referente a estudios de tránsito existentes, apreciación visual en campo, o toma de información directa) y a la infraestructura que el proyecto ofrezca para este tipo actores. Véase Tabla 2.8.

Tabla 2.8. Vulnerabilidad por exposición de los usuarios (V_{EX})

Condición	Vulnerabilidad
Si el porcentaje de peatones está entre 20% y 60%	5
Si el porcentaje de ciclistas es mayor o igual al 5% y no hay ciclorruta	5
Si el porcentaje de motos es mayor o igual al 5%	4
Si el porcentaje de vehículos pesados es mayor o igual al 10%	4
Si no cumple ninguno de los condicionantes	1

Fuente: Disvial, et al (2010)

Vulnerabilidad dada por las velocidades de operación esperadas (Vv): Teniendo en cuenta que la gravedad de un accidente está relacionada directamente con la velocidad de impacto, se definen los valores de vulnerabilidad dispuestos en la tabla 2.9. los cuales son directamente proporcionales a la velocidad de operación de cada zona de estudio en un proyecto existente, o la máxima velocidad de operación esperada por zona (proyecto en fase de diseño), en función de la infraestructura propuesta y las condiciones actuales de operación.

Tabla 2.9. Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas (Vv)

Condición	Vulnerabilidad
Si la velocidad de operación esperada es de máximo 60Km/h	2
Si la velocidad de operación esperada oscila entre 70Km/h y 90Km/h	4
Si la velocidad de operación esperada puede superar los 100 Km/h	5

Fuente: Disvial, et al (2010)

Finalmente, la vulnerabilidad está dada por:

$$\text{Vulnerabilidad} = V_{CGT} + V_{EX} + V_V$$

Donde:

V_{CGT} = Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito

V_{EX} = Vulnerabilidad por Exposición

V_V : Vulnerabilidad por velocidad de operación

Cálculo del nivel de riesgo

Cada zona o punto crítico, tendrá un riesgo asociado debido a la ocurrencia de un evento, estimable a partir del producto de la amenaza y la vulnerabilidad.

$$\text{Riesgo}(\%) = \frac{100 * FM_J * FM_T}{150} * (A_{EX}V_{CGT} + A_{EX}V_{EX} + A_{EX}V_V + A_CV_{CGT} + A_CV_{EX} + A_CV_V)$$

Donde:

FM_J = Factor modificador por jerarquía vial

FM_T = Factor modificador por nivel de tolerancia

A_{EX} = Amenaza por exposición

A_c = Amenaza por consecuencia

V_{CGT} = Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito

V_{EX} = Vulnerabilidad por Exposición

V_v = Vulnerabilidad por velocidad de operación

El Factor divisorio (150) se incluye, para que la escala final resultante se mantenga en un porcentaje de 1 a 100 %.

Una vez calculado el valor del nivel de riesgo se verifica con los parámetros de la tabla 2.10.

Tabla 2.10. Prioridad del tratamiento para proyectos en prediseño y diseños definitivos

Riesgo	Valor	Atención	Acción	Gestión
Alto	$\geq 70\%$	Intolerable	Corto plazo	Aplicación de tratamiento inmediato así requieran intervenciones de costo alto
Medio	$\geq 30\%$ a $< 70\%$	Medio	Corto plazo	Aplicación de tratamiento inmediato así requieran intervenciones de costo alto
Bajo	$< 30\%$	Tolerable	Mediano plazo	Debe aplicarse un tratamiento sin que los costos sean necesariamente altos

Fuente: Disvial, et al (2010)

CAPÍTULO III

RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN Y CÁLCULOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN Y CÁLCULOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. ENFOQUE DEL ESTUDIO

Mediante la aplicación práctica del siguiente estudio de tráfico se pretende cuantificar y evaluar el índice de nivel de riesgo en las intersecciones a nivel, realizando el levantamiento de datos mediante aforos en todas las intersecciones presentadas en la avenida Circunvalación; desde el surtidor Agrupa hasta la rotonda del aeropuerto.

Esta avenida es una de las principales vías de acceso a nuestra ciudad, en ella existe un gran volumen de circulación de vehículos pesados.

La recolección de datos consistirá en realizar los aforos vehiculares, peatonales y de ciclistas en las intersecciones de la zona de estudio, la medición de las velocidades, así como también recolectar los datos de accidentabilidad que existan, esto último mediante la Dirección Departamental de Tránsito de Tarija. Además de las inspecciones de seguridad vial que se realizarán en cada punto en base al método, y el levantamiento de datos de las características geométricas de las intersecciones, entre ellas el ancho de acceso.

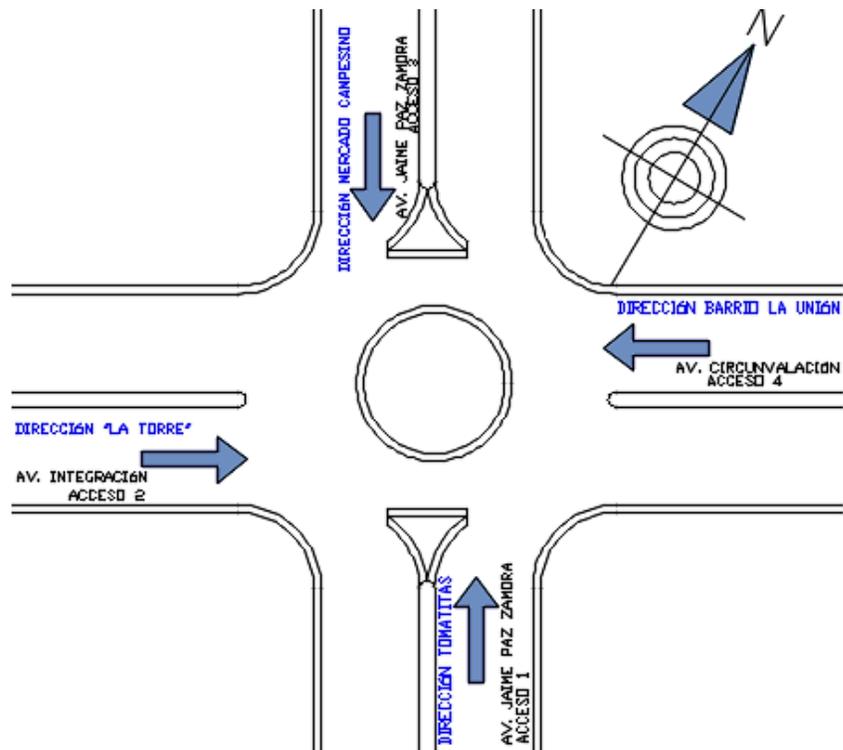
Una vez contando con todos los datos disponibles se realizará una contrastación entre el índice de nivel de riesgo, la capacidad, el nivel de servicio y la accidentabilidad, analizando si los resultados calculados con el método corresponden a los datos reales que existen para cada punto. Para posteriormente plantear recomendaciones, brindando posibles alternativas de solución en los puntos conflictivos para reducir el nivel de riesgo en los mismos.

- ❖ La avenida Circunvalación es una de las principales rutas y vías de acceso de nuestra ciudad de Tarija.
- ❖ Al ser una de las principales arterias, es ruta de vehículos pesados.
- ❖ La zona que abarca toda la Avenida Circunvalación es netamente comercial; por lo tanto, presenta volúmenes de tráfico altos.
- ❖ No presenta la señalización adecuada; además de un mal mantenimiento en la existente.
- ❖ Presenta zonas con datos de accidentabilidad considerables.
- ❖ Dentro del área de estudio se identificaron un total de 18 intersecciones.

3.1.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO

Punto 1. Av. Circunvalación y Av. Integración

Figura 3.2. Croquis de la intersección - punto de estudio 1



Fuente: Propia

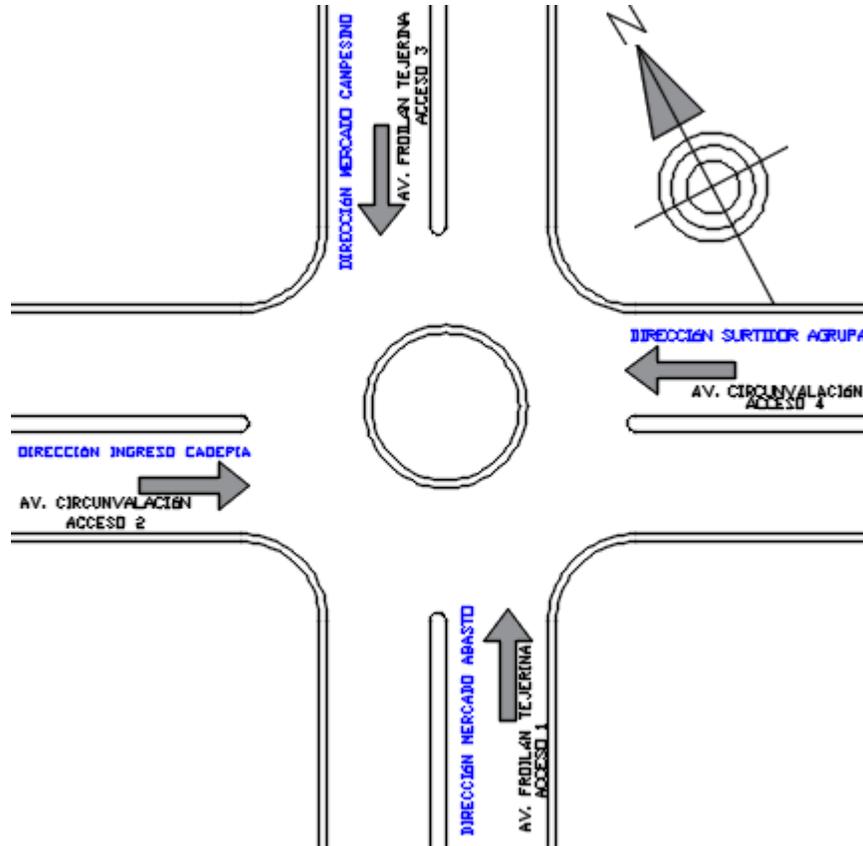
Tabla 3.1. Descripción de la intersección – punto de estudio 1

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	318934.05	7620255.15

Fuente: Propia

Punto 2. Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina

Figura 3.3. Croquis de la intersección – punto de estudio 2



Fuente: Propia

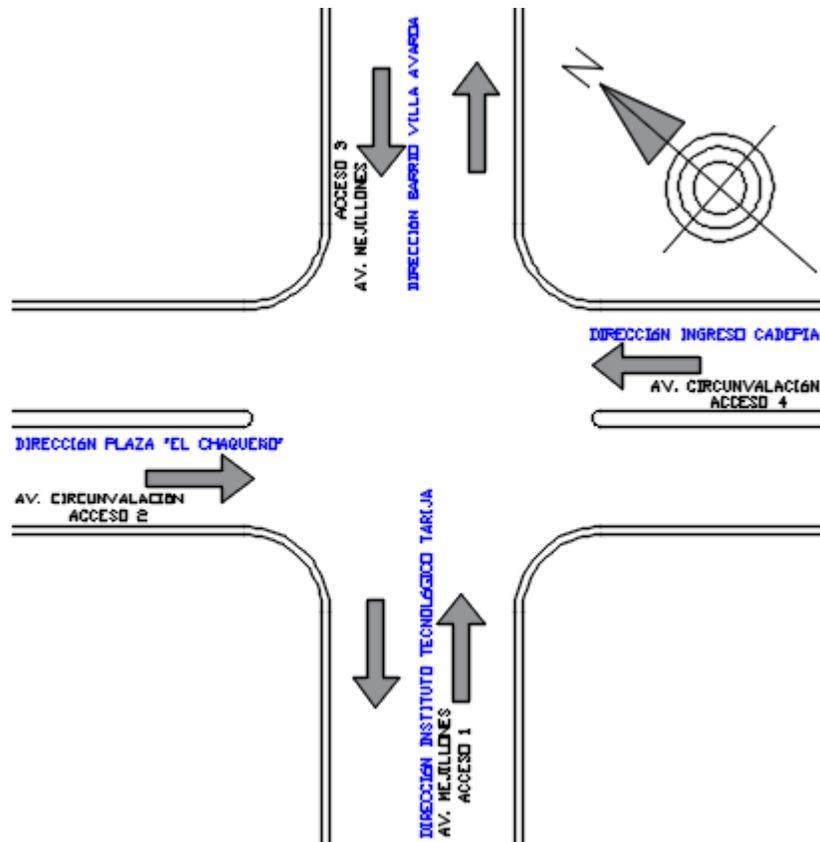
Tabla 3.2. Descripción de la intersección – punto de estudio 2

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	Existe/ Malo
Señales verticales/ Estado	No existe	No existe
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320075.68	7619945.52

Fuente: Propia

Punto 3. Av. Circunvalación y Av. Mejillones

Figura 3.4. Croquis de la intersección – punto de estudio 3



Fuente: Propia

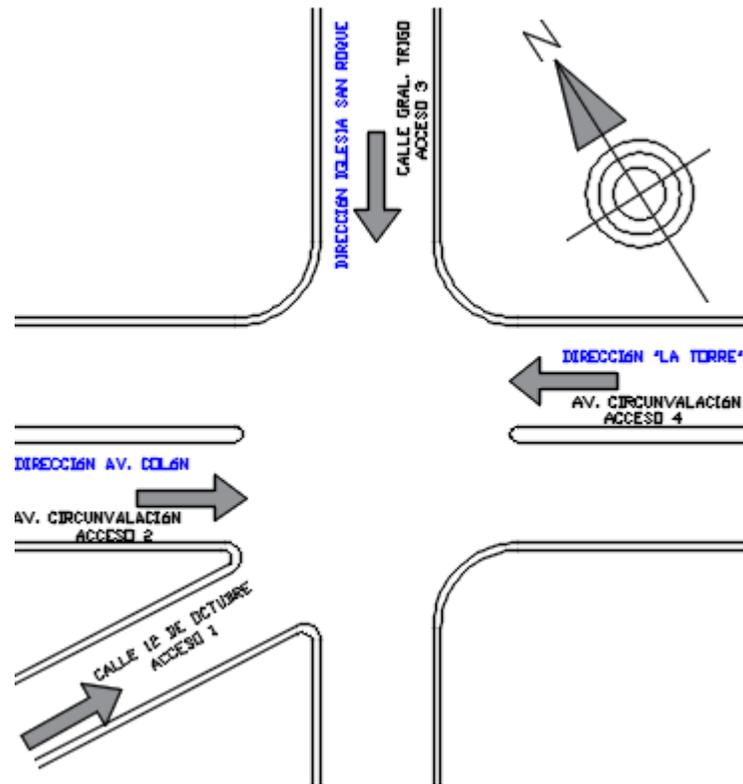
Tabla 3.3. Descripción de la intersección – punto de estudio 3

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	No existe	No existe
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320854.78	7619543.55

Fuente: Propia

Punto 4. Av. Circunvalación y Calle Gral. Trigo

Figura 3.5. Croquis de la intersección – punto de estudio 4



Fuente: Propia

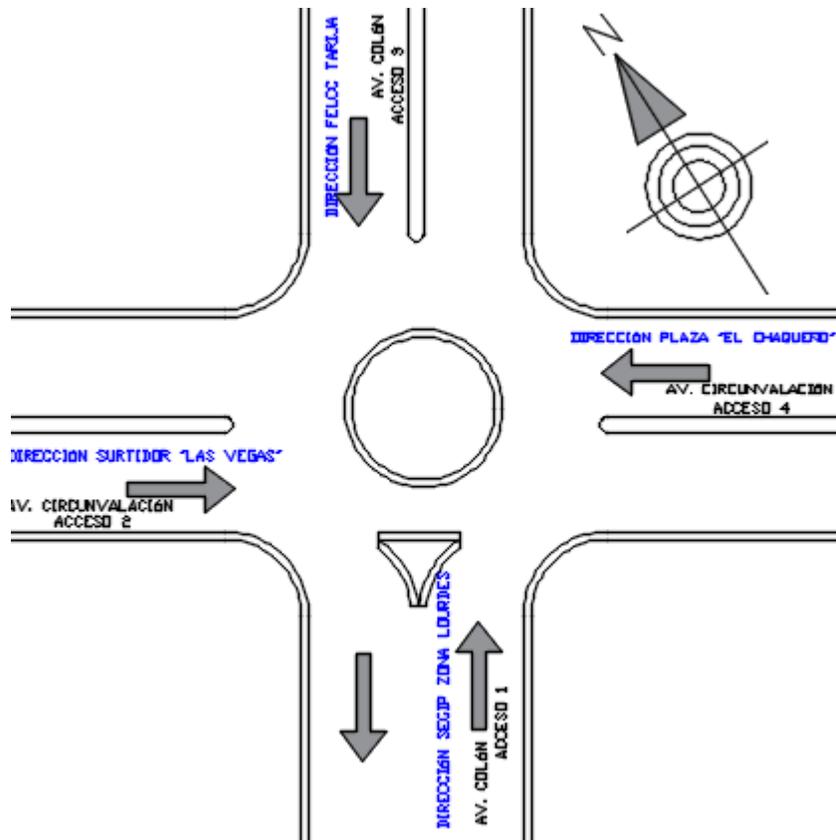
Tabla 3.4. Descripción de la intersección – punto de estudio 4

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
	Av. Circunvalación	Calle Gral. Trigo
Tipo de calle	Dos sentidos	Un sentido
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	No existe	No existe
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320970.98	7619383.89

Fuente: Propia

Punto 5. Av. Circunvalación y Calle Colón

Figura 3.6. Croquis de la intersección – punto de estudio 5



Fuente: Propia

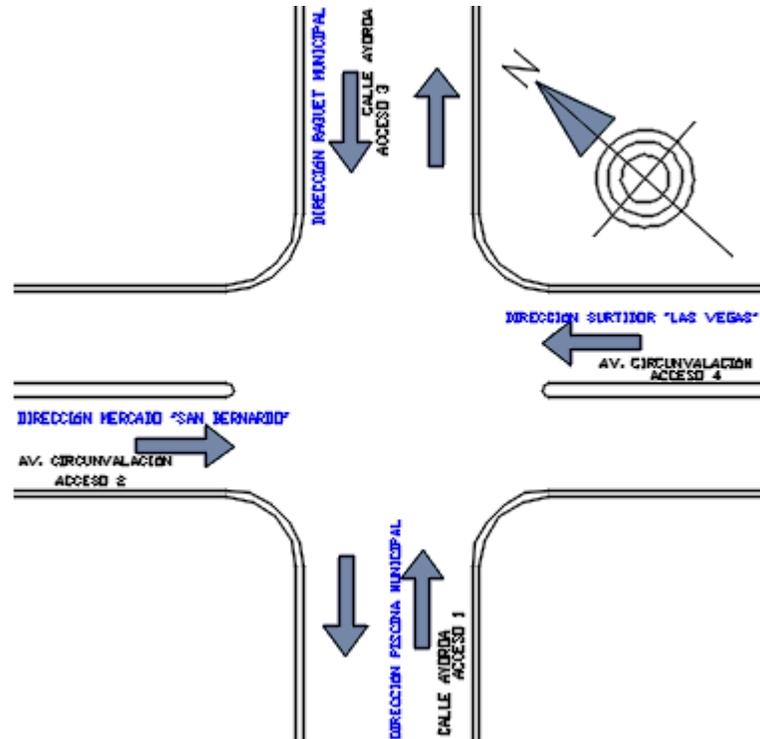
Tabla 3.5. Descripción de la intersección – punto de estudio 5

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	No existe	No existe
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321110.50	7619248.16

Fuente: Propia

Punto 6. Av. Circunvalación y Calle Ayoroa

Figura 3.7. Croquis de la intersección – punto de estudio 6



Fuente: Propia

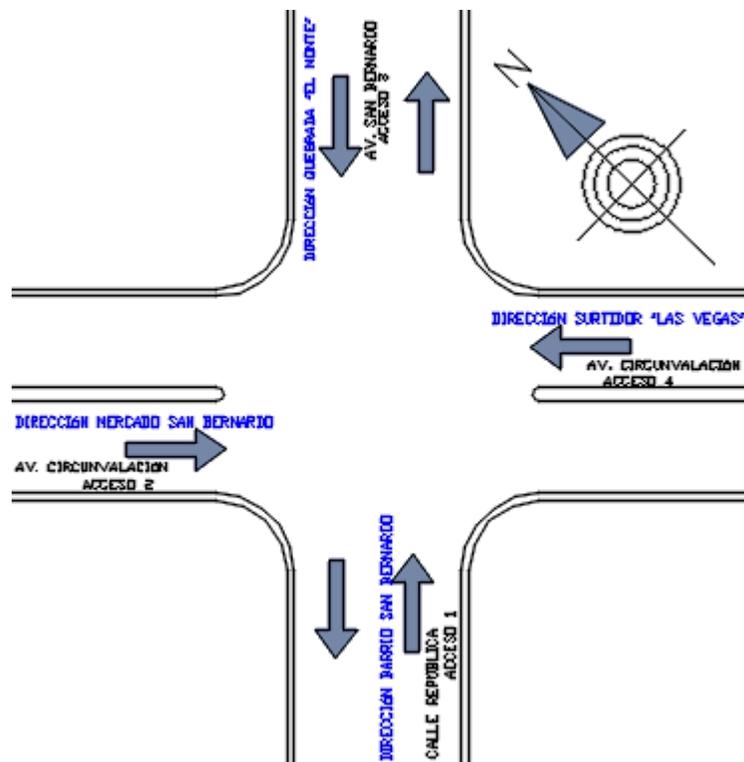
Tabla 3.6. Descripción de la intersección – punto de estudio 6

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
	Av. Circunvalación	Calle Ayoroa
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	No existe	No existe
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321350.67	7618883.36

Fuente: Propia

Punto 7. Av. Circunvalación y Av. San Bernardo

Figura 3.8. Croquis de la intersección – punto de estudio 7



Fuente: Propia

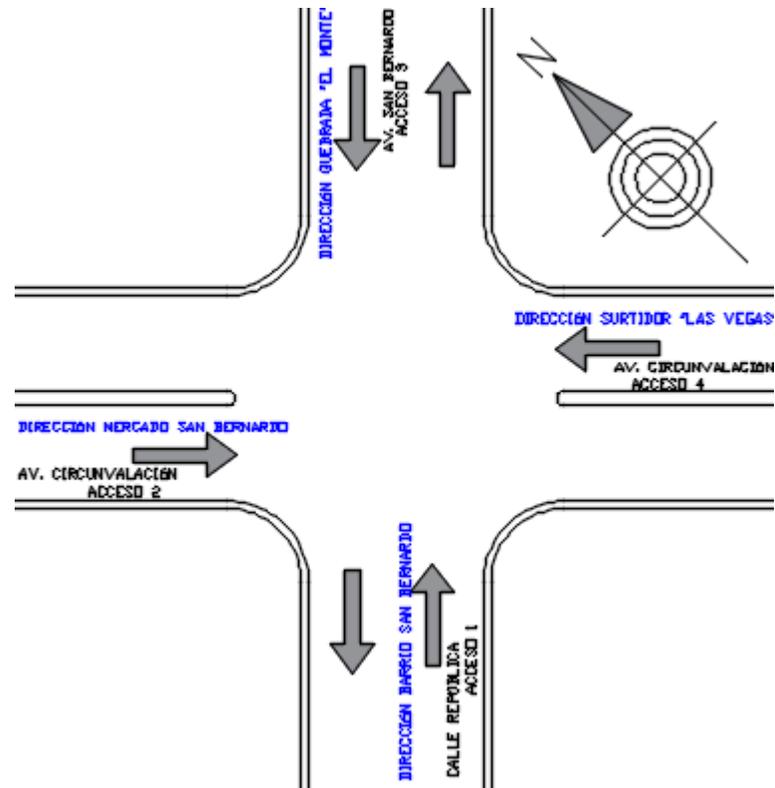
Tabla 3.7. Descripción de la intersección – punto de estudio 7

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	Existe/malo
Señales verticales/ Estado	No existe	No existe
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321424.06	7618768.33

Fuente: Propia

Punto 8. Av. Circunvalación y Calle Chamas (continuación de la calle Santa Cruz)

Figura 3.9. Croquis de la intersección – punto de estudio 8



Fuente: Propia

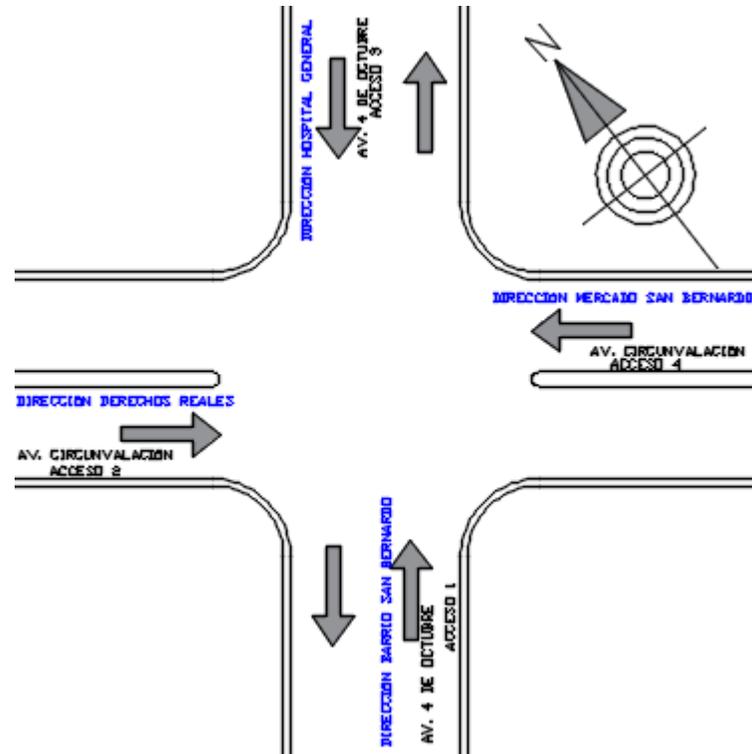
Tabla 3.8. Descripción de la intersección – punto de estudio 8

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	Si existe/Malo	No existe
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321496.64	7618647.80

Fuente: Propia

Punto 9. Av. Circunvalación y Av. 4 De octubre

Figura 3.10. Croquis de la intersección – punto de estudio 9



Fuente: Propia

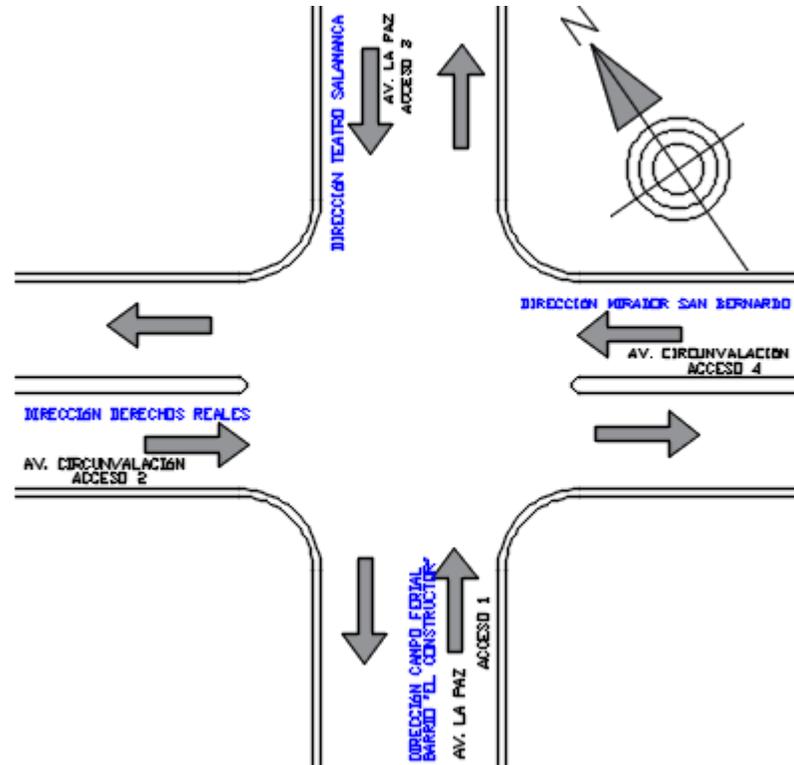
Tabla 3.9. Descripción de la intersección – punto de estudio 9

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	No existe	No existe
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321629.19	7618437.24

Fuente: Propia

Punto 10. Av. Circunvalación y Av. La Paz

Figura 3.11. Croquis de la intersección – punto de estudio 10



Fuente: Propia

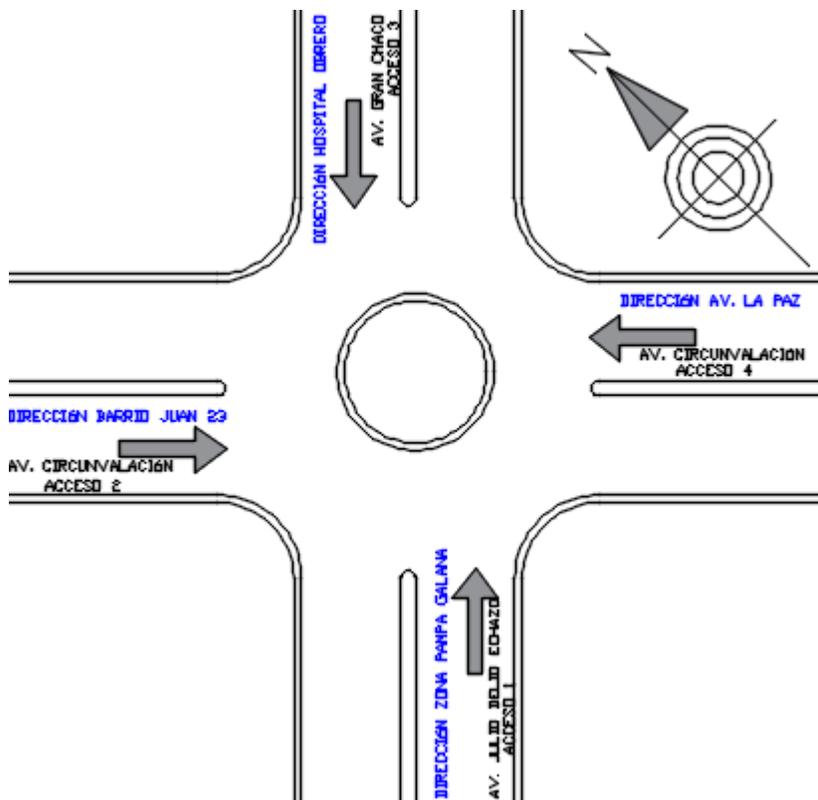
Tabla 3.10. Descripción de la intersección – punto de estudio 10

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	No existe	No existe
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321790.20	7618237.95

Fuente: Propia

Punto 11. Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco

Figura 3.12. Croquis de la intersección – punto de estudio 11



Fuente: Propia

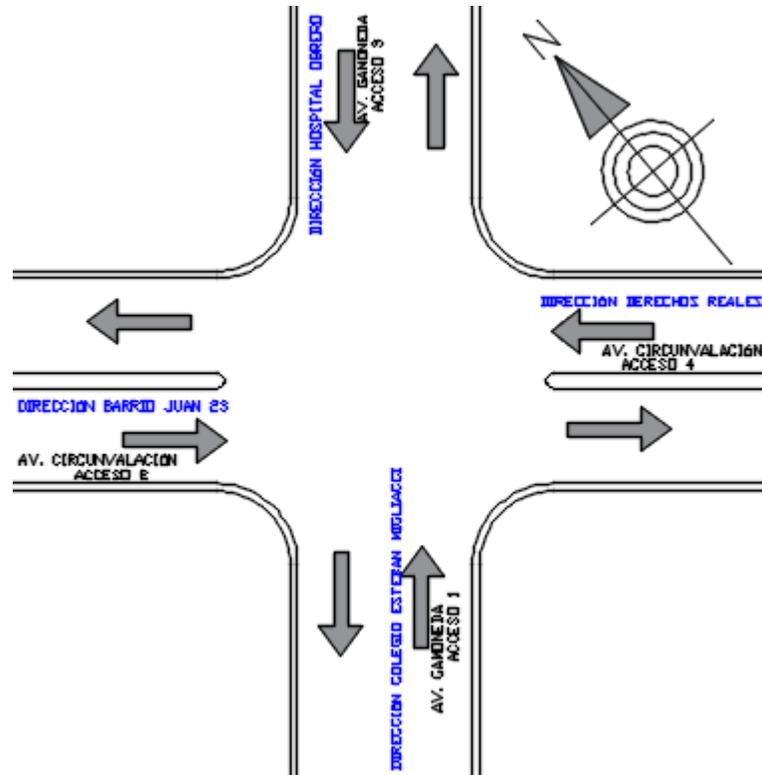
Tabla 3.11. Descripción de la intersección – punto de estudio 11

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	Si existe / Malo
Señales verticales/ Estado	No existe	No existe
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	322070.18	7617968.59

Fuente: Propia

Punto 12. Av. Circunvalación y Av. Gamoneda.

Figura 3.13. Croquis de la intersección – punto de estudio 12



Fuente: Propia

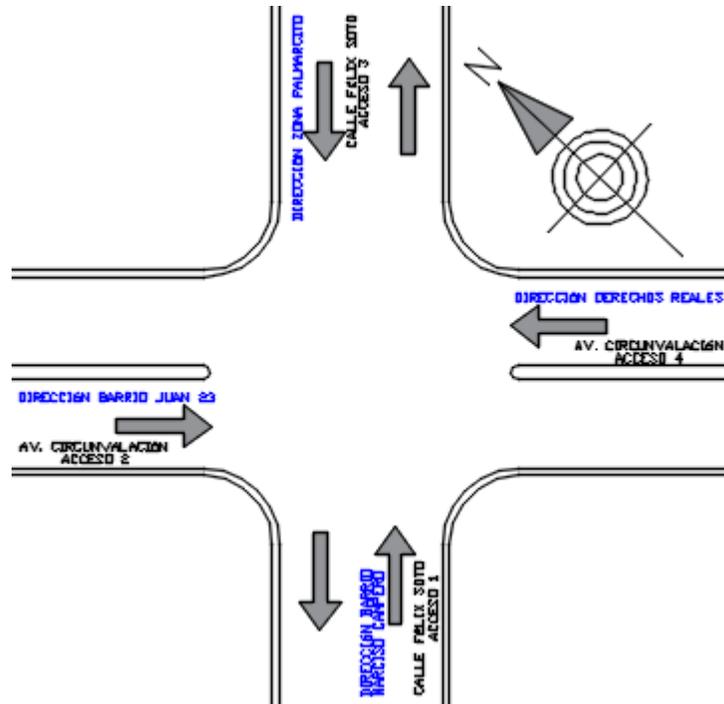
Tabla 3.12. Descripción de la intersección – punto de estudio 12

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	Si existe/ Malo	No existe
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	Si	Si
Coordenadas	X	Y
	322231.80	7617810.32

Fuente: Propia

Punto 13. Av. Circunvalación y Calle Félix Soto

Figura 3.14. Croquis de la intersección – punto de estudio 13



Fuente: Propia

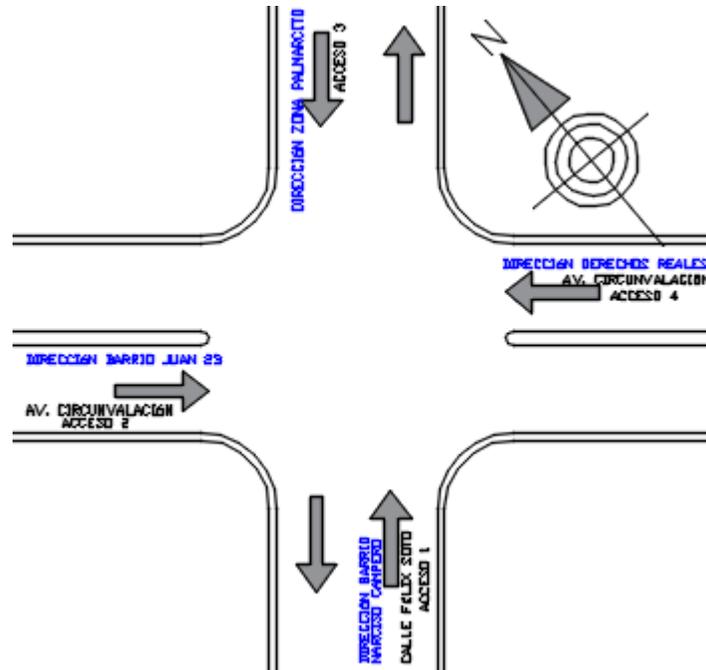
Tabla 3.13. Descripción de la intersección – punto de estudio 13

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	Si existe/ Malo	No existe
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	322297.21	7617746.39

Fuente: Propia

Punto 14. Av. Circunvalación y Calle José Electo Díaz

Figura 3.15. Croquis de la intersección – punto de estudio 14



Fuente: Propia

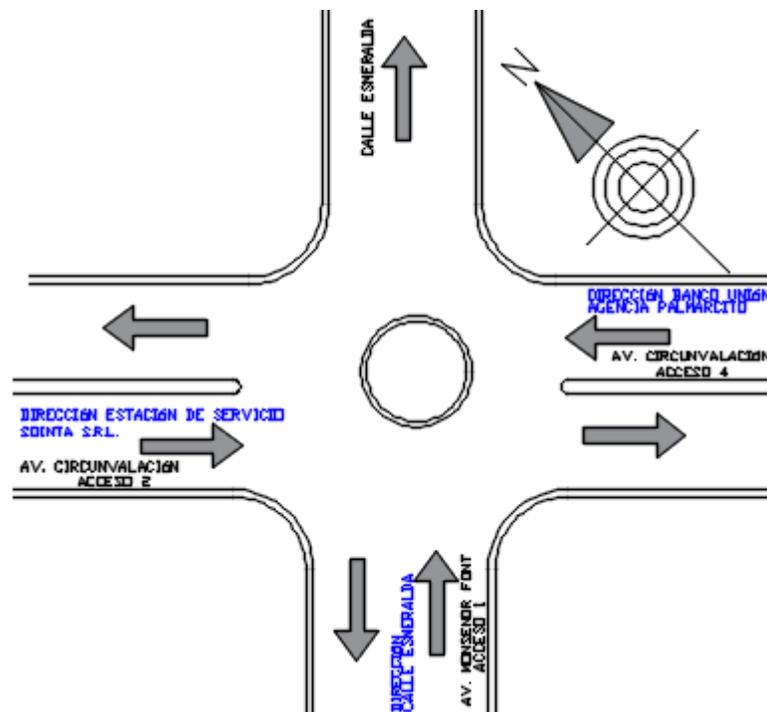
Tabla 3.14. Descripción de la intersección – punto de estudio 14

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	Si existe/ Malo	No existe
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	322350.60	7617693.92

Fuente: Propia

Punto 15. Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font

Figura 3.16. Croquis de la intersección – punto de estudio 15



Fuente: Propia

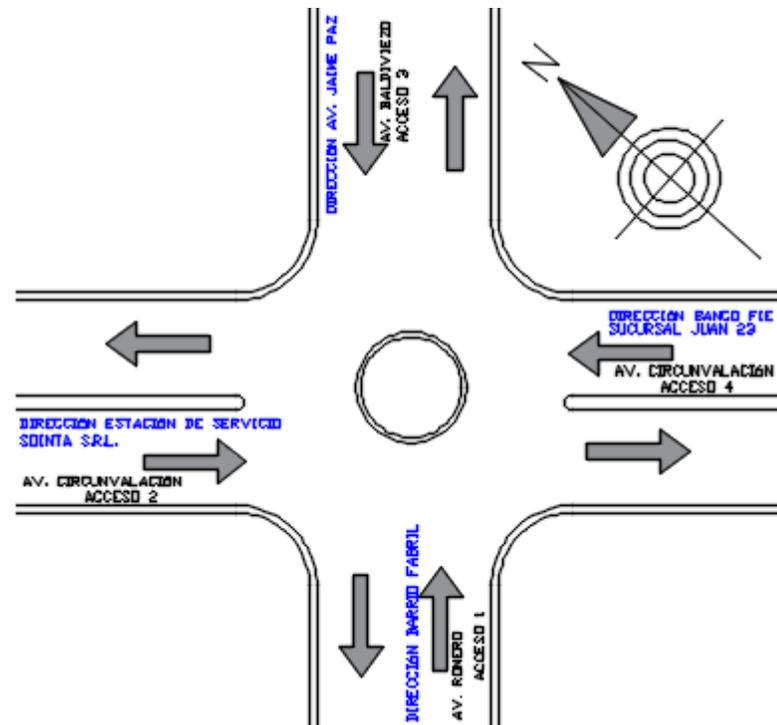
Tabla 3.15. Descripción de la intersección – punto de estudio 15

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No	Si existe / Bueno
Señales verticales/ Estado	No	No existe
Semaforización	Si	Si
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	322705.92	7617328.03

Fuente: Propia

Punto 16. Av. Circunvalación, Av. Baldiviezo y Av. Roberto Romero

Figura 3.17. Croquis de la intersección – punto de estudio 16



Fuente: Propia

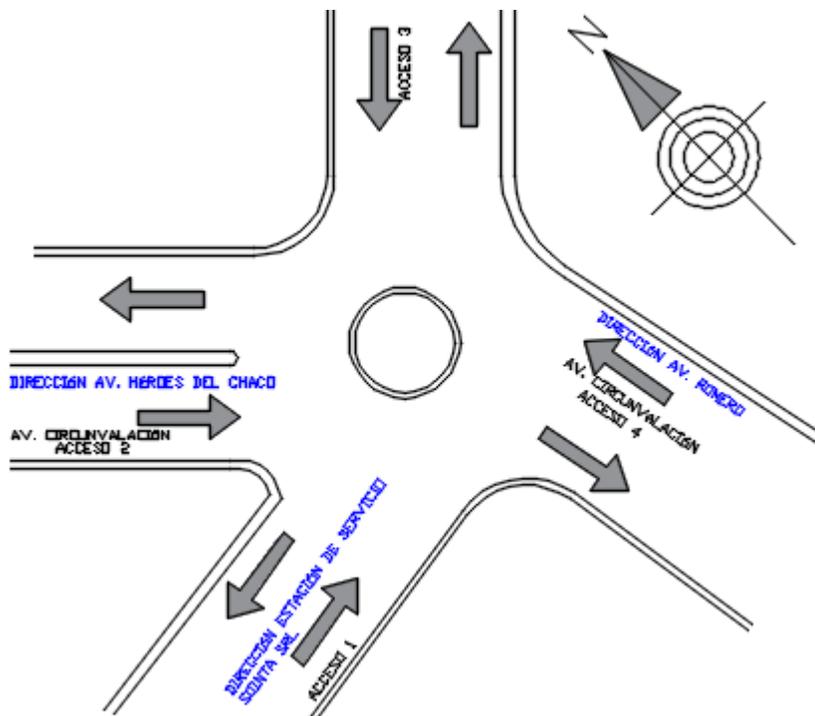
Tabla 3.16. Descripción de la intersección – punto de estudio 16

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
	Av. Circunvalación	Av. Roberto Romero
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existen	No existe
Señales verticales/ Estado	No existen	Si existe/ bueno
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	322816.66	7617204.49

Fuente: Propia

Punto 17. Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)

Figura 3.18. Croquis de la intersección – punto de estudio 17



Fuente: Propia

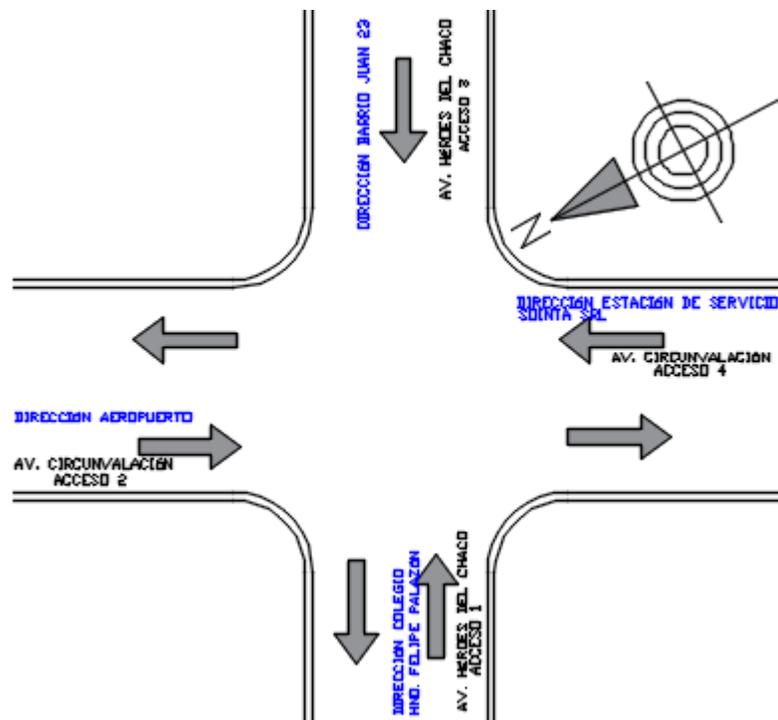
Tabla 3.17. Descripción de la intersección – punto de estudio 17

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existe	No existe
Señales verticales/ Estado	No existe	Si existe/ bueno
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	323102.83	7616875.00

Fuente: Propia

Punto 18. Av. Circunvalación y Av. Héroes Del Chaco

Figura 3.19. Croquis de la intersección – punto de estudio 18



Fuente: Propia

Tabla 3.18. Descripción de la intersección – punto de estudio 18

Descripción	Calle de estudio	Calle de intersección
		Av. Circunvalación
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/ Estado	No existen	No existe
Señales verticales/ Estado	No existen	Si existe/ Bueno
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	323070.02	7616786.39

Fuente: Propia

3.1.4. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE ACCIDENTABILIDAD

Los datos de accidentabilidad fueron obtenidos de la Dirección Departamental de Tránsito de la ciudad de Tarija, que es la entidad principal encargada de llevar el registro de toda la información relevante en forma de reportes de accidentes en el departamento.

Los datos obtenidos de dicha entidad corresponden al año 2015, puesto que las autoridades de tránsito justifican que; sólo los datos hasta ese año habrían sido procesados. Es decir que los datos del 2016 y 2017, se encuentran incompletos.

Los accidentes fueron tabulados y registrados en base al tipo de accidente y la cantidad. El levantamiento de datos de los tipos de accidentes se encuentra registrado de la siguiente manera:

- ❖ Atropello
- ❖ Colisión
- ❖ Choque a objeto fijo
- ❖ Vuelco
- ❖ Embarrancamiento
- ❖ Caída de personas
- ❖ Choque a vehículo detenido y estacionado
- ❖ Choque a vehículo por alcance

A continuación, en la tabla 3.19 se muestran los datos mencionados anteriormente:

Tabla 3.19. Descripción de accidentes

Intersección de estudio	Descripción de accidentes								Total accidentes
	Atropello	Colisión	Choque a objeto fijo	Vuelco	Embarrancamiento	Caída de personas	Choque a vehículo detenido y estacionado	Choque a vehículo por alcance	
Av. Circunvalación y Av. Integración	2	6	1	0	0	0	1	3	13
Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Av. Circunvalación y Av. Mejillones	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Av. Circunvalación y calle Gral. Trigo	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Av. Circunvalación y Av. Colón	2	4	1	0	0	0	1	2	10
Av. Circunvalación y calle Ayoroa	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Av. Circunvalación y Av. San Bernardo	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Av. Circunvalación y calle Chamas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Av. Circunvalación y Av. La Paz	1	2	1	0	0	1	2	1	8
Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco	0	3	1	0	0	0	2	0	6
Av. Circunvalación y Av. Gamoneda	2	5	0	0	0	1	2	0	10
Av. Circunvalación y calle Félix Soto	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av. Circunvalación y calle José Electo Díaz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v. Circunvalación y Av. Monseñor Font	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Av. Circunvalación, Av. Baldiviezo y Av. Roberto Romero	1	2	1	0	0	0	2	0	6
Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av. Circunvalación y Av. Héroes de Chaco	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Propia

3.1.5. PROCESAMIENTO DE DATOS DE AFORO

En primer lugar, se definieron las horas pico que se presentan en la zona de estudio; es decir, el período de tiempo en el que regularmente se existen congestiones en la vía o volúmenes de tráfico altos.

En este caso se seleccionó la intersección entra la Av. Circunvalación y la calle Colón; realizando el aforo desde horas 6:00 a horas 20:00.

Dando como resultado los valores de la tabla 3.20.

Se puede observar en la gráfica 3.1. que los picos más representativos se presentan de horas: 7:00 a 8:00, 12:00 a 13:00 y 18:00 a 19:00.

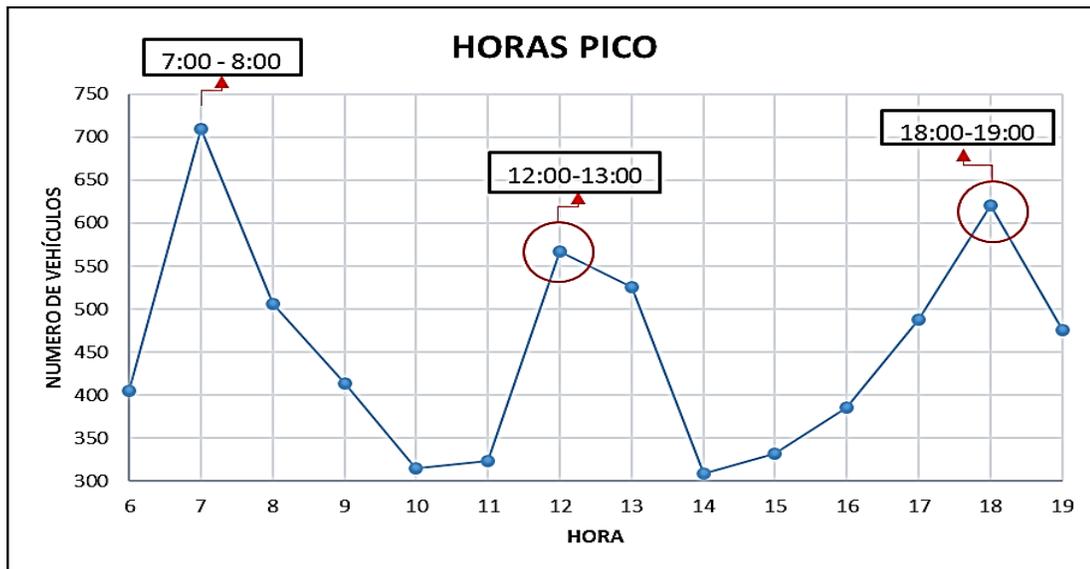
Por lo tanto, el aforo de volúmenes de tráfico vehicular; así como también el de peatones (necesario para el cálculo de nivel de riesgo) y velocidades, se realizó de lunes a domingo y en las horas mencionadas.

Tabla 3.20. Valores de horas pico Av. Circunvalación

Hora	Número de vehículos hora
6:00 - 7:00	405
7:00 - 8:00	709
8:00 - 9:00	506
9:00 - 10:00	413
10:00 - 11:00	315
11:00 - 12:00	323
12:00 - 13:00	567
13:00 - 14:00	525
14:00 - 15:00	309
15:00 - 16:00	332
16:00 - 17:00	386
17:00 - 18:00	488
18:00 - 19:00	620
19:00 - 20:00	476

Fuente: Propia

Figura 3.20. Horas pico – Avenida Circunvalación



Fuente: Propia

Se muestra el procedimiento de análisis y depuración de los datos aforados; esto con el fin de optar por un rango de seguridad dado a partir de la media y la desviación estándar como se desarrolla a continuación para el punto de estudio 1 – intersección Av. Circunvalación y Av. Integración (Rotonda Estación de servicio Agrupa).

Datos aforados para el acceso 1 de horas 7:00 a 8:00 am:

Tabla 3.21. Datos aforados del acceso 1 – punto de estudio 1

Hora	Acceso 1 (veh/h)									Total veh /h.
	Livianos			Medianos			Pesados			
Día	GI	GD	F	GI	GD	F	GI	GD	F	
Lunes	152	177	185	147	182	153	27	11	24	1058
Martes	162	181	161	148	167	133	27	8	16	1003
Miércoles	169	184	172	153	150	164	28	12	25	1057
Jueves	158	181	174	146	159	169	19	15	27	1048
Viernes	155	178	173	148	141	164	20	11	26	1016
Sábado	165	183	182	158	163	145	22	15	19	1052
Domingo	132	142	156	135	152	149	27	8	15	916

Fuente: Propia

Calculando la media de la sumatoria de los vehículos por hora

$$\dot{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\dot{X} = \frac{1058 + 1003 + 1057 + 1048 + 1016 + 1052 + 916}{7}$$

$$\dot{X} = 1021,43 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

Desviación estándar

$$\dot{X} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \dot{X})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{7-1} * 1033,47 + 339,61 + 1265,33 + 706,04 + 29,47 + 934,61 + 11115,71}$$

$$\dot{X} = \sqrt{2621,29}$$

$$\dot{X} = 51,20 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

Rango superior

Definido por la media más la desviación estándar

$$= 1021,43 \frac{\text{veh}}{\text{h}} + 51,20 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

$$= 1072,63 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

Rango inferior

Definido por la media menos la desviación estándar

$$= 1021,43 \frac{\text{veh}}{\text{h}} - 51,20 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

$$= 970,23 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

En la siguiente tabla se identifican los valores medios que se encuentran fuera del rango previamente calculado.

Tabla 3.22. Volúmenes del acceso 1 – punto de estudio 1

Acceso 1 veh/h
1058
1003
1057
1048
1016
1052
916

Fuente: Propia

El valor dentro de la casilla de color  identifica el valor fuera del rango (1072,63 – 970,23).

Por lo tanto, se calcula la media excluyendo dicho valor:

Tabla 3.23. Volúmenes del acceso 1 – punto de estudio 1 (excluyendo valores fuera de rango)

Acceso 1 veh/h
1058
1003
1057
1048
1016
1052

Fuente: Propia

$$\bar{X} = 1039,00 \text{ veh /h}$$

En cuanto al cálculo de los porcentajes de giro izquierda, derecha, vehículos que realizan la trayectoria de frente y vehículos pesados que circulan por la intersección, se realizó el siguiente procedimiento:

En la tabla se muestran los datos aforados de los vehículos livianos, medianos y pesados que realizaron el giro izquierda para el acceso 1 en horas 7:00 a 8:00 am, donde se sumaron hallando el total y sobre el total de vehículos que circularon por la intersección se calcularon los porcentajes.

Cabe resaltar que para éste cálculo ya no se hace uso de los datos que se encontraron fuera del rango, anteriormente calculado.

Tabla 3.24. Vehículos que realizan Giro Izquierda del acceso 1 – punto de estudio 1

Hora	Acceso 1 - Vehículos que realizan GIRO IZQUIERDA					
7:00 - 8:00	Total (veh/h)	L	M	P	Total (veh/h)	% GI
Día		GI	GI	GI		
Lunes	1058	152	147	27	326	30,81
Martes	1003	162	148	27	337	33,60
Miércoles	1057	169	153	28	350	33,11
Jueves	1048	158	146	19	323	30,82
Viernes	1016	155	148	20	323	31,79
Sábado	1052	165	158	22	345	32,79

Fuente: Propia

Del mismo modo se realizó el cálculo para las maniobras de giro derecha, de frente y vehículos pesados.

Sumando los vehículos que realizaron las diferentes maniobras y sacando el porcentaje en relación al volumen total.

Posteriormente se calcula la media de los valores porcentuales y se halla el valor medio de los mismos para los días aforados.

Tabla 3.25. Porcentajes de maniobras del acceso 1 – punto de estudio 1

Acceso 1 (veh/h)						
Horario	7:00 - 8:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	N	%	N	%	N	%
1058	326	30,81	370	34,97	362	34,22
1003	337	33,60	356	35,49	310	30,91
1057	350	33,11	346	32,73	361	34,15
1048	323	30,82	355	33,87	370	35,31
1016	323	31,79	330	32,48	363	35,73
1052	345	32,79	361	34,32	346	32,89
\bar{X}		32,16		33,98		33,87

Fuente: Propia

Para encontrar la media de los valores que circularon por el acceso 1 en las 3 horas pico previamente definidas se efectúa el mismo cálculo y se halla la media de dichos valores.

Tabla 3.26. Porcentajes de maniobras en las horas pico para el acceso 1 – punto de estudio 1

Acceso 1						
Horario	7:00 - 8:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	N	%	N	%	N	%
1058	326	30,81	370	34,97	362	34,22
1003	337	33,60	356	35,49	310	30,91
1057	350	33,11	346	32,73	361	34,15
1048	323	30,82	355	33,87	370	35,31
1016	323	31,79	330	32,48	363	35,73
1052	345	32,79	361	34,32	346	32,89
\bar{X}		32,16		33,98		33,87

Horario		12:00 - 13:00					
Total	Giros				Frente		
	Izquierda		Derecha				
	N	%	N	%	N	%	
1059	332	31,35	389	36,73	338	31,92	
1058	324	30,62	398	37,62	336	31,76	
1061	337	31,76	388	36,57	336	31,67	
1068	347	32,49	386	36,14	335	31,37	
1079	346	32,07	390	36,14	343	31,79	
1071	363	33,89	391	36,51	317	29,60	
\bar{X}		32,03		36,62		31,35	
Horario		18:00 - 19:00					
Total	Giros				Frente		
	Izquierda		Derecha				
	N	%	N	%	N	%	
951	302	31,76	337	35,44	312	32,81	
937	302	32,23	328	35,01	307	32,76	
944	300	31,78	335	35,49	309	32,73	
937	297	31,70	340	36,29	300	32,02	
\bar{X}		31,87		35,55		32,58	

Fuente: Propia

% de GI para el acceso 1 del punto de estudio 1

$$\%GI = \frac{32,16 + 32,03 + 31,87}{3}$$

$$\%GI = 32,02 \%$$

% de GD para el acceso 1 del punto de estudio 1

$$\%GD = \frac{33,98 + 36,62 + 35,55}{3}$$

$$\%GI = 35,38 \%$$

% de FRENTE para el acceso 1 del punto de estudio 1

$$\%FRENTE = \frac{33,87 + 31,35 + 32,58}{3}$$

$$\%GI = 32,60 \%$$

% vehículos pesados

Tabla 3.27. Porcentaje de vehículos pesados acceso 1 - punto de estudio 1

Acceso 1								
7:00 - 8:00			12:00 - 13:00			18:00 - 19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1058	62	5,86	1059	48	4,53	951	50	5,26
1003	51	5,08	1058	40	3,78	937	52	5,55
1057	65	6,15	1061	39	3,68			
1048	61	5,82	1068	42	3,93			
1016	57	5,61	1079	37	3,43	944	57	6,04
1052	56	5,32	1071	46	4,30			
						937	52	5,55
\bar{X}		5,64	\bar{X}		3,94	\bar{X}		5,60

Fuente: Propia

$$\%VP = \frac{5,64 + 3,94 + 5,60}{3}$$

$$\%VP = 5,06 \%$$

A continuación, se presentan las tablas resumen de los puntos de estudio con los siguientes datos:

- ❖ Volúmenes vehiculares por hora para cada acceso de la intersección durante 1 semana.
- ❖ % de giros izquierda del volumen medio de cada acceso.
- ❖ % de giro derecha del volumen medio de cada acceso.
- ❖ % de vehículos con trayectoria de frente para cada acceso.
- ❖ % de vehículos pesados del volumen medio para cada acceso de la intersección.
- ❖ % de peatones que ingresaron a la intersección en relación con el volumen medio vehicular.
- ❖ % de ciclistas en relación con el volumen medio vehicular.

- ❖ % de motos del volumen medio vehicular que ingresaron a la intersección
- ❖ Velocidad media de circulación de los vehículos.

Punto de estudio No 1

Av. Circunvalación y Av. Integración

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.28. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 1

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	1058	896	726	1129	1059	792	743	994	951	719	568	1009				
Martes	1003	857	613	1154	1058	802	753	961	937	715	578	997				
Miércoles	1057	958	725	1171	1061	769	723	943	921	656	559	1001				
Jueves	1048	906	727	1128	1068	795	743	990	916	720	551	992				
Viernes	1016	978	700	1133	1079	797	740	968	944	688	550	984				
Sábado	1052	929	706	1169	1071	794	692	1021	960	670	576	1023				
Domingo	916	752	512	1014	916	779	776	940	937	657	534	988				
Media	1039	910	700	1148	1066	792	741	979	943	691	557	998				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	1016				798				666				1042			

Fuente: Propia

Tabla 3.29. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 1

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
%Giro izquierda	32,02	29,51	25,91	32,61
%Giro derecha	35,38	28,86	40,00	30,76
%Frente	32,60	41,63	34,09	36,63
%Pesados	5,06	8,72	13,42	7,15
%Peatones	%Ciclistas	%Motos	Velocidad media de circulación	
10,16	3,20	15,32	24,03 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.21. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 1



Fuente: Propia

Punto de estudio No 2

Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina.

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.30. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 2

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	772	909	636	705	737	605	925	819	687	643	545	793				
Martes	775	815	659	759	752	630	890	762	753	638	562	799				
Miércoles	785	871	638	726	707	629	909	765	700	646	540	825				
Jueves	728	842	632	801	742	635	880	760	721	654	583	839				
Viernes	751	914	637	802	765	605	829	772	714	639	546	802				
Sábado	751	857	693	736	794	647	844	754	691	642	535	814				
Domingo	729	774	548	653	715	647	814	743	711	633	545	775				
Media	763	847	641	732	743	632	871	763	708	642	546	807				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	738				707				686				768			

Fuente: Propia

Tabla 3.31. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 2

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
% Giro izquierda	35,58	24,21	20,75	18,10
% Giro derecha	35,96	20,87	17,78	13,42
% Frente	28,46	54,92	61,47	68,48
% Pesados	8,49	8,32	21,60	8,41
% Peatones	% Ciclistas	% Motos	Velocidad media de circulación	
31,05	2,12	14,30	19,37 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.22. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 2



Fuente: Propia

Punto de estudio No 3

Av. Circunvalación y Av. Mejillones

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.32. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 3

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	838	952	618	1079	789	919	628	1073	801	736	565	916				
Martes	730	892	661	1066	812	880	660	1065	830	718	551	889				
Miércoles	742	940	605	1038	806	911	619	1048	802	767	565	886				
Jueves	849	963	646	1114	816	923	590	1082	785	788	548	892				
Viernes	836	918	645	1060	798	881	648	1046	853	736	567	914				
Sábado	752	869	644	1047	809	901	614	1066	791	736	560	912				
Domingo	716	899	634	976	805	873	585	1000	772	678	513	884				
Media	780	921	638	1058	805	914	632	1064	802	739	560	895				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	796				858				610				1006			

Fuente: Propia

Tabla 3.33. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 3

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
% Giro izquierda	43,25	19,28	33,66	18,99
% Giro derecha	36,95	13,16	37,69	14,03
% Frente	19,80	67,56	28,65	66,98
% Pesados	2,69	8,63	4,54	5,86
% Peatones	% Ciclistas	% Motos	Velocidad media de circulación	
15,28	3,17	24,83	38,01 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.23. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 3



Fuente: Propia

Punto de estudio No 4

Av. Circunvalación y Calle Gral. Trigo

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.34. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 4

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	94	1013	302	987	101	1033	289	986	73	850	252	837				
Martes	102	1046	316	930	107	1082	259	1018	92	835	242	696				
Miércoles	106	1049	294	960	100	955	265	987	89	850	247	789				
Jueves	110	1376	302	946	102	905	255	981	84	817	247	857				
Viernes	105	1222	294	976	107	1043	270	999	97	764	251	744				
Sábado	118	1146	308	941	100	948	288	1045	85	782	256	779				
Domingo	104	935	248	970	92	939	254	931	86	757	231	788				
Media	106	1096	303	959	101	984	261	995	88	812	248	788				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	99				964				271				914			

Fuente: Propia

Tabla 3.35. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 4

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
%Giro izquierda	0,00	0,00	22,09	10,66
%Giro derecha	100,00	15,67	30,84	0,00
%Frente	0,00	84,33	47,07	89,34
%Pesados	5,52	7,42	9,22	9,52
%Peatones	%Ciclistas	%Motos	Velocidad media de circulación	
8,19	2,95	22,38	28,63 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.24. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 4



Fuente: Propia

Punto de estudio No 5

Av. Circunvalación y Calle Colón

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.36. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 5

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	916	1069	897	985	1106	950	925	906	1025	1058	1078	931				
Martes	921	994	835	915	1107	881	890	975	1019	978	1044	997				
Miércoles	937	902	956	1010	1109	924	909	966	934	1066	998	960				
Jueves	1025	989	1011	993	1099	910	880	1011	1041	977	1086	909				
Viernes	988	988	947	968	1106	943	829	861	1088	1034	1071	973				
Sábado	907	957	907	921	1097	903	844	952	1032	1027	1051	980				
Domingo	857	945	905	939	1044	832	814	889	978	918	939	871				
Media	934	975	923	972	1104	913	871	938	1019	1015	1055	951				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	1019				968				950				954			

Fuente: Propia

Tabla 3.37. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 5

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
% Giro izquierda	26,80	20,32	40,26	7,72
% Giro derecha	23,17	4,97	42,65	20,88
% Frente	50,03	74,71	17,09	71,40
% Pesados	17,73	18,93	15,29	11,03
% Peatones	% Ciclistas	% Motos	Velocidad media de circulación	
18,63	3,19	28,54	20,89 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.25. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 5



Fuente: Propia

Punto de estudio No 6

Av. Circunvalación y Calle Ayoroa

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.38. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 6

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	844	1046	183	1143	791	1129	925	1100	727	1190	226	976				
Martes	834	1037	222	1101	794	1123	890	1091	726	1198	288	1040				
Miércoles	789	1023	201	1077	787	1096	909	1040	692	1119	248	924				
Jueves	822	1026	189	1004	802	1107	880	1187	788	1178	242	984				
Viernes	873	1052	219	1111	803	1127	829	1084	777	1214	250	1019				
Sábado	911	1016	215	1075	798	1057	844	1074	735	1055	267	993				
Domingo	856	966	213	959	706	1069	814	1070	665	1085	247	959				
Media	846	1034	212	1074	796	1117	871	1084	720	1172	251	987				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	788				1108				445				1049			

Fuente: Propia

Tabla 3.39. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 6

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
%Giro izquierda	42,25	13,65	30,85	8,20
%Giro derecha	43,46	12,90	32,72	6,86
%Frente	14,29	73,45	36,43	84,94
%Pesados	16,53	15,91	5,48	19,39
%Peatones	%Ciclistas	%Motos	Velocidad media de circulación	
9,48	4,01	34,28	31,14 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.26. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 6



Fuente: Propia

Punto de estudio No 7

Av. Circunvalación y Av. San Bernardo

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.40. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 7

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	489	1042	865	947	449	1018	801	936	463	1053	761	1008				
Martes	494	1010	744	936	471	955	826	1002	407	1001	764	990				
Miércoles	497	1046	838	1016	489	1005	765	1003	426	1032	727	999				
Jueves	525	1021	828	970	454	1016	830	1049	448	1065	729	969				
Viernes	541	1009	835	973	495	1026	780	966	435	1056	721	1025				
Sábado	539	1029	810	1008	484	998	773	1069	425	1071	712	1045				
Domingo	466	1010	675	857	441	949	720	947	396	1003	663	962				
Media	502	1016	820	967	470	1013	780	980	429	1052	723	1006				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	467				1027				775				985			

Fuente: Propia

Tabla 3.41. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 7

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
%Giro izquierda	30,42	28,24	43,96	11,00
%Giro derecha	34,05	12,48	43,60	34,60
%Frente	35,53	59,28	12,44	54,40
%Pesados	4,96	10,85	19,47	12,90
%Peatones	%Ciclistas	%Motos	Velocidad media de circulación	
19,36	3,58	29,20	20,84 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.27. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 7



Fuente: Propia

Punto de estudio No 8

Av. Circunvalación y Calle Chamas

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.42. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 8

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	905	991	636	1025	837	1038	1430	1145	817	970	553	1113				
Martes	936	910	659	959	852	1054	1397	1100	853	1022	579	1107				
Miércoles	931	941	638	926	797	1027	1391	1077	790	1028	551	1129				
Jueves	916	884	632	1021	842	1057	1478	1070	811	1000	591	1107				
Viernes	912	980	637	1002	855	991	1412	1132	804	1018	549	1161				
Sábado	920	954	693	936	894	1045	1452	1098	791	1029	538	1139				
Domingo	875	828	548	953	815	1002	1377	1074	811	1001	536	1065				
Media	917	934	641	963	841	1041	1417	1088	804	1017	548	1119				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	854				998				869				1057			

Fuente: Propia

Tabla 3.43. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 8

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
%Giro izquierda	43,63	16,21	28,09	15,17
%Giro derecha	42,90	33,40	21,83	10,92
%Frente	13,47	50,39	50,08	73,91
%Pesados	7,22	10,69	28,79	9,83
%Peatones	%Ciclistas	%Motos	Velocidad media de circulación	
5,12	2,84	24,16	18,65 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.28. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 8

Fuente: Propia

Punto de estudio No 9

Av. Circunvalación y Av. 4 De octubre

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.44. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 9

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	961	1102	461	988	898	1065	464	957	736	1156	410	1029				
Martes	951	1158	502	1014	927	1094	520	992	743	1138	353	1011				
Miércoles	1015	1080	455	965	926	1131	460	924	691	1187	415	1049				
Jueves	1024	1114	479	1007	908	1122	450	954	715	1198	357	1044				
Viernes	969	1067	463	989	911	1077	513	941	757	1147	406	1070				
Sábado	987	1190	439	984	906	1099	447	972	715	1150	404	1052				
Domingo	897	1102	405	895	871	1049	419	900	691	1088	347	984				
Media	967	1112	460	992	906	1084	456	964	728	1156	399	1037				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	867				1118				439				998			

Fuente: Propia

Tabla 3.45. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 9

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
%Giro izquierda	43,54	15,56	40,06	31,77
%Giro derecha	42,21	28,07	23,56	9,88
%Frente	14,25	56,37	36,38	58,35
%Pesados	4,05	15,52	7,14	12,23
%Peatones	%Ciclistas	%Motos	Velocidad media de circulación	
4,67	3,07	21,32	22,15 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.29. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 9

Fuente: Propia

Punto de estudio No 10

Av. Circunvalación y Av. La Paz

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.46. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 10

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	876	1070	932	1196	872	1091	919	1207	802	1055	862	1191				
Martes	893	1114	948	1147	849	1160	889	1244	800	1042	869	1051				
Miércoles	874	1112	914	1177	840	1094	885	1205	796	1032	875	1129				
Jueves	872	1086	935	1132	870	1078	875	1182	791	1115	857	1146				
Viernes	889	1081	930	1171	830	1114	900	1204	802	1047	881	1107				
Sábado	868	1028	938	1150	814	1100	908	1275	800	1090	876	1124				
Domingo	812	986	868	1139	807	1050	874	1115	773	1020	866	1107				
Media	879	1082	933	1157	840	1096	896	1209	799	1054	870	1123				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	840				1078				900				1163			

Fuente: Propia

Tabla 3.47. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 10

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
% Giro izquierda	29,66	22,36	30,83	26,31
% Giro derecha	33,79	30,02	32,68	26,25
% Frente	36,55	47,62	36,49	47,44
% Pesados	6,18	11,66	5,66	11,33
% Peatones	% Ciclistas	% Motos	Velocidad media de circulación	
28,94	2,53	18,67	19,55 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.30. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 10

Fuente: Propia

Punto de estudio No 11

Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.48. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 11

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	986	1192	998	1225	915	1030	977	1197	951	1164	1014	1209				
Martes	972	1135	965	1275	997	1028	992	1194	909	1176	1046	1196				
Miércoles	1027	1126	1056	1160	989	1053	991	1181	925	1168	1012	1143				
Jueves	1105	1170	1111	1133	948	1058	1028	1163	971	1185	1011	1189				
Viernes	1048	1160	1047	1218	966	1053	1025	1209	975	1168	1037	1252				
Sábado	1027	1099	1025	1251	962	1070	1030	1199	952	1197	1047	1207				
Domingo	987	1071	1005	1191	947	1005	987	1182	936	1183	1017	1163				
Media	1015	1138	1027	1209	956	1045	999	1191	941	1176	1019	1193				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	971				1120				1015				1198			

Fuente: Propia

Tabla 3.49. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 11

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
%Giro izquierda	32,95	24,63	33,41	24,87
%Giro derecha	31,28	27,74	34,78	27,38
%Frente	35,77	47,63	31,81	47,75
%Pesados	18,67	21,59	15,51	13,87
%Peatones	%Ciclistas	%Motos	Velocidad media de circulación	
16,99	3,02	21,33	25,34 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.31. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 11

Fuente: Propia

Punto de estudio No 12

Av. Circunvalación y Av. Gamoneda.

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.50. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 12

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	1087	1164	863	1153	963	1157	895	1022	817	1196	990	1063				
Martes	1094	1174	902	1043	932	1145	903	1027	826	1181	1021	1074				
Miércoles	1064	1158	900	1077	957	1148	913	982	792	1106	964	1090				
Jueves	1094	1135	880	1051	964	1114	896	1058	858	1196	1014	1068				
Viernes	1101	1219	909	1121	963	1117	818	971	858	1158	992	1080				
Sábado	1146	1186	912	1095	958	1153	902	1002	825	1164	1016	1069				
Domingo	1085	1133	0	1077	906	1107	0	1040	786	1104	0	1041				
Media	1093	1171	895	1085	957	1136	888	1023	823	1179	1000	1071				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	958				1162				928				1060			

Fuente: Propia

Tabla 3.51. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 12

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
% Giro izquierda	34,72	25,43	33,23	27,01
% Giro derecha	35,05	24,98	31,93	26,67
% Frente	30,23	49,59	34,84	46,32
% Pesados	15,64	14,01	13,12	13,51
% Peatones	% Ciclistas	% Motos	Velocidad media de circulación	
31,04	2,84	25,67	18,68 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.32. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 12

Fuente: Propia

Punto de estudio No 13

Av. Circunvalación y Calle Félix Soto

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.52. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 13

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	625	958	495	1112	564	1052	862	1002	589	1023	853	1012				
Martes	487	1020	489	995	596	1113	795	985	612	1015	862	1024				
Miércoles	568	963	510	987	631	989	823	966	577	1108	815	1086				
Jueves	554	989	542	963	523	996	815	1105	582	1059	765	1095				
Viernes	562	1123	523	1085	645	1064	831	1023	604	1118	788	1052				
Sábado	589	1058	444	1094	618	1023	786	984	623	1026	761	1034				
Domingo	615	988	658	1134	655	997	921	1015	715	1006	995	1028				
Media	578	996	512	1055	611	1020	825	996	598	1026	807	1035				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	596				1014				715				1029			

Fuente: Propia

Tabla 3.53. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 13

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
% Giro izquierda	24,16	21,56	23,78	17,35
% Giro derecha	32,35	21,15	29,08	21,42
% Frente	43,49	57,29	47,14	61,23
% Pesados	4,89	12,65	9,75	18,42
% Peatones	% Ciclistas	% Motos	Velocidad media de circulación	
15,20	2,67	18,52	21,03 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.33. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 13

Fuente: Propia

Punto de estudio No 14

Av. Circunvalación y Calle José Electo Díaz

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.54. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 14

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	626	1008	695	1078	635	1027	678	1010	638	1024	603	1109				
Martes	612	963	689	1024	648	1059	653	1005	610	1009	612	1005				
Miércoles	596	1114	710	1013	653	1096	624	996	621	1014	608	1123				
Jueves	605	1006	642	1019	628	1111	619	958	631	1011	598	1107				
Viernes	618	1012	723	1021	649	1058	620	987	648	994	592	1115				
Sábado	609	998	744	1022	627	1105	674	1012	618	985	601	984				
Domingo	649	1021	758	1047	653	1104	701	1009	708	1002	637	1032				
Media	614	1009	713	1025	648	1089	650	1004	628	1006	605	1095				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	630				1035				656				1042			

Fuente: Propia

Tabla 3.55. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 14

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
% Giro izquierda	26,35	27,41	28,71	14,45
% Giro derecha	28,74	10,24	31,77	21,84
% Frente	44,91	62,35	39,52	63,71
% Pesados	6,78	10,12	9,88	14,95
% Peatones	% Ciclistas	% Motos	Velocidad media de circulación	
8,10	3,04	16,78	20,81 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.34. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 14

Fuente: Propia

Punto de estudio No 15

Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.56. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 15

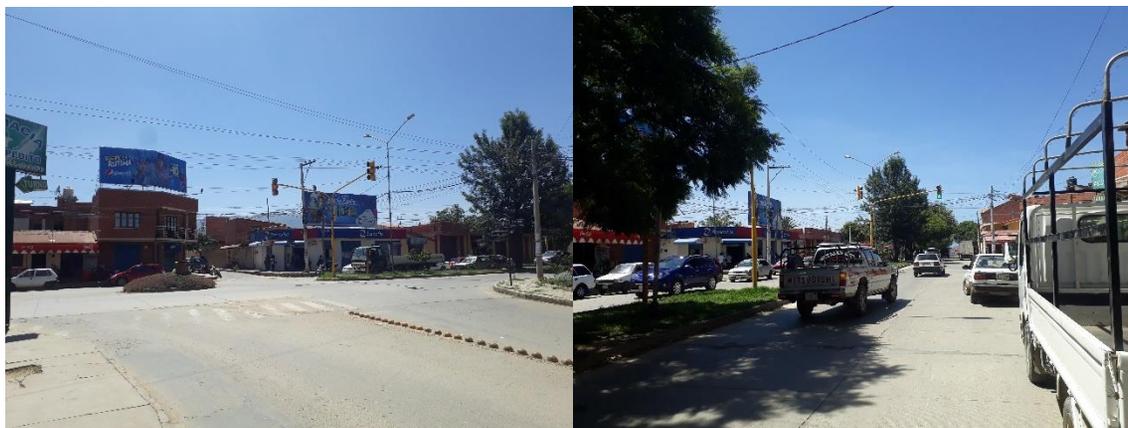
AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO											
	7:00 - 8:00			11:00 - 12:00			18:00 - 19:00				
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 4		
Lunes	935	1075	1062	1023	1011	1013	1008	1104	1129		
Martes	974	1078	1026	1008	1025	1082	1037	1112	1090		
Miércoles	958	1072	1096	988	1035	1103	1009	1100	1099		
Jueves	912	1078	1058	1018	1028	1149	1022	1149	1069		
Viernes	961	1084	1063	1003	1049	1066	1041	1116	1125		
Sábado	899	1086	1124	999	1007	1139	1007	1101	1145		
Domingo	851	1036	978	992	1002	1009	978	1085	1062		
Media	933	1079	1061	1001	1022	1084	1012	1107	1111		
Volumen	Acceso 1			Acceso 2			Acceso 3			Acceso 4	
	982			1069			-			1086	

Fuente: Propia

Tabla 3.57. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 15

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
% Giro izquierda	46,33	9,27	0,00	29,94
% Giro derecha	37,94	31,50	0,00	11,52
% Frente	15,73	59,23	0,00	58,54
% Pesados	6,51	10,37	0,00	11,69
% Peatones	% Ciclistas	% Motos	Velocidad media de circulación	
8,96	3,68	15,37	20,03 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.35. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 15

Fuente: Propia

Punto de estudio No 16

Av. Circunvalación, Av. Baldiviezo y Av. Roberto Romero

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.58. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 16

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	906	1261	896	934	881	1166	1453	936	860	1180	933	964				
Martes	920	1104	855	977	858	1180	1443	918	857	1252	899	987				
Miércoles	917	1116	807	925	834	1177	1431	877	807	1258	834	1011				
Jueves	916	1154	892	946	876	1207	1507	869	799	1181	904	981				
Viernes	904	1160	897	923	852	1180	1443	952	751	1199	890	1010				
Sábado	914	1104	886	935	900	1211	1480	939	787	1239	897	1006				
Domingo	893	1068	761	880	808	1162	1403	864	780	1199	780	921				
Media	912	1128	873	933	861	1176	1450	918	794	1213	885	994				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	855				1172				1069				948			

Fuente: Propia

Tabla 3.59. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 16

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
% Giro izquierda	46,96	30,77	39,88	25,67
% Giro derecha	36,45	32,14	24,98	27,81
% Frente	16,59	37,09	35,14	46,52
% Pesados	17,02	13,43	28,55	14,55
% Peatones	% Ciclistas	% Motos	Velocidad media de circulación	
7,68	4,11	24,07	21,23 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.36. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 16

Fuente: Propia

Punto de estudio No 17

Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.60. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 17

AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	178	747	321	917	160	653	306	830	119	725	273	832				
Martes	178	710	348	961	155	637	315	815	134	673	232	786				
Miércoles	185	724	327	926	143	728	335	815	122	746	281	839				
Jueves	208	670	321	961	139	694	302	802	121	742	244	834				
Viernes	163	681	303	963	120	692	324	825	104	714	270	829				
Sábado	187	730	378	926	136	656	296	823	111	689	268	833				
Domingo	166	679	359	887	143	672	259	789	104	653	241	773				
Media	179	705	336	943	144	674	309	816	119	701	260	834				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	147				693				301				864			

Fuente: Propia

Tabla 3.61. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 17

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
%Giro izquierda	46,93	5,26	59,67	1,49
%Giro derecha	41,99	1,69	34,39	8,05
%Frente	11,08	93,05	5,94	90,46
%Pesados	12,38	20,62	9,21	23,17
%Peatones	%Ciclistas	%Motos	Velocidad media de circulación	
5,46	4,11	22,34	25,63 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.37. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 17

Fuente: Propia

Punto de estudio No 18

Av. Circunvalación y Av. Héroes Del Chaco

Referencias. -



Datos que se encuentran fuera del rango, calculado en base a la media y la desviación estándar.



Media calculada sin tomar en cuenta los datos fuera de rango, redondeada al inmediato superior.



Volumen de circulación vehicular medio de horas pico para cada acceso, redondeado al inmediato superior.

Tabla 3.62. Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico – punto de estudio 18

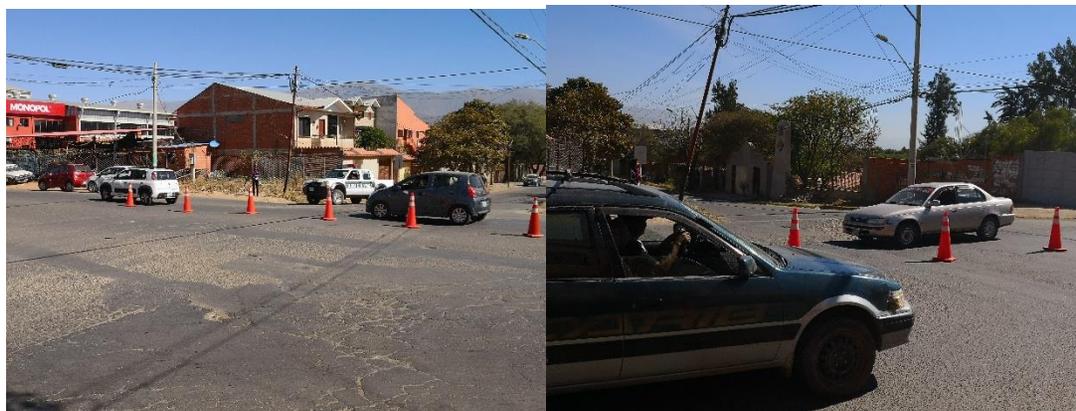
AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICO																
	7:00 - 8:00				11:00 - 12:00				18:00 - 19:00							
DÍA	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4				
Lunes	563	1006	892	1087	554	973	949	986	496	1055	952	1186				
Martes	568	1067	889	981	544	1001	909	1010	506	1042	978	1036				
Miércoles	550	1056	905	1065	528	957	905	952	500	1032	944	1092				
Jueves	554	1028	897	941	573	973	885	991	488	1115	945	1150				
Viernes	570	1040	921	1076	542	1005	930	954	506	1047	960	1091				
Sábado	549	968	916	1041	508	963	918	1035	506	1090	968	1113				
Domingo	524	993	886	1054	515	914	884	897	482	1020	888	1119				
Media	557	1025	896	1065	542	967	916	979	503	1054	954	1113				
Volumen	Acceso 1				Acceso 2				Acceso 3				Acceso 4			
	534				1015				922				1053			

Fuente: Propia

Tabla 3.63. Porcentajes de giros y usuarios de la intersección-punto de estudio 18

	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
%Giro izquierda	46,62	9,83	30,35	29,19
%Giro derecha	53,38	29,32	34,14	0,00
%Frente	0,00	60,85	35,51	70,81
%Pesados	5,32	15,68	8,07	18,93
%Peatones	%Ciclistas	%Motos	Velocidad media de circulación	
17,86	4,79	21,14	25,31 km/h	

Fuente: Propia

Figura 3.38. Vistas de los accesos a la intersección – punto de estudio 18

Fuente: Propia

3.2. CÁLCULO Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO EN LAS INTERSECCIONES A NIVEL DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN EN LA CIUDAD DE TARIJA.

En este capítulo se desarrolla el cálculo del nivel de riesgo para las intersecciones existentes en la Avenida Circunvalación, tomando en cuenta todas las características y factores propios de cada una de ellas.

Así mismo se realiza una comparación con el nivel de servicio y los accidentes de tránsito registrados en cada uno de los puntos de estudio.

3.2.1. PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

El cálculo de la capacidad y nivel de servicio se realizará para cada intersección y dentro de la misma para cada acceso que se presente en ella.

Siendo la capacidad de la intersección la menor calculada de los accesos. E igualmente el nivel de servicio será el más crítico calculado en base a la relación volumen capacidad de los accesos a la intersección.

Cabe resaltar que el método empleado para el cálculo es el utilizado en la ciudad de Tarija por personal de movilidad urbana, el cual considera las maniobras realizadas aforadas en cada intersección.

Se consideró también la aplicación del método de cálculo de capacidad y nivel de servicio del manual de diseño geométrico de la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras) pero el mismo es aplicable a carreteras o secciones de ellas que presenten tránsito ininterrumpido, libres de interferencias como semáforos, cruces a nivel de mayor prioridad, etc.; siendo nuestro estudio el de vías interrumpidas se optó por utilizar el método descrito a continuación, que se ajusta de mejor manera a nuestro estudio.

Tomando en cuenta que la capacidad de la intersección será la más crítica presentada en los accesos de la misma.

A continuación, se describen los parámetros utilizados para el cálculo:

Volumen de circulación: Determinado a partir de los volúmenes aforados en las horas pico para cada acceso. Que vendrá a ser el volumen medio del acceso en estudio (sin tomar en cuenta los datos fuera de rango).

El rango es calculado en base a la media y la desviación estándar. Por lo tanto, el rango estará definido de la siguiente manera:

- ❖ El valor superior será la media de todos los valores aforados más (+) la desviación estándar.
- ❖ El valor inferior será la media de todos los valores aforados menos (-) la desviación estándar.

Una vez definidos los parámetros se verifica si los datos aforados se encuentran dentro del rango, posteriormente se calcula una nueva media aritmética, con la cual se trabaja.

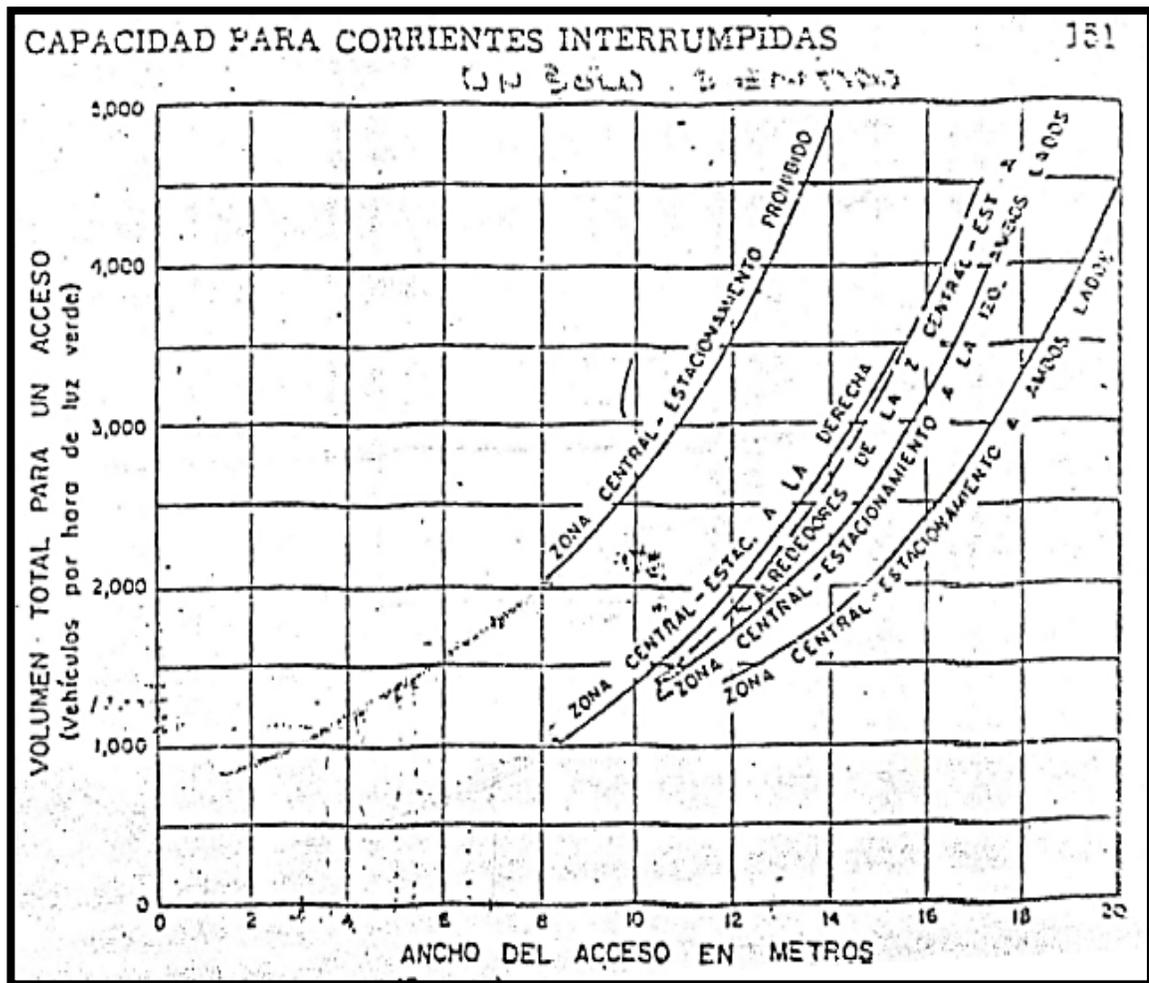
de sentidos: Puede ser de un sentido o dos (doble vía) este dato es requerido únicamente para ingresar al ábaco.

Ancho de acceso: Ancho de la vía de acceso en metros; dato requerido para el ingreso al ábaco.

Capacidad teórica: Este dato es hallado mediante el ábaco presentado en las figuras 3.39. y 3.40. en las cuales se considera: si la vía es de uno o dos sentidos, y dependiendo la zona en la cual se encuentre la vía en estudio.

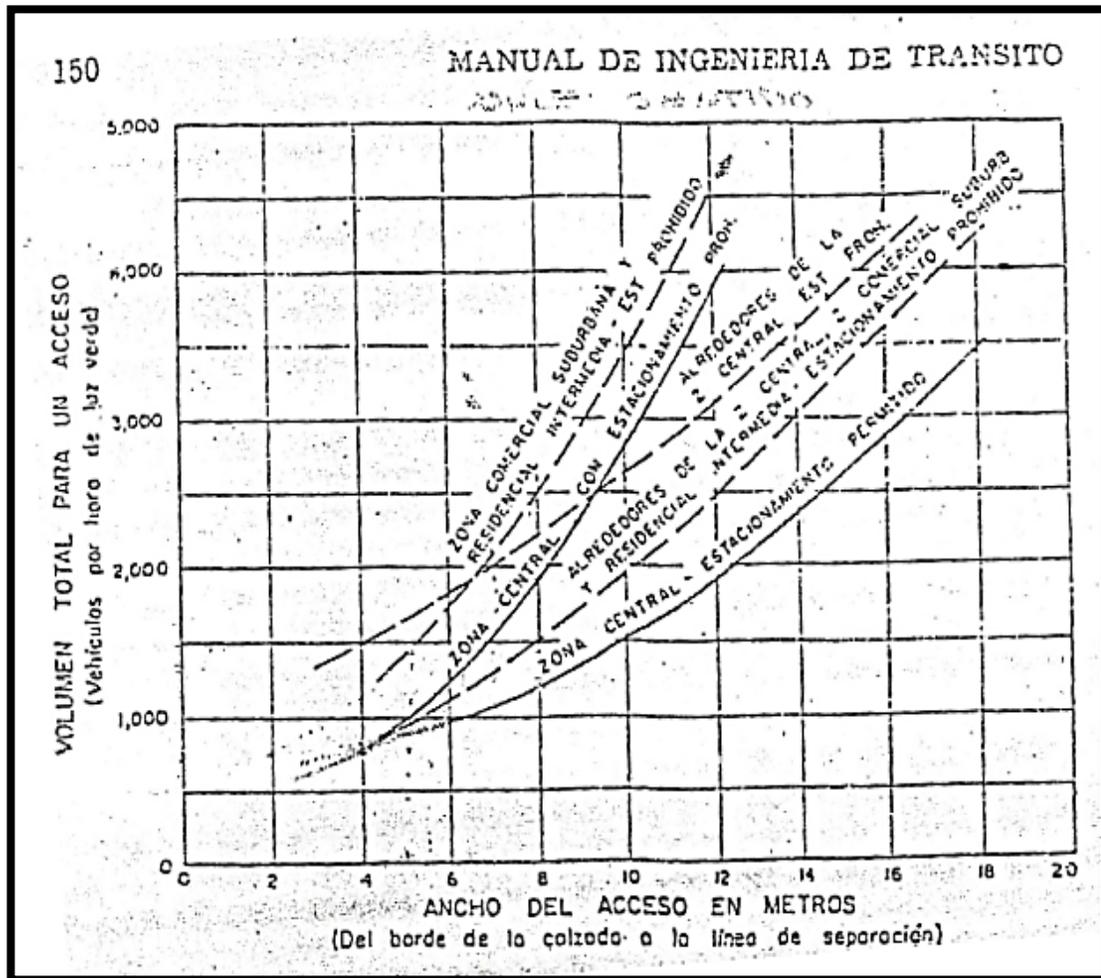
Se ingresa con el ancho del acceso en el eje X y cortando la curva que define la zona y el tipo de reglamentación que existe en ella (estacionamiento permitido o no), se halla en el eje Y la capacidad teórica de la vía.

Figura 3.39. Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas en un solo sentido



Fuente: Manual de ingeniería de tránsito

Figura 3.40. Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas de doble sentido



Fuente: Manual de ingeniería de tránsito

% Vehículos pesados: Será la media de los porcentajes de los vehículos pesados aforados en las 3 horas pico en cada acceso.

% Vehículos giro izquierda: Media de los porcentajes de los vehículos que realizan el giro izquierda aforados en las 3 horas pico de cada acceso.

% Vehículos giro derecha: Media de los porcentajes de los vehículos que realizan giro derecha en cada acceso en las 3 horas pico aforadas.

% Paradas antes de la intersección: Es el % aproximado de los vehículos; en su mayoría del sector público que realizan paradas antes de la intersección.

% Paradas después de la intersección: Es el % aproximado de los vehículos; en su mayoría del sector público que realizan paradas después de la intersección.

Estacionamiento: Depende de las reglamentaciones de tránsito, es decir, si el estacionamiento cercano a la intersección es permitido o prohibido. En el caso de la vía en estudio el estacionamiento es prohibido; por lo tanto, el factor de reducción por estacionamiento será 1.

Sin embargo, cabe destacar que el usuario hace caso omiso del mismo y estaciona, en plena intersección, como principal motivo de esto, se observó que se debe a los centros generadores de tránsito que existen, debido a que la vía de estudio es netamente comercial.

3.2.2. PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

Como ejemplo de cálculo se muestra el procedimiento realizado para la determinación de la capacidad real y nivel de servicio en las intersecciones a nivel a partir de los factores de giros, tanto izquierda como derecha, vehículos que realizan trayectoria de frente, paradas, estacionamiento y porcentajes de vehículos pesados; detalladamente en el punto de estudio 1.

Intersección a nivel de la Av. Circunvalación y Av. Integración (Rotonda surtidor Agrupa). Para el acceso 1.

Datos de entrada

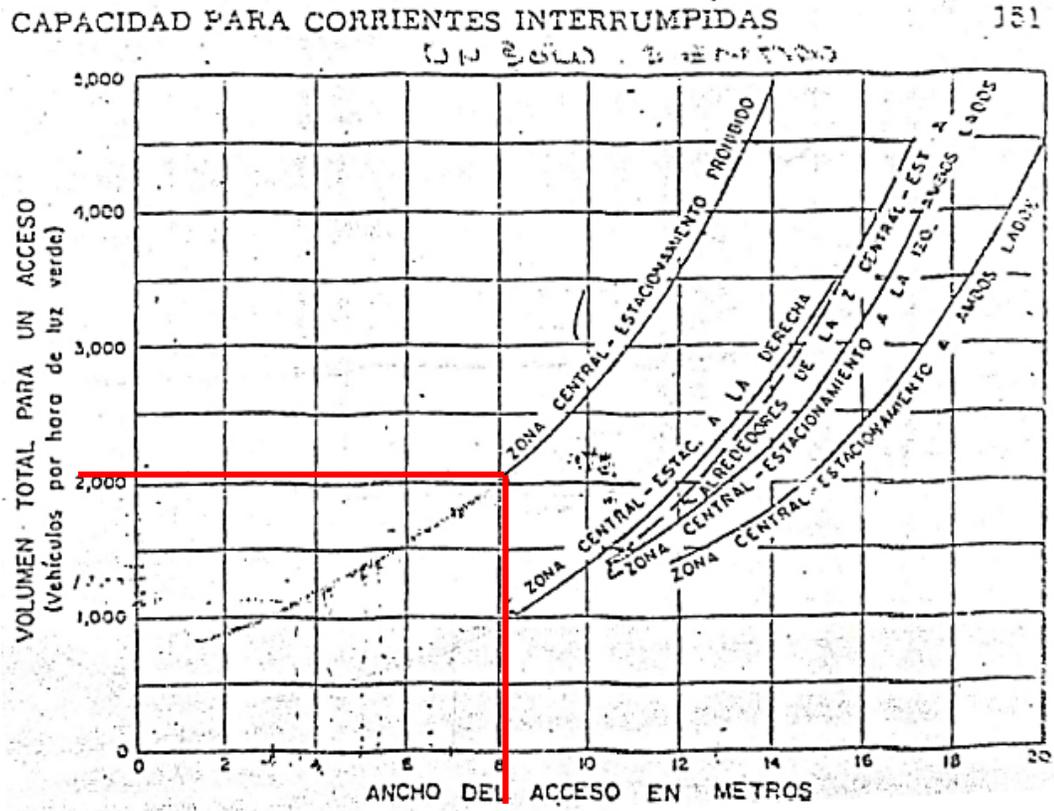
Volumen de circulación $V = 1016$ veh/h

Capacidad teórica

de sentidos = 1

Ancho de acceso = 8.10 m

Figura 3.41. Capacidad teórica del acceso 1 del punto de estudio 1



Fuente: Propia

Capacidad teórica según ábaco = 2050 veh/h.

Capacidad práctica

$$\boxed{\text{Cap. práctica} = \text{Cap. Teórica} * 0,90}$$

$$\text{Cap. práctica} = 2050 \frac{\text{veh}}{\text{h}} * 0.90$$

$$\text{Cap. práctica} = 1845 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

Factor de reducción por vehículos pesados

% de vehículos pesados que pasaron por el acceso 1 VP= 5.06 %

Como el porcentaje es menor al 10 % se utiliza la siguiente fórmula:

$$\boxed{FVP = \frac{100 - \%VP}{100}}$$

$$FVP = \frac{100 - 5.06}{100}$$

$$FVP = 0.949$$

Factor de reducción por giro izquierda

% de vehículos que realizan el giro izquierda salientes del acceso 1

$$GI = 32.02\%$$

$$\boxed{FGI = 1 - \frac{(\%GI - 10)}{100}}$$

$$FGI = 1 - \frac{32.02 - 10}{100}$$

$$FGI = 0.78$$

Factor de reducción por giro derecha

% de vehículos que realizan el giro derecha salientes del acceso 1

$$GD = 35.38\%$$

$$\boxed{FGD = 1 - \frac{(\%GD - 10)}{100}}$$

$$FGD = 1 - \frac{35.38 - 10}{100}$$

$$FGD = 0.746$$

Factor de reducción por paradas

% de paradas antes del acceso 1 = 0%

% de paradas después del acceso 1 = 0%

$$FP = \frac{100 - \% \text{ Parada}}{100}$$

$$FP=1$$

Factor de reducción por estacionamiento

El estacionamiento en la intersección es prohibido

Por lo tanto, FE = 1

Capacidad real

$$\text{Capacidad real} = \text{Cap. Práctica} * FVP * FGI * FGD * FP * FE$$

$$\text{Capacidad real} = 1845 * 0.949 * 0.78 * 0.746 * 1 * 1$$

$$\text{Capacidad real} = 1019 \text{ veh/h} = C$$

Nivel de servicio

$$\text{Relación} = V/C$$

$$\text{Relación} = \frac{1015.75 \text{ veh/h}}{1019 \text{ veh/h}}$$

$$\text{Relación} = 0.997$$

Tabla 3.64. Clasificación del nivel de servicio del acceso 1 del punto de estudio 1

Nivel de servicio	Descripción del flujo de tránsito	Factor de carga
A	Flujo libre	0,0
B	Flujo estable	≤ 0,10
C	Flujo estable	≤ 0,30
D	Próximo al flujo inestable	≤ 0,70
E	Flujo inestable	≤ 1,0
F	Flujo forzado	>1

Fuente: Propia

Por lo tanto, en el acceso 1 de la intersección de la rotonda Agrupa el nivel de servicio es = E, es decir, que presenta un flujo inestable.

A continuación, en la siguiente tabla se muestran los resultados de los cuatro accesos que tiene la rotonda Agrupa. Siendo el acceso 2 y 4 los accesos de la Av. Circunvalación y el 1 y 3 las calles que interceden con la misma.

Tabla 3.65. Resultados de capacidad y nivel de servicio de los accesos del punto de estudio 1.

Acceso	Capacidad real veh/h	Relación V/C	Nivel de servicio	Tipo de flujo
1	1019	0,997	E	Flujo inestable
2	1356	0,588	C	Flujo estable
3	1025	0,650	C	Flujo estable
4	1272	0,819	E	Flujo inestable

Fuente: Propia

De los 4 accesos que tiene el punto 1, el nivel de servicio más crítico de los accesos será el nivel de servicio de la intersección.

Es decir; el nivel de servicio de la intersección de la rotonda Agrupa es “E” (flujo inestable).

Y la capacidad real será la menor de los accesos pertenecientes a la Av. Circunvalación (entre el acceso 2 y la 4), ya que a mayor capacidad mejores condiciones de circulación, y a menor capacidad menores condiciones de fluidez en la vía, es así que escogemos el valor más crítico para la intersección; que para este caso será = 1272 veh/h.

3.2.3. TABLA DE RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

Se presentan las tablas resumen de los resultados de la determinación de las capacidades y niveles de servicio de para todos los puntos de estudio.

Las capacidades reales de los puntos de estudio, calculadas en base a los porcentajes medios de vehículos que ingresan a la intersección y realizan giros izquierda, derecha

o siguen de frente, también influye el factor por paradas, estacionamiento y el ancho de acceso de la vía.

La capacidad real es aquella que la vía puede llevar bajo las características geométricas propias de cada intersección y las condiciones porcentuales regulares de las maniobras que realizan en la misma.

Y el nivel de servicio que es hallado de tablas a partir de la relación volumen/capacidad.

Tabla 3.66. Tabla resumen de resultados de la capacidad y nivel de servicio Av. Circunvalación.

Punto de estudio No	Intersección de estudio	Capacidad real veh/h	Nivel de servicio
1	Av. Circunvalación y Av. Integración	1272	E
2	Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina	1281	E
3	Av. Circunvalación y Av. Mejillones	1371	E
4	Av. Circunvalación y calle Gral. Trigo	1643	D
5	Av. Circunvalación y Av. Colón	1425	F
6	Av. Circunvalación y calle Ayoroa	1464	E
7	Av. Circunvalación y Av. San Bernardo	1026	F
8	Av. Circunvalación y calle Chamas	1043	F
9	Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre	1179	E
10	Av. Circunvalación y Av. La Paz	980	F
11	Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco	908	F
12	Av. Circunvalación y Av. Gamoneda	949	F
13	Av. Circunvalación y calle Félix Soto	1087	E
14	Av. Circunvalación y calle José Electo Díaz	1301	E
15	Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font	1308	F
16	Av. Circunvalación, Av. Baldviezo y Av Roberto Romero	904	F
17	Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)	1468	D
18	Av. Circunvalación y Av. Héroes de Chaco	1951	F

Fuente: Propia

3.2.4. PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA EL CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO

Los parámetros que se toman en cuenta para el cálculo del nivel de riesgo en intersecciones a nivel; son los siguientes y se describe cada uno de ellos:

AEX: Amenaza por exposición a centros generadores de tránsito; en base a la tabla 2.3.

Cada actividad económica que se encuentra próxima a la intersección tiene un valor asignado en base a la influencia que representa, por lo tanto, el VEX será el promedio de los valores de la exposición del número de actividades económicas que se presentan en cercanías de la intersección estudiada.

Ac: Amenaza por consecuencia; tabla 2.4.

El método presenta 5 tipos de factores de riesgo, cada uno de los cuales presenta diferentes tipos de situación de amenazas, que pueden ser identificadas en base a las inspecciones de seguridad mencionadas en la teoría de la presente investigación; cómo se puede observar en la tabla, a la vez cada amenaza tiene un valor asignado y el Ac representativo de la intersección será el promedio de las amenazas identificadas.

FMj: Factor de modificación por jerarquía vial; tabla 2.5.

Este factor solo depende del tipo de vía que esté siendo estudiada, en el presente caso al factor siempre será igual a 1.00; ya que la Avenida Circunvalación es una vía arterial de la ciudad de Tarija.

FMT: Factor de modificación por nivel de tolerancia; tabla 2.6.

Depende del tipo de tolerancia que se puede tener en la intersección, debido al congestionamiento que la misma genere, sobre todo en las horas pico.

VCGT: Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito; tabla 2.7.

Mediante las inspecciones de seguridad se identifican 3 centros generadores de tránsito más influyentes en la intersección, y su respectiva distancia de aproximación a la misma.

V_{EX}: Vulnerabilidad dada por exposición de los usuarios; tabla 2.8.

En base a las condiciones de la tabla y los aforos realizados en cada intersección, se verifica que se encuentre o no dentro de los valores de los parámetros.

V_v: Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas; tabla 2.9.

Con las mediciones de velocidad realizadas a lo largo de la vía en estudio, se utiliza el valor de la vulnerabilidad de acuerdo al caso.

3.2.5. PROCEDIMIENTO DE DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

Como ejemplo de cálculo se muestra el procedimiento realizado para la determinación del nivel de riesgo en las intersecciones a nivel detalladamente en el punto 1 (Rotonda surtidor Agrupa).

Cálculo de la amenaza

Amenaza por exposición – centros generadores de tránsito (A_{EX})

Se marcan con una X los hallazgos de centros generadores de tránsito que se encontraron en proximidades de la intersección en la rotonda del surtidor Agrupa.

Tabla 3.67. Evaluación de los centros generadores de tránsito en el punto de estudio 1 (Rotonda Agrupa).

Actividad económica	Exposición	X
Comercio al por mayor de materias primas, maquinaria, materiales de construcción	3	X
Rapitiendas, minimercados, panaderías, misceláneas	4	
Venta de granos y abarrotes, artículos de primera necesidad, alimentos diversos, perecederos, frutas (al detal), salsamentarías, lecherías, huevos, pescados, pollos, carnes: plazas de mercado o galerías.	3	X
Comercio al detal de artículos de ferretería y materiales de construcción.	2	
Comercio de gasolina, lubricantes y similares (estaciones de servicio).	2	X
Centros comerciales, supermercados y almacenes de cadena.	3	

Actividad económica	Exposición	X
Restaurantes, pizzerías, cevicherías, hamburguesas, comidas rápidas, cenaderos, fritangueras y similares.	3	
Fuente de soda, taberna, bar, sifoneras, discotecas, billares, y lugares de consumo de licor.	5	
Hoteles, residencias, amoblados, moteles.	2	
Servicio de transporte de pasajeros, ferroviarios, por carretera, aéreos, centros de despacho o de transferencias, terminales de buses, busetas y similares.	4	X
Edificaciones de estacionamientos o parqueadero público.	1	
Establecimientos monetarios y financieros.	2	
Oficinas de servicio y de profesionales notarias.	2	
Administración pública y defensa	3	X
Enseñanza preescolar, jardín, guarderías y similares.	5	
Educación primaria, secundaria, profesional, técnica, artística, idiomas, investigación científica, similares.	4	X
Instituciones de asistencia social, servicios médicos, odontológicos, de sanidad, servicios sociales y comunales.	4	
Iglesias, comunidades religiosas y organizaciones de culto.	4	X
Establecimientos dedicados a la práctica deportiva, estadios, gimnasios y similares.	4	
Clubes sociales y de recreación, otros servicios de diversión.	3	X
Servicios alistamiento y/o mantenimiento de vehículos, centros de servicios (lavaderos, vulcanizadoras, lubritecas).	1	X

Fuente: Propia

Se obtuvo un total de 9 hallazgos de actividades económicas que afectan o generan tránsito en la zona.

Por lo tanto, se calcula la media con los valores correspondientes a cada hallazgo. El cual genera el factor de riesgo por centros generadores de tránsito.

$$A_{EX} = \frac{3 + 3 + 2 + 4 + 3 + 4 + 4 + 3 + 1}{9}$$

$$A_{EX} = 3$$

Amenaza por consecuencia – situación de amenaza (Ac)

Tabla 3.68. Evaluación de las situaciones de amenaza y consecuencia presentadas en el punto de estudio 1 (Rotonda Agrupa).

Tipo del factor de riesgo	Situación de amenaza	Consecuencia	X
Diseño operacional	Impactos al tránsito	2	X
Diseño operacional	Impactos al sistema de transporte	4	X
Diseño operacional	Impactos a la accesibilidad	3	X
Diseño operacional	Conflictos de prioridad derivados del diseño operacional	5	
Diseño planimétrico	Manejo problemático de velocidades específicas en planta	5	X
Diseño planimétrico	Conflictos de prioridad derivados del diseño planimétrico	5	
Diseño planimétrico	Conflictos de espacio asociados a las trayectorias vehiculares	5	
Diseño planimétrico	Conflictos por deficiencias generales del diseño planimétrico	4	
Diseño vertical	Limitantes de visibilidad	5	X
Diseño vertical	Manejo problemático de velocidades específicas en rasantes	4	
Diseño vertical	Manejo problemático del drenaje longitudinal	2	
Diseño vertical	Conflictos por deficiencias generales del diseño vertical	4	
Peraltes	Manejo problemático del drenaje transversal	3	
Peraltes	Inestabilidad del vehículo	4	
Peraltes	Conflictos por deficiencias generales del diseño de peraltes	4	
Infraestructura peatonal	Inexistencia de infraestructura peatonal	5	X
Infraestructura peatonal	Conflictos por deficiencias geométricas de la infraestructura peatonal	5	
Señalización	Inexistencia de señalización	3	
Señalización	Exceso de señalización	1	
Señalización	Incoherencia entre la señalización y el diseño en planta	3	

Fuente: Propia

Se identificó un total de 6 amenazas

$$A_c = \frac{2 + 3 + 4 + 3 + 5 + 5 + 5}{6}$$

$$A_c = 4$$

Factor de modificación por jerarquía vial (FM_j)

Tabla 3.69. Clasificación de la vía en estudio (punto de estudio 1)

Tipo	FM _j	X
Troncal o Pretroncal	1,00	
Arterial	1,00	X
Colectora	0,75	
Local	0,50	

Fuente: Propia

$$FM_j = 1.00$$

Factor de modificación por nivel de tolerancia FM_T

Tabla 3.70. Clasificación del nivel de tolerancia del riesgo del punto de estudio 1

Tipo	FM _j	X
Intolerable	1,00	X
Medio	0,75	
Tolerable	0,50	

Fuente: Propia

$$FM_j = 1.00$$

Cálculo de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito (V_{CGT})

Tabla 3.71. Clasificación de la vulnerabilidad en base a los centros generadores de tránsito en el punto de estudio 1

Distancia promedio a la zona de análisis(m)	Vulnerabilidad
1200 – 1600	1
600 – 1200	3
0 – 600	5

Fuente: Propia

Los puntos de mayor generación de tránsito encontrados son:

- ❖ Estación de servicio Agrupa - Distancia a la intersección = 0m
- ❖ Mercado campesino salida de la calle Comercio-Distancia a la intersección = 587 m
- ❖ Comercio de materiales de construcción – Distancia a la intersección = 217 m

Las distancias a la intersección de los 3 puntos de mayor generación de tránsito al punto de estudio, se encuentran dentro del parámetro de 0 – 600m.

Por lo tanto:

$$V_{CGT} = 5$$

Vulnerabilidad dada por exposición de los usuarios (V_{EX})

Según los datos del punto de estudio No 1

- ❖ % Peatones = 10.16
- ❖ % Ciclistas = 3.20
- ❖ % Motos = 15.32

Tabla 3.72. Evaluación de la vulnerabilidad dada por exposición de los usuarios (punto de estudio 1)

Condición	Vulnerabilidad	X
Si el porcentaje de peatones está entre 20% y 60%	5	
Si el porcentaje de ciclistas es mayor o igual al 5% y no hay ciclorruta	5	
Si el porcentaje de motos es mayor o igual al 5%	4	X
Si el porcentaje de vehículos pesados es mayor o igual al 10%	4	X
Si no cumple ninguno de los condicionantes	1	

Fuente: Propia

$$V_{EX} = \frac{4 + 4}{2}$$

$$V_{EX} = 4$$

Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas (V_v)

- ❖ Velocidad media de circulación = 24.03 km/h

Tabla 3.73. Clasificación de la velocidad de operación del punto de estudio 1

Condición	Vulnerabilidad	X
Si la velocidad de operación esperada es de máximo 60Km/h	2	X
Si la velocidad de operación esperada oscila entre 70Km/h y 90Km/h	4	
Si la velocidad de operación esperada puede superar los 100 Km/h	5	

Fuente: Propia

Por lo tanto:

$$V_V = 2$$

Cálculo del nivel de riesgo

$$\text{Riesgo}(\%) = \frac{100 * FM_J * FM_T}{150} * (A_{EX} V_{CGT} + A_{EX} V_{EX} + A_{EX} V_V + A_C V_{CGT} + A_C V_{EX} + A_C V_V)$$

Tabla 3.74. Tabla resumen de datos del punto de estudio 1

Tabla resumen de datos	
A _{EX}	3
A _C	4
FM _J	1
FM _T	1
V _{CGT}	5
V _{EX}	4
V _V	2

Fuente: Propia

$$\text{Riesgo}(\%) = \frac{100 * 1 * 1}{150} * (3 * 5 + 3 * 4 + 3 * 2 + 4 * 5 + 4 * 4 + 4 * 2)$$

$$\text{Riesgo}(\%) = 51,33 \%$$

Tabla 3.75. Clasificación del nivel de riesgo del punto de estudio 1

Riesgo	Valor	Atención	Acción	Gestión
Alto	>= 70%	Intolerable	Corto plazo	Aplicación de tratamiento inmediato así requieran intervenciones de costo alto
Medio	>=30% a <70%	Medio	Corto plazo	Aplicación de tratamiento inmediato así requieran intervenciones de costo alto
Bajo	< 30 %	Tolerable	Mediano plazo	Debe aplicarse un tratamiento sin que los costos sean necesariamente altos

Fuente: Propia

El nivel de riesgo calculado según la metodología planteada (Hyden), tiene un valor de 51.33%; la cual en base a la tabla de clasificación representa un nivel de riesgo medio, que requiere una atención media a corto plazo y con posibles soluciones de alto costo.

3.2.6. TABLAS DE RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO.

En este punto el autor presenta tablas de resultados de la determinación del nivel de riesgo para todos los puntos de estudio de la Av. Circunvalación.

El desarrollo del cálculo de cada intersección se puede observar en Anexos.

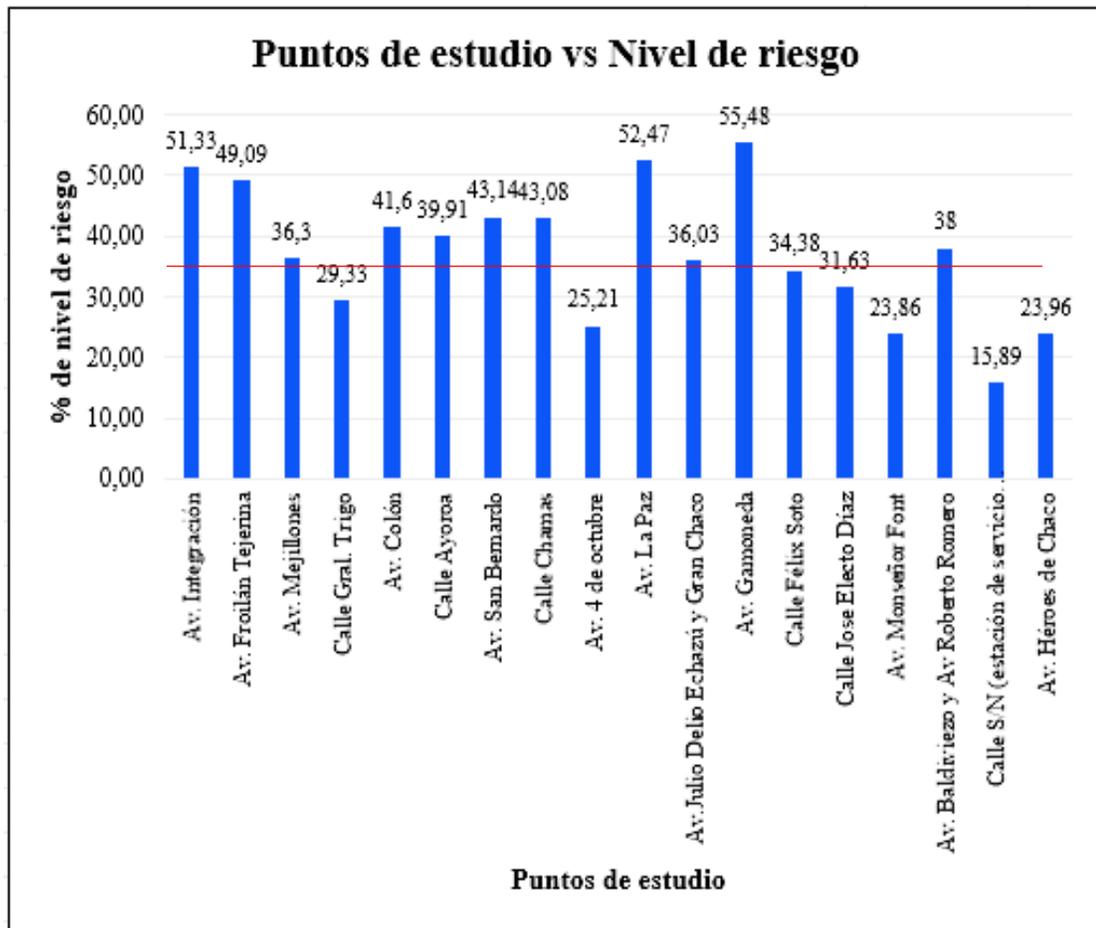
Tabla 3.76. Tabla de resultados del nivel de riesgo de las intersecciones-Av. Circunvalación.

Punto de estudio No	Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	Riesgo
1	Av. Circunvalación y Av. Integración	51,33	Medio
2	Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina	49,09	Medio
3	Av. Circunvalación y Av. Mejillones	36,30	Medio
4	Av. Circunvalación y calle Gral. Trigo	29,33	Bajo
5	Av. Circunvalación y Av. Colón	41,60	Medio
6	Av. Circunvalación y calle Ayoroa	39,91	Medio
7	Av. Circunvalación y Av. San Bernardo	43,14	Medio
8	Av. Circunvalación y calle Chamas	43,08	Medio
9	Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre	25,21	Bajo
10	Av. Circunvalación y Av. La Paz	52,47	Medio
11	Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco	36,03	Medio
12	Av. Circunvalación y Av. Gamoneda	55,48	Medio
13	Av. Circunvalación y calle Félix Soto	34,38	Medio
14	Av. Circunvalación y calle José Electo Díaz	31,63	Medio
15	Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font	23,86	Bajo
16	Av. Circunvalación, Av. Baldviezo y Av. Roberto Romero	38,00	Medio
17	Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)	15,89	Bajo
18	Av. Circunvalación y Av. Héroes de Chaco	23,96	Bajo

Fuente: Propia

3.2.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO DE RIESGO.

Figura 3.42. Puntos de estudio vs Nivel de riesgo



Fuente: Propia

REFERENCIAS

→ Representa el límite entre un nivel de riesgo bajo (menores a 30%) y medio (entre 30% y 70%).

En la figura 3.42. se puede observar que 13 de las 18 intersecciones no están realizando su función eficientemente con un nivel de riesgo medio.

A continuación, evaluaremos los principales factores de incumplimiento y de mayor influencia dentro de las intersecciones estudiadas:

Av. Circunvalación y Av. Integración

Capacidad vial afectada por zonas de parqueo (debido a la estación de servicio, la cual crea colas en los carriles de acceso).

Inexistencia de información respecto a zonas de paradas

Ausencia de carril de aceleración y desaceleración requerido

Inexistencia de pasos peatonales seguros

Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina

Inexistencia de pasos peatonales, o conflictos por deficiencias geométricas de la infraestructura peatonal.

Superficie de rodadura en mal estado

Zonas comerciales de gran influencia al ser generadoras de tránsito y circulación importante de vehículos.

Av. Circunvalación y Av. Mejillones

Capacidad vial afectada por zonas de parqueo

Velocidades de circulación excesivas.

Inexistencia de señalización vertical de regulación de velocidad.

Inexistencia de infraestructura peatonal.

Av. Circunvalación y Calle Gral. Trigo

Posee el control de circulación necesario

La semaforización y los tiempos de ciclo permiten una circulación fluida

Posee tachones que encauzan la circulación de los vehículos.

Av. Circunvalación y Av. Colón

Influencia por zonas de comercio en cercanías a la intersección

Estacionamiento de vehículos pesados en la intersección que reducen considerablemente la capacidad de los carriles de acceso

Inexistencia de cruces peatonales, necesaria debido a ser una zona escolar.

Av. Circunvalación y Calle Ayoroa

Conflictos de prioridad derivados del diseño operacional, no existe la señalización adecuada para el ingreso de la estación de servicio existente en la intersección.

Av. Circunvalación y Av. San Bernardo

Centros generadores de tránsito, zona comercial influyente en el tráfico de vehículos.

Estacionamiento de vehículos en cercanías a la intersección, reduciendo la capacidad vehicular y evitando el tránsito normal.

Av. Circunvalación y Calle Chamas

Manejo problemático de velocidades debido a la pendiente que presenta el acceso 1.

Conflicto de espacio en el acceso 1 debido a las trayectorias vehiculares

Limitantes de visibilidad en el acceso 1

Inexistencia de cruces peatonales, pese a existir gran afluencia de peatones en la zona.

Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre

Si bien es una zona comercial, no existe afluencia vehicular o peatonal de consideración.

No existen vehículos estacionados en cercanías a la intersección.

Av. Circunvalación y Av. La Paz

No presenta señalización vertical, ni horizontal

Manejo problemático de velocidades en rasantes

Desnivel en la intersección (sobre la Av. La Paz)

Mal estado de la superficie de rodadura

Falta de cruces peatonales

Comercio excesivo en la zona, lo que genera vehículos estacionados en cercanías de las intersecciones.

Av. Circunvalación y Av. Julio Delio Echazú

Velocidades máximas que exceden el límite permitido de circulación, el cual se debe a la inexistencia de señalización de regulación de la misma.

Inexistencia de cruces peatonales y sistemas de regulación de flujo vehicular.

Estacionamiento en cercanías a la intersección.

Afectación de la capacidad vial debida a zonas de parqueo no permitidas.

Av. Circunvalación y Av. Gamoneda

No presenta señalización vertical, ni horizontal.

Mal estado de la superficie de rodadura

Vehículos estacionados, reduciendo la capacidad real de la vía.

Falta de cruces peatonales.

Mala gestión de tránsito, al ser zona comercial existe un gran flujo peatonal que no respeta la semaforización existente.

Perjuicio total de la vía (los días domingos se realiza una feria en plena calzada).

Limitantes de visibilidad

Parada de micros sin la normativa correspondiente.

Av. Circunvalación y Calle Félix Soto

Inexistencia de la señalización correspondiente.

Deficiencias en los cruces y el espacio para realizar las maniobras.

Influencia de tráfico debido a los comercios, centros generadores de tránsito que desembocan en amenaza por exposición.

Av. Circunvalación y Calle José Electo Díaz

Inexistencia de la señalización correspondiente.

Deficiencias en los cruces y el espacio para realizar las maniobras.

Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font

Intersección de 3 accesos

Tachones separadores de carriles

Cruces peatonales en buen estado

Presencia de rotonda que facilita los giros.

Superficie de rodadura en buen estado

Av. Circunvalación y Av. Romero

Capacidad vial afectada por zonas de parqueo

Conflictos derivados del sistema operacional

En horas pico la afluencia de los vehículos es importante y presenta conflictos de prioridad derivados del sistema operacional.

Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA)

Presencia de rotonda que facilita los giros.

Superficie de rodadura en buen estado.

Señalización reguladora de velocidad máxima

No existen comercios cercanos

Av. Circunvalación y Av. Héroes del Chaco

Al volver la Av. Héroes del Chaco que accede al Colegio Hno. Felipe Palazón en una vía de un solo sentido redujo el riesgo que presentaba la misma, ya que la maniobra de giro izquierda que se realizaba al ingresar por el acceso 2 perjudicada el flujo del acceso 4.

De acuerdo a los resultados obtenidos del cálculo del nivel de riesgo y al análisis realizado con anterioridad se considera que:

Los mayores niveles de riesgo calculados se presentan en las intersecciones con vías de doble sentido siendo las principales avenidas de nuestra ciudad, además de contar con comercio en la zona, sin control alguno (en algunas ocasiones afecta las veredas, obligando al peatón a realizar su trayectoria por la calzada).

Según los parámetros de la metodología estudiada; solo 5 de las 18 intersecciones que presenta la Avenida Circunvalación son de bajo riesgo y atención tolerable, con requerimiento de un tratamiento sin que los costos sean necesariamente altos.

Estas intersecciones presentan condiciones óptimas en las que se puede tener la comodidad y seguridad para realizar cualquier tipo de maniobra, sin embargo, se debe realizar un tratamiento de mantenimiento preventivo, para que las mismas no eleven su nivel de riesgo.

3.2.8. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y ACCIDENTABILIDAD.

A continuación, se muestra la tabla de cada punto de estudio realizando la contrastación correspondiente del nivel de riesgo calculado con el número de accidentes ocurridos en ese punto.

3.2.8.1. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y ACCIDENTABILIDAD TOTAL

Tabla 3.77. Tabla de contrastación-Nivel de riesgo y accidentabilidad total

Intersección de estudio	Total accidentes	Nivel de riesgo
Av. Circunvalación y Av. Integración	13	51,33
Av. Circunvalación y Av. Gamoneda	10	55,48
Av. Circunvalación y Av. Colón	10	41,60
Av. Circunvalación y Av. La Paz	8	52,47
Av. Circunvalación, Av. Baldiviezo y Av. Roberto Romero	6	38,00
Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco	6	36,03
Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina	2	49,09
Av. Circunvalación y calle Ayoroa	2	39,91
Av. Circunvalación y calle Gral. Trigo	2	29,33
Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre	2	25,21
Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font	2	23,86
Av. Circunvalación y Av. San Bernardo	1	43,14
Av. Circunvalación y Av. Mejillones	1	36,30
Av. Circunvalación y calle Chamas	0	43,08
Av. Circunvalación y calle Félix Soto	0	34,38
Av. Circunvalación y calle José Electo Díaz	0	31,63
Av. Circunvalación y Av. Héroes de Chaco	0	23,96
Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)	0	15,89

Fuente: Propia

En la tabla 3.70. se observa la contrastación entre el nivel de riesgo calculado y la accidentabilidad que corresponde a datos reales.

Esta contrastación verifica la veracidad del método aplicado a nuestra zona de estudio, bajo las características propias de cada intersección, tanto geométricas como físicas.

Las principales causas de los tipos de accidentes presentados en los puntos de estudio, se deben a la falta de señalización vertical y horizontal, velocidades excesivas, falta de cruces peatonales, vehículos estacionados en cercanías de las intersecciones.

3.2.8.2. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y EL NÚMERO DE ACCIDENTES POR ATROPELLO

Tabla 3.78. Contrastación entre el nivel de riesgo y el número de accidentes por atropello

Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	#Accidentes por atropello
Av. Circunvalación y Av. Integración	51,33	2
Av. Circunvalación y Av. Gamoneda	55,48	2
Av. Circunvalación y Av. Colón	41,60	2
Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font	23,86	2
Av. Circunvalación y Av. La Paz	52,47	1
Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina	49,09	1
Av. Circunvalación, Av. Baldiviezo y Av. Roberto Romero	38,00	1
Av. Circunvalación y calle Gral. Trigo	29,33	1
Av. Circunvalación y Av. San Bernardo	43,14	0
Av. Circunvalación y calle Chamas	43,08	0
Av. Circunvalación y calle Ayoroa	39,91	0
Av. Circunvalación y Av. Mejillones	36,30	0
Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco	36,03	0
Av. Circunvalación y calle Félix Soto	34,38	0
Av. Circunvalación y calle José Electo Díaz	31,63	0
Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre	25,21	0
Av. Circunvalación y Av. Héroes de Chaco	23,96	0
Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)	15,89	0

Fuente: Propia

Las condiciones de análisis del método empleado para el cálculo del nivel de riesgo, nos indican que existen deficiencias en la infraestructura peatonal; no existen o se encuentran en mal estado, al realizar las inspecciones de seguridad vial también se pudo evidenciar que los peatones no realizan el uso de los pasos de cebra, y hacen caso omiso de la semaforización existente, esto debido a que no existe una normativa de gestión vial, por lo tanto el peatón, no es culpable en su totalidad, pues no tiene conocimiento y no dispone de la infraestructura peatonal necesaria (cruces peatonales, señalización

vertical, señalización horizontal, semáforos peatonales, etc.) para desplazarse con comodidad y seguridad en la vía.

3.2.8.3. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y EL NÚMERO DE ACCIDENTES POR COLISIÓN

Tabla 3.79. Contrastación entre el nivel de riesgo y el número de accidentes por colisión

Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	#accidentes por colisión
Av. Circunvalación y Av. Integración	51,33	6
Av. Circunvalación y Av. Gamoneda	55,48	5
Av. Circunvalación y Av. Colón	41,60	4
Av. Circunvalación y Av. La Paz	52,47	2
Av. Circunvalación y calle Ayoroa	39,91	2
Av. Circunvalación, Av. Baldiviezo y Av. Roberto Romero	38,00	2
Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre	25,21	2
Av. Circunvalación y Av. San Bernardo	43,14	1
Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina	49,09	0
Av. Circunvalación y calle Chamas	43,08	0
Av. Circunvalación y Av. Mejillones	36,30	0
Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco	36,03	0
Av. Circunvalación y calle Félix Soto	34,38	0
Av. Circunvalación y calle José Electo Díaz	31,63	0
Av. Circunvalación y calle Gral. Trigo	29,33	0
Av. Circunvalación y Av. Héroes de Chaco	23,96	0
Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font	23,86	0
Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)	15,89	0

Fuente: Propia

Este tipo de accidentes se dio en su mayoría por la velocidad excesiva presentada en ambas vías (manejo problemático de velocidades específicas en planta), las cuales al interceptarse para realizar el cruce en la intersección en estudio o maniobrar los giros dieron como resultado una colisión.

Analizando el caso más crítico; si bien la intersección de la Av. Gamoneda y Av. Circunvalación se encuentra semaforizada, no existe la señalización correspondiente a la rotonda en la que se interceptan estas dos vías, siendo la causal principal de la colisión una velocidad excesiva, no existe alguna señal reguladora de velocidad.

Por lo tanto, los conductores de los accesos no tienen conocimiento de los límites de velocidad en la vía.

De igual manera los datos de accidentabilidad junto con el nivel de riesgo calculados se ajustan, es decir que los valores concuerdan con los datos reales de accidentes en las intersecciones.

3.2.8.3. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y EL NÚMERO DE ACCIDENTES POR CHOQUE A VEHÍCULO DETENIDO Y ESTACIONADO

Tabla 3.80. Contrastación entre el nivel de riesgo y el número de accidentes por choque a vehículo detenido y estacionado.

Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	#accidentes por choque a vehículo detenido y estacionado
Av. Circunvalación y Av. Gamonedada	55,48	2
Av. Circunvalación y Av. La Paz	52,47	2
Av. Circunvalación, Av. Baldiviezo y Av. Roberto Romero	38,00	2
Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco	36,03	2
Av. Circunvalación y Av. Integración	51,33	1
Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina	49,09	1
Av. Circunvalación y Av. Colón	41,60	1
Av. Circunvalación y Av. Mejillones	36,30	1
Av. Circunvalación y calle Gral. Trigo	29,33	1
Av. Circunvalación y Av. San Bernardo	43,14	0
Av. Circunvalación y calle Chamas	43,08	0
Av. Circunvalación y calle Ayoroa	39,91	0
Av. Circunvalación y calle Félix Soto	34,38	0
Av. Circunvalación y calle José Electo Díaz	31,63	0
Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre	25,21	0
Av. Circunvalación y Av. Héroes de Chaco	23,96	0
Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font	23,86	0
Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)	15,89	0

Fuente: Propia

Los factores que intervienen en este tipo de accidente son: los de diseño operacional, planimétrico y vertical. Es decir; velocidades excesivas o manejo problemático de ellas

y limitantes de visibilidad, estos factores son debidamente analizados a más detalle en el método.

En la avenida Gamoneda existe un alto índice de riesgo además de presentar uno de los valores más altos de accidentes por choques a vehículos detenidos o estacionados, esta intersección posee limitantes de visibilidad, pero el factor que llama más la atención es el exceso de vehículos estacionados al ingreso de cada acceso a la intersección. Esto genera que los vehículos en movimiento tengan espacio limitado o reducido para realizar sus maniobras de giro.

Resalta el hecho de que no existe en esta intersección, señalización que prohíba estacionar en los accesos, todo lo contrario, existe una señal vertical de “parada de micros”, la cual reduce el ancho de acceso de la vía.

3.2.8.4. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y EL NÚMERO DE ACCIDENTES POR CHOQUE A VEHÍCULO POR ALCANCE

Tabla 3.81. Contrastación entre el nivel de riesgo y el número de accidentes por choque a vehículo por alcance.

Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	#accidentes por choque a vehículo por alcance
Av. Circunvalación y Av. Integración	51,33	3
Av. Circunvalación y Av. Colón	41,60	2
Av. Circunvalación y Av. La Paz	52,47	1
Av. Circunvalación y Av. Gamoneda	55,48	0
Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina	49,09	0
Av. Circunvalación y Av. San Bernardo	43,14	0
Av. Circunvalación y calle Chamas	43,08	0
Av. Circunvalación y calle Ayoroa	39,91	0
Av. Circunvalación, Av. Baldivieso y Av. Roberto Romero	38,00	0
Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco	36,03	0
Av. Circunvalación y Av. Mejillones	36,30	0
Av. Circunvalación y calle Félix Soto	34,38	0

Av. Circunvalación y calle José Electo Díaz	31,63	0
Av. Circunvalación y calle Gral. Trigo	29,33	0
Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre	25,21	0
Av. Circunvalación y Av. Héroes de Chaco	23,96	0
Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font	23,86	0
Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)	15,89	0

Fuente: Propia

Según el análisis la causal principal es la velocidad la cual, no se encuentra controlada en el recorrido. Las señales reguladoras de velocidad máxima son escasas y los usuarios hacen caso omiso de ellas.

3.2.8.5. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y EL NIVEL DE SERVICIO

Tabla 3.80. Contrastación entre el nivel de riesgo y el nivel de servicio de la intersección.

Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	Nivel de servicio
Av. Circunvalación y Av. Gamoneda	55,48	F
Av. Circunvalación y Av. La Paz	52,47	F
Av. Circunvalación y Av. San Bernardo	43,14	F
Av. Circunvalación y calle Chamas	43,08	F
Av. Circunvalación y Av. Colón	41,60	F
Av. Circunvalación, Av. Baldiviezo y Av Roberto Romero	38,00	F
Av. Circunvalación, Julio Delio Echazú y Gran Chaco	36,03	F
Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font	23,86	F
Av. Circunvalación y Av. Integración	51,33	E
Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina	49,09	E
Av. Circunvalación y calle Ayoroa	39,91	E
Av. Circunvalación y Av. Mejillones	36,30	E
Av. Circunvalación y calle Félix Soto	34,38	E
Av. Circunvalación y calle Jose Electo Díaz	31,63	E
Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre	25,21	E
Av. Circunvalación y calle Gral. Trigo	29,33	D
Av. Circunvalación y Av. Héroes de Chaco	23,96	D
Av. Circunvalación y calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)	15,89	D

Fuente: Propia

Los niveles de servicio que se presentan en las intersecciones, son críticos, no se encuentran brindando flujo libre vehicular, la relación volumen/capacidad nos indica que; la capacidad real de la vía no es lo suficiente para el volumen de circulación actual, lo que hace que sea riesgosa como lo demuestra el nivel de riesgo de los puntos de estudio, estos niveles de servicio fueron calculados en base a aforos, es decir volúmenes vehiculares reales en horas pico, maniobras que los vehículos realizan al ingresar a la intersección y datos geométricos de los puntos de estudio.

Los niveles de servicio de las intersecciones representan una circulación de densidad elevada. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo.

3.3. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES Y COSTOS

Luego de aplicar la metodología planteada y el análisis en los puntos de estudio, con el conocimiento previo de los factores que más inciden en el cálculo del nivel de riesgo de las intersecciones a nivel evaluadas, se plantean las soluciones y costos de las mismas a continuación.

El análisis de precios unitarios se encuentra en anexos.

Punto de estudio No 1

Av. Circunvalación y Av. Integración

Tabla 3.81. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 1

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Instalación de semáforo para peatones	Glb	2.00	10,711.05	21,422.10
2	Rampa para discapacitados	Glb	4.00	81.04	324.16
3	Instalación de parada de micros	Glb	1.00	617.20	617.20
4	Pintado de cruces peatonales	m2	48.80	37.78	1,843.66
Costo Total Bs.					24,207.12

Fuente: Propia

El cálculo de cantidades se realizó de la siguiente manera:

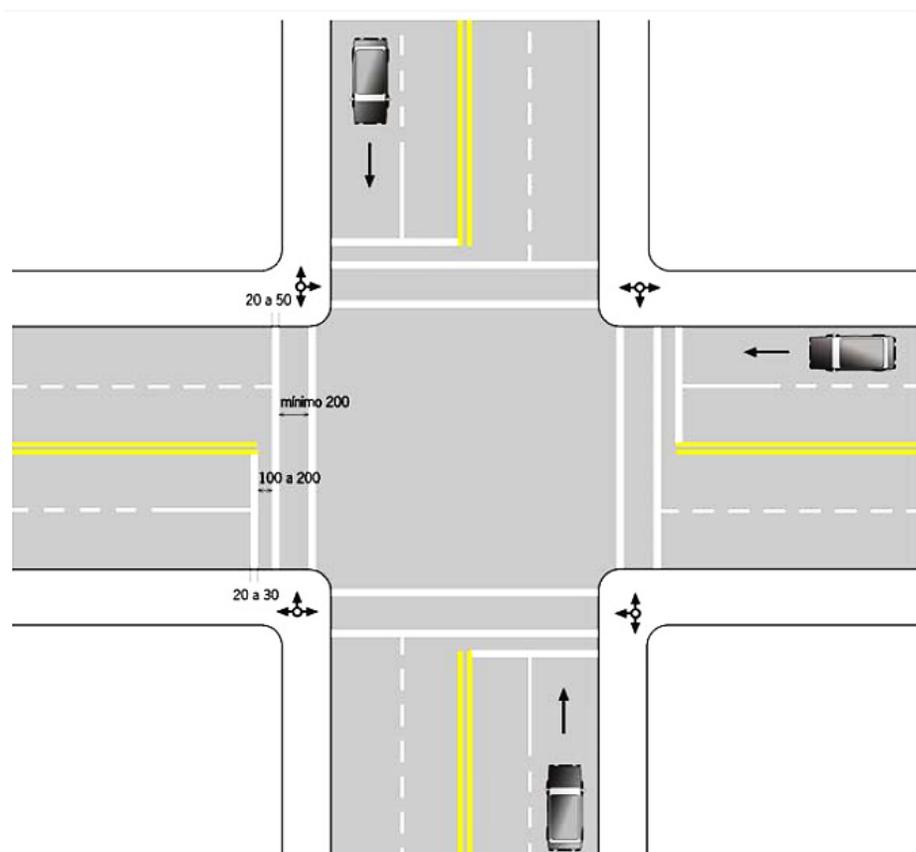
2 semáforos para peatones necesarios, el primero para el cruce hacia la zona del parque urbano, y el segundo hacia la esquina del surtidor Agrupa, siendo estos dos lugares los mayores centros generadores de tránsito tanto vehicular como peatonal hacia la intersección.

4 rampas para discapacitados, para las 4 esquinas de la intersección.

1 parada de micros necesaria en la intersección debido a que la intersección es un cruce de una vía arterial con una pretronal por lo tanto los vehículos de servicio público realizan su parada en cercanías a la intersección sin contar con un lugar específico perjudicando el flujo normal vehicular.

El pintado de los cruces peatonales se realizó de acuerdo al manual de dispositivos de control de tránsito:

Figura 3.43. Demarcación paso peatonal regulado por semáforo



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito

Se considera el ancho de calzada, por ejemplo:

Para el ancho de calzada de 8m:

$$A_1 = 8m * 0.25m$$

$$A_1 = 2m^2$$

$$A_2 = 8m * 0.30m * 2$$

$$A_2 = 4.8m^2$$

$$A_3 = 1m * 0.10m * 2$$

$$A_3 = 0.2m^2$$

$$A_4 = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_4 = 7m^2$$

El área total para las calzadas de 8m será de

$$A_{T1} = 4 * 7m^2$$

$$A_{T1} = 28m^2$$

Para las calzadas de 6m:

$$A_{T2} = 20.8m^2$$

Por lo tanto

$$A_{T\ final} = A_{T1} + A_{T2}$$

$$A_{T\ final} = 28\ m^2 + 20.8\ m^2$$

$$A_{T\ final} = 48.8m^2$$

Nota: Los anchos de las secciones de pintado se definieron según el manual de dispositivos de control de tránsito de la ABC.

Además de los ítems con costos analizados, se debe verificar si la estación de servicio ubicada en la intersección cumple con los debidos reglamentos, ya que en la actualidad se encuentra generando colas sobre la vía, las cuales afectan a la capacidad de los accesos.

Punto de estudio No 2

Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina

Tabla 3.82. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 2

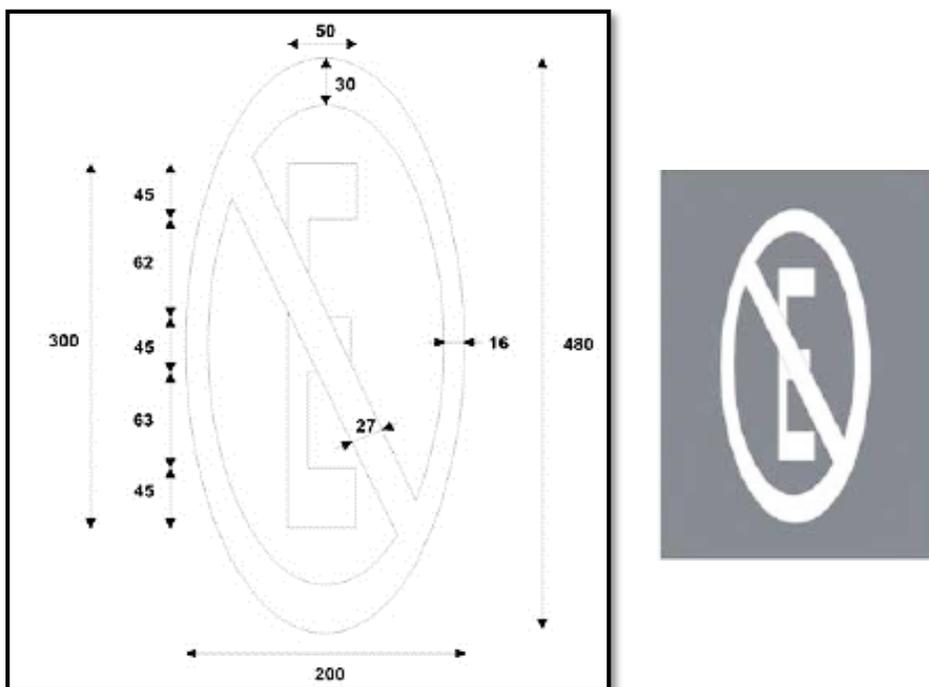
Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Pintado de cruces peatonales	m2	48.80	37.78	1,843.66
2	Rampa para discapacitados	Glb	4.00	81.04	324.16
3	Pintado de señalización horizontal "NO ESTACIONAR"	m2	12.60	37.78	476.03
Costo Total Bs.					2,643.85

Fuente: Propia

El cálculo para la cantidad de los cruces peatonales y la rampa para discapacitados ya fue explicado con anterioridad.

Para el cálculo de la cantidad de la señalización horizontal "NO ESTACIONAR" se realizó en función del manual de dispositivos de control de tránsito.

Figura 3.44. Prohibido estacionar



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito

$$A_T = 3.15m^2$$

$$A_{Tfinal} = 3.15m^2 * 4$$

$$A_{Tfinal} = 12.6m^2$$

Se recomienda un tratamiento inmediato de la superficie de rodadura puesto que perjudica la realización de maniobras y puede ocasionar accidentes.

Punto de estudio No 3

Av. Circunvalación y Av. Mejillones

Tabla 3.83. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 3

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Instalación de semáforo para peatones	Glb	1.00	10,711.05	10,711.05
2	Pintado de cruces peatonales	m2	48.80	37.78	1,843.66
3	Instalación de letrero "VELOCIDAD MÁXIMA"	Glb	1.00	617.20	617.20
Costo Total Bs.					13,171.91

Fuente: Propia

La instalación de un letrero de reglamentación de la velocidad máxima en la intersección se debe a la ausencia del mismo y a las velocidades excesivas registradas en el acceso 2.

Punto de estudio No 4

Av. Circunvalación y Calle Gral Trigo

En el caso de ésta intersección, si bien el nivel de riesgo es bajo (por debajo del 30%) es recomendable realizar un tratamiento y mantenimiento preventivo de las señales existentes.

Tabla 3.84. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 4

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Limpieza y mantenimiento de señales verticales	Glb	2.00	25.83	51.66

2	Repintado de esquinas de la intersección	m2	9.60	37.78	362.69
Costo Total Bs.					414.35

Fuente: Propia

Punto de estudio No 5

Av. Circunvalación y Av. Colón

Tabla 3.85. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 5

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Reductores de velocidad	MI	6.00	300.23	1,801.38
2	Instalación de letrero "ZONA ESCOLAR"	Glb	1.00	617.20	617.20
3	Instalación de parada de micros	Glb	1.00	617.20	617.20
4	Pintado de cruces peatonales	m2	48.80	37.78	1,843.66
Costo Total Bs.					4,879.44

Fuente: Propia

La cantidad de los reductores de velocidad es el ancho de la calzada donde se encuentra la zona escolar.

Punto de estudio No 6

Av. Circunvalación y Calle Ayoroa

Tabla 3.86. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 6

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Instalación de letrero "VELOCIDAD MÁXIMA"	Glb	1.00	617.20	617.20
Costo Total Bs.					617.20

Fuente: Propia

La instalación de un letrero regulador de velocidad máxima en la zona es imprescindible, debido a que el manejo de velocidades excesivas en la zona perjudica el acceso a la estación de servicio, creando incidentes de tránsito.

Punto de estudio No 7**Av. Circunvalación y Av. San Bernardo****Tabla 3.87. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 7**

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Pintado de cruces peatonales	m2	48.80	37.78	1,843.66
Costo Total Bs.					1,843.66

Fuente: Propia

Punto de estudio No 8**Av. Circunvalación y Calle Chamas****Tabla 3.88. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 8**

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Reductores de velocidad	ml	6.00	300.23	1,801.38
2	Instalación de letrero "CEDA EL PASO"	Glb	1.00	617.20	617.20
Costo Total Bs.					2,418.58

Fuente: Propia

La cantidad en metros lineales de los reductores de velocidad es el ancho de la calzada.

La instalación de un letrero de "CEDA EL PASO" es necesaria al haber manejo problemático de velocidades en rasantes, el acceso 1 presenta una pendiente alta; por lo tanto, el acceso 2 (Av. Circunvalación) deberá facilitar las maniobras del acceso 1.

Punto de estudio 9**Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre.****Tabla 3.89. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 9**

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Repintado de esquinas de la intersección	m2	9.60	37.78	362.69
Costo Total Bs.					362.69

Fuente: Propia

Punto de estudio No 10**Av. Circunvalación y Av. La Paz****Tabla 3.90. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 10**

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Instalación de barras FLEX IMPACT	ml	6.00	683.66	4,101.96
2	Pintado de cruces peatonales	m2	48.80	37.78	1,843.66
3	Pintado de señalización horizontal "NO ESTACIONAR"	m2	6.30	37.78	238.01
4	Limpieza y mantenimiento de señales verticales	Pza	2.00	25.83	51.66
Costo Total Bs.					6,235.30

Fuente: Propia

El uso de las barras FLEX IMPACT evitará que los peatones realicen cruces arriesgados diagonalmente. De una esquina a otra de la intersección, además de protegerlos de accidentes de tránsito.

La barra FLEX IMPACT influirá en el peatón obligándolo a dirigirse hacia los cruces peatonales. Serán colocados en 2 de las esquinas, cada una de 3m.

Punto de estudio No 11**Av. Circunvalación y Av. Julio Delio Echazú****Tabla 3.91. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 11**

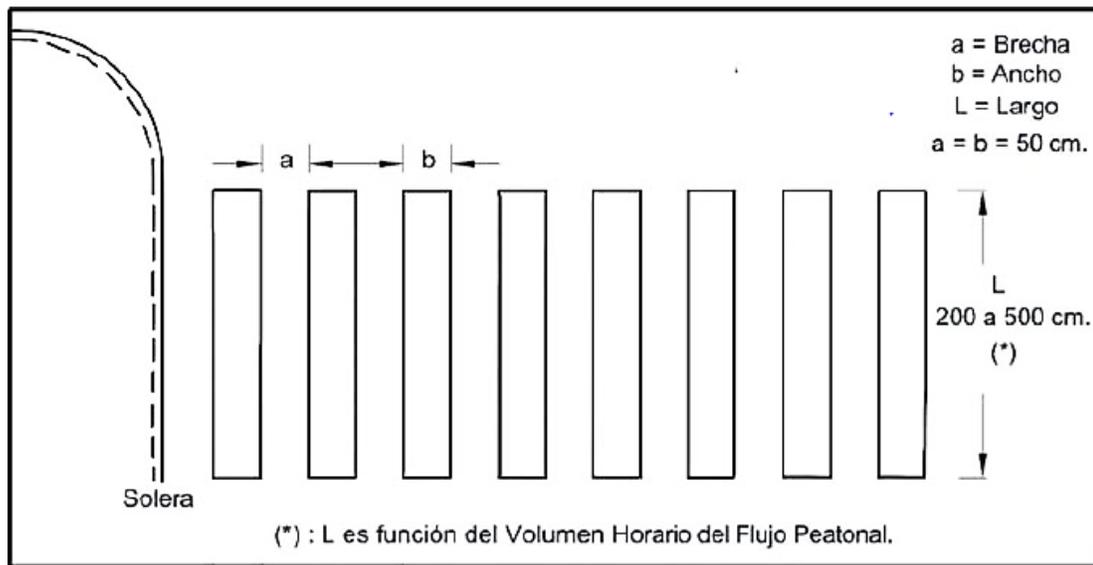
Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Pintado de cruces peatonales	m2	71.20	37.78	2,689.94
2	Pintado de señalización horizontal "NO ESTACIONAR"	m2	6.30	37.78	238.01
3	Instalación de parada de micros	Glb	1.00	617.20	617.20
Costo Total Bs.					3,545.15

Fuente: Propia

Para este caso el área de los cruces peatonales se incrementa debido a ser una intersección no semaforizada, se debe realizar el pintado de los llamados "PASOS DE

CEBRA” por lo tanto el área de las mismas depende igualmente del ancho de la calzada:

Figura 3.45. Pasos de cebra



Fuente: Propia

Para un ancho de calzada de 8m

Como el flujo peatonal es menor a 500 peatones por hora; L será igual a 2m

$$A = b * L * \left(\frac{\text{ancho de calzada}}{a * 2} \right)$$

$$A = 0.5m * 2m * \left(\frac{8m}{0.5m * 2} \right)$$

$$A = 8m^2$$

Punto de estudio No 12

Av. Circunvalación y Av. Gamoneda

Tabla 3.92. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 12

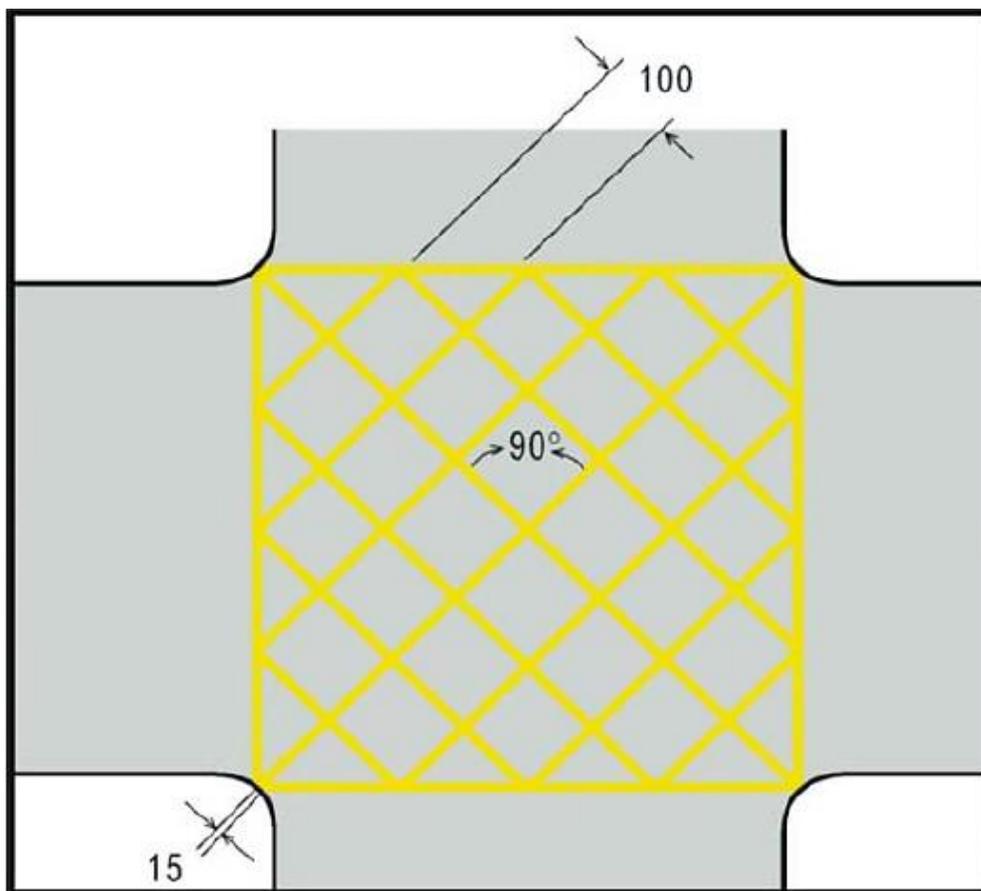
Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Pintado de cruces peatonales	m2	48.80	37.78	1,843.66

2	Pintado de señalización horizontal "NO BLOQUEAR EL CRUCE"	m2	43.21	37.78	1,632.47
3	Remoción de señal "PARADA DE MICROS"	Glb	1.00	64.49	64.49
Costo Total Bs.					3,540.63

Fuente: Propia

El pintado de la señalización “NO BLOQUEAR EL CRUCE” en esta intersección es imprescindible, debido a que al encontrarse comercios en cercanías de la zona y realizarse ferias en el acceso 3. Es habitual que se bloquee el cruce.

Figura 3.46. Demarcación tipo “bloqueo de cruces”



Fuente: Propia

Además, la ubicación de la parada de micros en la intersección sin las condiciones necesarias (ancho de acceso suficiente) reduce la capacidad vial del acceso 1,

perjudicando las maniobras en la misma, y también considerando que existe un semáforo en la intersección, perjudicando el ciclo regular de la misma cuando los micros realizan su parada. Por lo tanto, se recomienda removerla del lugar trasladándola una cuadra anterior a la intersección

Se sugiere también el mantenimiento de inmediato de la superficie de rodadura.

Punto de estudio No 13

Av. Circunvalación y Calle Félix Soto

Tabla 3.93. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 13

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Limpieza y mantenimiento de señales verticales	Glb	1.00	25.83	25.83
2	Repintado de esquinas de la intersección	m2	9.60	37.78	362.69
Costo Total Bs.					388.52

Fuente: Propia

Para esta intersección; si bien excede los parámetros de un nivel de riesgo bajo se encuentra afectada directamente por la intersección de la Av. Gamoneda

Además de ya contar con un reductor de velocidad en el acceso 1 en buen estado

Se recomienda realizar un tratamiento y limpieza de la señalización existente.

Punto de estudio No 14

Av. Circunvalación y Calle José Electo Díaz

Tabla 3.94. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 14

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Repintado de esquinas de la intersección	m2	9.60	37.78	362.69
Costo Total Bs.					362.69

Fuente: Propia

Al tener un nivel de riesgo bajo sólo se sugiere realizar un mantenimiento de los elementos de la intersección.

Punto de estudio No 15**Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font****Tabla 3.95. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 15**

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Limpieza y mantenimiento de señales verticales	Glb	2.00	25.83	51.66
2	Repintado de esquinas de la intersección	m2	9.60	37.78	362.69
3	Pintado de cruces peatonales	m2	38.40	37.78	1,450.75
Costo Total Bs.					1,865.10

Fuente: Propia

De igual manera se debe realizar un mantenimiento preventivo de las señales existentes y proceder al pintado de los cruces peatonales.

Punto de estudio No 16**Av. Circunvalación y Av. Roberto Romero****Tabla 3.96. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 16**

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Pintado de cruces peatonales con PASOS DE CEBRA	m2	71.20	37.78	2,689.94
Costo Total Bs.					2,689.94

Fuente: Propia

Al ser una intersección con rotonda y no semaforizada se debe realizar el pintado de la señalización horizontal con los respectivos pasos de cebra para los peatones.

Punto de estudio No 17**Av. Circunvalación y Calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)****Tabla 3.97. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 17**

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Repintado de señalización horizontal	m2	4.92	37.78	185.88
Costo Total Bs.					185.88

Fuente: Propia

Punto de estudio No 18**Av. Circunvalación y Av. Héroes del Chaco****Tabla 3.98. Análisis de costos de las soluciones propuestas- punto de estudio 18**

Nº	Descripción	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
1	Repintado de señalización horizontal	m2	3.41	37.78	128.83
Costo Total Bs.					128.83

Fuente: Propia

Por lo tanto, el costo total de las soluciones propuestas es:

Tabla 3.99. Costo total de las soluciones propuestas

Punto de estudio	Intersección	Costo (Bs)
1	Av. Circunvalación y Av. Integración	24,207.12
2	Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina	2,643.85
3	Av. Circunvalación y Av. Mejillones	13,171.91
4	Av. Circunvalación y Calle Gral. Trigo	414.35
5	Av. Circunvalación y Av. Colón	4,879.44
6	Av. Circunvalación y Calle Ayoroa	617.20
7	Av. Circunvalación y Av. San Bernardo	1,843.66
8	Av. Circunvalación y Calle Chamas	2,418.58
9	Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre	362.69
10	Av. Circunvalación y Av. La Paz	6,235.30
11	Av. Circunvalación y Av. Julio Delio Echazú	3,545.15
12	Av. Circunvalación y Av. Gamoneda	3,540.63
13	Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font	388.52
14	Av. Circunvalación y Calle Félix Soto	362.69
15	Av. Circunvalación y Calle José Electo Díaz	1,865.10
16	Av. Circunvalación y Av. Roberto Romero	2,689.94
17	Av. Circunvalación y Calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL)	185.88
18	Av. Circunvalación y Av. Héroes del Chaco	128.83
Costo total (Bs)		69,500.84

Fuente: Propia

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- ❖ El área de estudio presenta deficiencias en cuanto a seguridad vial, siendo los principales factores: la escasa señalización tanto vertical como horizontal a lo largo de la vía, deficiencia en los cruces peatonales, mal mantenimiento o inexistencia de los mismos, mal estado de la superficie de rodadura, altas velocidades de circulación, mala gestión de tránsito, vehículos estacionados en la intersección y comercios perjudicando el paso peatonal.
- ❖ La metodología aplicada evalúa todos los factores influyentes de diseño operacional vehicular, diseño planimétrico, diseño vertical, infraestructura peatonal, debido al peralte y debido a la señalización en las intersecciones a nivel. Con el fin mejorar las condiciones de las mismas y prevenir la vulnerabilidad a accidentes de tránsito reduciendo los índices.
- ❖ El riesgo en las intersecciones a nivel se presenta en su mayoría influenciado por el factor de diseño planimétrico, es decir velocidades excesivas y poco control para el usuario en el recorrido de la vía.
- ❖ El peatón a lo largo de toda la zona de estudio, es el más afectado y vulnerable a atropellos, debido a la inexistencia de infraestructura peatonal que le brinde la seguridad para realizar los cruces en las intersecciones. Este tipo de usuario de la vía, no tiene culpa alguna, porque no tiene los medios para él poder realizar las acciones que desea.
- ❖ El análisis evaluativo de los valores de nivel de riesgo respecto a la capacidad, nivel de servicio y datos de accidentes de tránsito registrados, verifica una vez más la veracidad del método aplicado a los puntos de estudio, los valores corresponden en su totalidad a los datos reales; es decir que en aquellas intersecciones de riesgo medio calculado se presentaron mayor cantidad de accidentes de tránsito en el período de un año, capacidades reales bajas y niveles de servicio de flujo inestable o forzado. Del mismo modo en las de bajo riesgo

existió un número menor de accidentes registrados, capacidades y niveles de servicio de flujo estable.

- ❖ El punto de estudio número 1 (Av. Circunvalación y Av. Integración) presenta un nivel de riesgo del 51.33%, esto debido a la afectación de la capacidad vial por zonas de parqueo y la inexistencia de pasos peatonales que brinden seguridad, cuenta con el mayor número de accidentes registrados en el período de un año (13 accidentes de tránsito), se propone reducir el nivel de riesgo en ésta intersección con las acciones y costos planteados en la tabla 3.81.
- ❖ La intersección de la Av. Circunvalación y Av. Froilán Tejerina, presenta superficie de rodadura en mal estado, además de estar el tráfico tanto vehicular, como peatonal, fuertemente influenciado por la zona comercial existente, esto acompañado de la inexistencia de pasos peatonales, generando un nivel de riesgo de 49.09%, las acciones paliativas para reducir el porcentaje del nivel de riesgo se observan en la tabla 3.82.
- ❖ El punto de estudio 3 (Av. Circunvalación y Av. Mejillones), es la intersección donde la afectación de la seguridad vial, es afectado en su mayoría por las velocidades excesivas, proponiendo como solución regular este parámetro, a través de la instalación de una señal reguladora de velocidad máxima, el pintado de los cruces peatonales y la instalación de un semáforo peatonal para proteger y dar la comodidad y seguridad necesaria a los peatones.
- ❖ La intersección de la Av. Circunvalación y Calle Gral. Trigo presenta un nivel de riesgo bajo, posee el control de circulación necesario; sin embargo, se debe mantener o reducir el riesgo, por lo que se plantean medidas preventivas y de mantenimiento.
- ❖ La intersección de la Av. Circunvalación y Av. Colón se encuentra influenciada por la zona comercial en inmediaciones de la misma, el parqueo de los vehículos pesados que realizan la prestación de sus servicios, reduce la capacidad vial, viéndose reflejado en un porcentaje de 41.60% de nivel de riesgo, la intersección es riesgosa para los peatones provenientes de la zona escolar encontrada en plena intersección, por lo tanto en el planteamiento de

acciones se puede observar, medidas de solución a estos problemas encontrados, basados en el método aplicado.

- ❖ En la Av. Circunvalación y Calle Ayoroa, el principal conflicto encontrado es la deficiencia en el diseño operacional; el ingreso a la Estación de servicio encontrada en la intersección es el causal del mismo debido a las velocidades de circulación excesivas, por lo que la regulación de éste factor, reducirá el nivel de riesgo.
- ❖ El nivel de riesgo en la intersección de la Av. Circunvalación y Av. San Bernardo, es influenciado por la zona comercial existente y la inexistencia de los cruces peatonales poniendo en riesgo a los usuarios, por lo que se plantea el pintado de los mismos para asegurar la circulación peatonal por el lugar debido.
- ❖ El porcentaje de 43.08% de nivel de riesgo pertenece a la intersección de la Av. Circunvalación y la Calle Chamas, causado por el manejo problemático de velocidades en rasantes, esto presentado en el acceso 1 a la intersección debido a la pendiente que posee, por lo que se planteó, dar prioridad a dicho acceso para maniobrar una vez que el usuario conductor llegue a la intersección.
- ❖ Con un 25.21% (nivel de riesgo bajo) se encuentra la Av. Circunvalación y Av. 4 de octubre, si bien es una zona comercial, no existe influencia vehicular ni peatonal de consideración, por lo que las medidas preventivas son enfocadas al mantenimiento de la misma.
- ❖ El porcentaje del nivel de riesgo de la Av. Circunvalación y Av. La Paz (52.47%) es el segundo valor más alto calculado, según la aplicación del método el factor de mayor influencia es el manejo problemático de velocidades en rasantes, debido a la pendiente del acceso 1, el estacionamiento en cercanías a la intersección es también un factor influyente reduciendo la capacidad vial de los accesos, es así que las medidas de la tabla 3.90. están enfocadas a solucionar las deficiencias.
- ❖ El estacionamiento en cercanías de la intersección debido a encontrarse oficinas de servicio público (Derechos Reales, EMTAGAS) que generan la afluencia de gente en la zona y sin la reglamentación necesaria de zonas de parqueo y la

inexistencia de cruces peatonales, generan en un nivel de riesgo medio, por lo tanto, el planteamiento de las acciones está referido a éstos factores de afectación.

- ❖ Para el caso específico de la intersección de la Av. Circunvalación con la Av. Gamoneda a la cual corresponde el mayor porcentaje de riesgo calculado (55.48 %) y un total de 10 accidentes registrados en el periodo del año 2015, se debe al estacionamiento continuo de vehículos en toda la intersección, reduciendo la capacidad de la vía, además de influir en gran medida el comercio de la zona, el mal estado de la superficie de rodadura y la inexistencia de cruces peatonales. Esto a pesar de existir semaforización en los accesos; por lo tanto, una propuesta de solución para paliar estas deficiencias se muestra en la tabla 3.92.
- ❖ Las intersecciones de la Av. Circunvalación con la Calle Félix Soto y la Calle José Electo Díaz, si bien el nivel de riesgo que poseen es “medio” los valores se encuentran cercanos al límite inferior (34.38% y 31.63% respectivamente), estas dos intersecciones se encuentran en cercanías de la intersección de la Av. Gamoneda, por lo que el tráfico de la misma fluye a través de ellas, por lo que el mantenimiento de las señales existentes y una vez solucionadas las deficiencias de la intersección de la Av. Gamoneda estos valores de riesgo, tenderían a bajar. La señalización de cruces peatonales en ambas intersecciones, no es sugerida debido a que encontrarse a menos de 100 metros de la intersección de la Av. Gamoneda y una de la otra, desembocaría en la creación de colas.
- ❖ Al tener solamente 3 accesos a la intersección, estar semaforizada, contar con tachones que encauzan el tráfico, además de la rotonda existente, la intersección de la Av. Circunvalación y la Av. Monseñor Font, tiene un nivel de riesgo bajo, con atención tolerable, siendo su gestión la de un tratamiento de costos bajos, como se planteó en la tabla 3.95.
- ❖ El nivel de riesgo de 38.00% generado en la intersección de la Av. Circunvalación y la Av. Roberto Romero, es un valor cercano al límite inferior, al encontrarse entre dos intersecciones de riesgo bajo (Av. Circunvalación y

Av. Monseñor Font, y Av. Circunvalación y Calles S/N estación de servicio SOINTA SRL) presenta un tráfico fluido en la mayoría de los casos, sin embargo; presenta conflictos de prioridad derivados del sistema operacional de la intersección, es así que la implementación de los cruces peatonales como se sugiere en la tabla 3.96. es una medida paliativa de este porcentaje.

- ❖ En la intersección de la Av. Circunvalación con la Calle S/N (estación de servicio SOINTA SRL) con un valor de 15.86% de riesgo, si bien no existe semaforización en el punto de estudio, existe un buen estado de la carpeta de rodadura, pero sobre todo no existen centros generadores de tránsito que estén causando congestión en alguno de los accesos. La estación de servicio, tiene los recaudos correspondientes para evitar cualquier tipo de accidente. Sugiriendo medidas preventivas y de mantenimiento para la intersección planteadas en la tabla 3.97.
- ❖ La última intersección de estudio fue la presentada por la Av. Circunvalación y la Av. Héroes del Chaco, la cual es de 3 accesos, al igual que el punto de estudio 15 (Av. Circunvalación y Av. Monseñor Font), ésta intersección presenta un nivel de riesgo bajo con un porcentaje de 23.96%, de atención tolerable, aplicando un tratamiento de repintado de la señalización horizontal como se plantea en la tabla 3.98. se podrá mantener este nivel o reducir el nivel de riesgo.
- ❖ La propuesta metodológica basada en la idea de Hyden, aplicada en el presente trabajo es factible para evaluar el nivel de riesgo en las intersecciones a nivel, porque combina el proceso sistemático normal de una inspección de seguridad vial, con la teoría del riesgo, mide cuantitativa y cualitativamente el desempeño relativo de la seguridad de los elementos geométricos y físicos de la vía.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda emplear las siguientes medidas de solución:

MEDIDAS FÍSICAS

- ❖ El estado de la superficie de rodadura impide el flujo vehicular normal, presentando manejo problemático de velocidades en planta. Sobre todo, en la intersección con la Av. Froilán Tejerina, Av. La Paz, Julio Delio Echazú y Gran Chaco, y la Av. Gamoneda. Es así que se recomienda el mantenimiento inmediato del pavimento.
- ❖ Se debe realizar la colocación de señalización vertical como ser: CEDA EL PASO, VELOCIDAD MAXIMA, NO ESTACIONAR, en todas aquellas calles donde no se dispone de éstas, con el propósito de regular el flujo vehicular y evitar el encuentro de puntos de flujo que origina posibilidad de accidentabilidad.
- ❖ Ejecutar las señales horizontales de CRUCE DE PEATONES, LINEAS DE PARADA, Y NO ESTACIONAR en las intersecciones que no se dispone de ellas y en las que sí; realizar acciones preventivas para mantener su condición visible tanto diurna como nocturna con la reflectividad necesaria.
- ❖ Establecer señales verticales de presencia de paradas de micros o ómnibus del transporte público, en forma recomendable no cerca de la intersección sino más bien a 20 o 25 m. de las intersecciones para no perjudicar la visibilidad.
- ❖ Realizar un control estricto del estacionamiento próximo a las intersecciones, ya que, en aquellas más conflictivas de la Avenida Circunvalación, es el principal factor que afecta a la capacidad real de la vía y el nivel de riesgo.
- ❖ En las inspecciones de seguridad vial se pudo evidenciar la ausencia de cruces peatonales en la mayoría de las intersecciones y en caso de existencia éstas se encontraban en mal estado, por lo tanto, se recomienda la implementación de los mismos.

MEDIDAS DE CIRCULACIÓN

- ❖ En la toma de datos de aforo realizado en los puntos de estudio establecidos, se pudo evidenciar que en el flujo vehicular el mayor porcentaje de vehículos que circulan por calles y avenidas de la ciudad de Tarija, pertenece al transporte público, es decir micros, taxis, taxi-trufis, quienes además realizan maniobras peligrosas que aumentan el riesgo de accidentabilidad como las detenciones bruscas, el ascenso y descenso de pasajeros en la vía, salidas y entradas en las paradas de manera sorpresiva, etc. Por lo que se debería plantear rutas exclusivamente para este tipo de vehículos para así disminuir el riesgo de accidentes y al mismo tiempo brindar comodidad al resto de los usuarios de la vía como ser transporte privado como también los usuarios peatones.
- ❖ Deben evitarse maniobras de estacionamiento en calles y avenidas donde se realizó el estudio ya que éstas aumentan el riesgo de accidentalidad especialmente a peatones.

MEDIDAS DE EDUCACIÓN VIAL

- ❖ En cuanto al comportamiento de los usuarios con respecto a la seguridad vial es deficiente, en primer lugar, debido al desconocimiento de las normas de tránsito y otro al incumpliendo de las normas de tránsito que nos rigen, por ello se debe hacer campañas educativas tanto para usuarios peatones, como para usuarios conductores de manera que se logre concientizar a dicha población de la responsabilidad que tienen en cuanto a la seguridad vial.
- ❖ En el análisis de los informes de accidentes se refleja la falta de conocimiento a normas de tránsito y el continuo mal comportamiento frente a reglas y normas de educación vial.
- ❖ Tanto la Dirección Departamental de Tránsito de Tarija como la unidad encargada de Transporte de la Honorable Alcaldía Municipal deben proyectar con fines educativos e informativos, spots por los diversos medios de comunicación donde se visualice la falta de educación vial y las consecuencias que ello lleva.

- ❖ Diseñar e implementar un sistema de levantamiento de datos de accidentabilidad efectivo y sobre todo organizado por parte de la Dirección Departamental de Tránsito.