

**1.1. GENERALIDADES.-** Los accidentes de tránsito en las vías urbanas son un fenómeno cotidiano que nadie puede desconocer.

Un accidente es una situación dinámica que consiste en uno o más sucesos encadenados no deseados que ocurren en forma inesperada, generalmente de consecuencias ingratas.

Accidente de tránsito es aquel suceso o sucesos encadenados en el que se encuentra involucrado uno o más vehículos en movimiento, que ocurre en la vía pública, ocasionando daños materiales y/o lesiones o muerte (siempre que el deceso ocurra dentro de las 24 horas siguientes al accidente) a las personas.

Es suficientemente conocida la gran incidencia del factor humano (ya sea conductor o peatón) en el desencadenamiento de un accidente, ya que en la inmensa mayoría de los accidentes se registra en algún momento una falla o imprudencia humana y los restantes casos son provocados por fallas mecánicas u otros motivos.

Actualmente las altas velocidades alcanzadas por los vehículos, el enorme incremento que ha tenido el tráfico vehicular y peatonal, y la imprudencia tanto de conductores como de peatones hace que los accidentes de tráfico sean algo frecuentes.

Las colisiones pueden ser entre dos o más vehículos o entre un vehículo y algún objeto de dimensiones considerables y los volcamientos se producen cuando a altas velocidades la estabilidad del vehículo se ve afectada y este sufre un giro inesperado lo que hace que el vehículo quede sobre su costado o sobre el techo.

Los atropellos a peatones generalmente se producen en zonas por donde circulan altos volúmenes peatonales y las velocidades de circulación vehicular son elevadas.

Como se puede ver los accidentes de tránsito son muy variados y pueden llegar a ser mortales, la tarea de los Ingenieros Civiles es buscar las soluciones más idóneas que puedan ser aplicadas en las vías y rotondas con el fin de brindar la mayor seguridad posible al tráfico vehicular y peatonal.

**1.2. ANTECEDENTES.-** Los accidentes de tránsito han dejado de ser problemas exclusivos de los países desarrollados y sean convertido en una de las principales causas de lesiones, invalides y muerte en algunos países en desarrollo.

Los accidentes de tránsito es la principal causa de muerte de adolescentes, jóvenes, etc., que ha llegado hace algún tiempo a nuestras calles y rotondas y parecería, por su tendencia creciente, que no hay remedio eficaz para su cura. Día a día leemos, escuchamos y asistimos, a imágenes en vivo de accidentes de tránsito, algo que nos lleva en primera instancia a la sorpresa, la consternación y al lamento.

Para los directamente implicados y para aquellos que hablan de temas de actividad aparece inmediatamente la búsqueda de culpables. Se mencionan palabras como imprudencia, alcohol, velocidad, adelantamiento incorrecto y falta de vigilancia entre muchas otras cosas.

En una instancia más profunda, irremediablemente surgen una larga serie de soluciones ejemplares abrigando la esperanza de terminar ya con los accidentes de tránsito clasificado desde hace décadas los mismos pertenecen a las “3E” Educación, Fiscalización e Ingeniería de tráfico (Education, Enforcement & Engineering)

En Bolivia hoy en día, el problema de la seguridad vial se ha tornado en un fenómeno social de suma importancia. Sin embargo, las autoridades en el país así como en la ciudad de Tarija no han podido disminuir el número de accidentes a pesar de implementar semaforización y rompe muelles en las rectas y rotondas.

Por lo que sería de mucho interés para las autoridades el que contaran con un programa de medios masivos que les ayuden a controlar este problema.

Ya que según la estadística del sistema operativo de tránsito el 2.56% de todos los accidentes de la ciudad de Tarija se produjeron en la rotonda de San Gerónimo

**1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.-** La elaboración del presente proyecto se limitará a realizar un estudio de accidentes en la zona de estudio y analizar la factibilidad de la implementación de algunas estructuras como soluciones que atravesará la avenida Lic. Jaime Paz Zamora, que basará en un análisis de tráfico vehicular y peatonal, etc. que se llevará a cabo en la zona del cruce de San Gerónimo (rotonda de San Gerónimo). Se realizarán estudios de volúmenes de tráfico, velocidades de punto y volúmenes peatonales que serán obtenidos del flujo vehicular y peatonal respectivamente, a los cuales se

sumaran algunas encuestas e indagaciones a personas e instituciones involucradas con el problema.

Una vez efectuados todos los estudios y los correspondientes análisis se establecerá en qué medida es factible la realización del estudio, se buscaran los sitio técnicamente más apropiado para que el futuro se realicen su emplazamiento, y finalmente se plantearan alternativas a cerca de los posibles estructuras que serán realizadas en la zona.

La inversión económica que demande la realización de los estudios y aforamientos serán solventados por mi persona debido a que es necesario contratar personal para realizar los aforos.

#### **1.4. DEFINICIÓN O IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.-**

**1.4.1 Situación problemática.-** Los accidentes de tránsito peatonal que se producen en la avenida Lic. Jaime Paz Zamora (rotonda de San Gerónimo). Es debido a la velocidad excesiva, fallas mecánicas, imprudencia del peatón y principalmente a la mala educación vial que hay no solo en Tarija si no a nivel nacional no respetan las señalizaciones ni las reglas de transito.

**1.4.2. Problema.-** Cuál será las obras civiles que podrá ser implementada para evitar y reducir el número de accidentes de tránsito producidos por la velocidad excesiva, fallas mecánicas, imprudencia del peatón y principalmente a la mala educación vial que hay no solo en Tarija si no a nivel nacional no respetan las señalizaciones ni las reglas de transito. En la avenida Lic. Jaime Paz Zamora (rotonda de San Gerónimo).

**1.4.3. Objeto.-** Las obras civiles de resguardo peatonal, vehicular y su factibilidad desde el punto de vista técnico, para que puedan ser implementada en la zona de La (rotonda de San Gerónimo) con el fin de prevenir accidentes de tránsito y peatonal.

#### **1.5. OBJETIVOS**

**1.5.1 Objetivo General.-** Establecer de acuerdo al estudio de accidentes de tránsito la implementación de más señalización y estructuras como solución a los problemas de seguridad vial requeridas por el flujo vehicular y peatonal que circula a lo largo y

transversalmente la avenida Lic. Jaime Paz Zamora (rotonda de San Gerónimo), basado fundamentalmente en un estudio de carácter técnico.

**1.5.2. Objetivos Específicos.-** Entre los objetivos específicos del estudio tenemos los siguientes:

- Obtener información de datos estadísticos de los accidentes que se produjeron en la zona, datos relacionados a la cantidad, severidad y frecuencia de los mismos, con el fin de establecer un parámetro de justificación para el estudio.
- Efectuar consultas e indagaciones a personas e instituciones involucradas con el problema planteado por el estudio.
- Realizar aforos de volúmenes de tráfico con el fin de obtener información precisa de la cantidad de vehículos que circulan dentro del flujo vehicular en la zona de estudio.
- Realizar aforos de velocidades de punto con el objeto de obtener el comportamiento del flujo vehicular y las condiciones de circulación de la zona en estudio en función a la velocidad.
- Realizar aforos de volúmenes de peatones con el fin de determinar la cantidad máxima y la frecuencia con la que circulan por la zona de estudio.
- Establecer el punto de mayor riesgo de producción de accidentes que deberá estar en función al sitio de mayor conflicto.
- Hacer un análisis de las diferentes señalizaciones para ver si son necesarias o hay que implementar otras.
- Elaborar planos de la zona para un mayor esclarecimiento del problema que existe en la zona.
- Elaborar planos de las posibles soluciones en la zona de estudio.

- Plantear una o más estructuras como posible solución a los problemas de tráfico vehicular y peatonal que existen en la zona de estudio, con la finalidad de resguardar la seguridad de las personas.

**1.6. ALCANCE.-** El alcance del presente proyecto de grado “ESTUDIO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y DISEÑO GEOMETRICO DE LAS MEJORES PROPUESTAS EN LA “ROTONDA SAN GERÓNIMO”, tiene como fin hacer un análisis basados fundamentalmente en los accidentes de tránsito y en el comportamiento del tráfico vehicular y peatonal e datos estadísticos de accidentes vehiculares, peatonales y otros producidos en la zona, que permitan esclarecer las causas por las cuales fueron producidas los accidentes en la zona de estudio “rotonda de San Gerónimo”.

Para la obtención de los parámetros técnicos se realizaran las actividades que consistirán primeramente en recolectar información de la unidad operativa de transito con el fin de conseguir datos estadísticos de los accidentes de tránsito producidos en la zona. También recopilaremos información del instituto nacional de estadística (INE) esto para saber las causas de los accidentes y también formularemos una encuesta a las personas concurrente y a los vecinos de la zona de estudio y posteriormente establecer los días y las horas de mayor tránsito vehicular y peatonal mediante un control del mismo durante el tiempo de una semana.

Una vez establecidos los días y las horas "pico" de transitabilidad se procederá a la delimitación del área de estudio, de esa manera se obtendrán los puntos estratégicos de control para los respectivos aforos.

Antes de comenzar con los trabajos de aforamiento será necesario contratar y capacitar personal de apoyo para la realización de los aforos.

Ya delimitada el área de estudio se comenzará a realizar el aforo de velocidades de punto, volúmenes de tráfico vehicular y volúmenes de peatones en los días y las horas establecidas durante el tiempo de un mes y también paralelo a esto se realizara la encuesta a las personas concurrentes y a los vecinos de la zona de estudio con las siguientes preguntas: ¿Qué motivo lo impulsa para que atraviese la vía por lugares no autorizados?

Y ¿Qué lo motivaría a usar correctamente las señalizaciones y las estructuras? Esto para obtener más datos que nos puedan ayudar en nuestro objetivo.

Con toda la información obtenida se realizará el respectivo procesamiento y la obtención de resultados para realizar su posterior análisis.

Una vez analizados los resultados se podrá recomendar si es necesario la implementación de más señalización y el diseño de diferentes estructuras que permitan determinar el objetivo del proyecto que es la de resguardar la seguridad de las personas del presente estudio.

**1.7. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.-** Como la mayoría de los accidentes de tránsito según la estadística de la unidad operativa de tránsito de la ciudad de Tarija son en las rotondas de ahí el interés de mi persona para realizar un estudio de las causas y los diferentes tipos de accidentes de tránsito que ocurren en la zona de estudio y de ver la posibilidad de plantear diferentes tipos de soluciones para poder al menos disminuir los accidentes.

La rotonda “San Gerónimo” que está ubicada en avenida Lic. Jaime Paz Zamora entre los barrios Juan XXIII y San Gerónimo por donde transitan grandes cantidades de vehículos que circulan con altas velocidades y debido a la escasa e ineficiente señalización existente y al incumplimiento de las mismas tanto por el lado de los conductores como por el lado de los peatones, el lugar se torna en una vía peligrosa e insegura para la circulación transversal de los peatones, exponiendo de esa manera a las personas a sufrir accidentes automovilísticos, sobre todo a los niños que a raíz del escaso razonamiento y la limitada capacidad mental y física que poseen no les permite comprender, percibir y evitar el peligro al que están expuestos al momento de circular por la avenida (rotonda de San Gerónimo).

**1.8. UBICACIÓN DEL PROYECTO.-** El área del proyecto está ubicada en la ciudad de Tarija de la provincia Cercado en el departamento de Tarija, que está ubicada en el hemisferio sur, latitud 21°32'34,60" Sur, longitud 64°42'57,17" Oeste y altitud 1858 m.s.n.m., específicamente en la zona del cruce de San Gerónimo que se encuentra en la avenida Lic. Jaime Paz Zamora entre los barrios de Juan XXIII y San Gerónimo.



Fuente: google hearth

**2.1. ACCIDENTES DE TRÁNSITO.-** Los accidentes son previsibles, por lo que vale la pena invertir en su solución lamentablemente muchas personas en una lectura simplista, consideran a los siniestros como sucesos fortuitos.

Por el contrario, su estudio nos permite observar que derivan de una serie de razones bien específicas los accidentes no son casualidades, responden a unas causas que están presente en cualquier situación de peligro, en mayor o menor grado: conductor cansado o alcoholizado, llantas con rodamiento con huellas sin la profundidad necesaria, peatón atravesando una calle en un lugar o momento indebido, ciclista circulando a contra mano, movilidad sin alguna luz o elemento reflectivo entre muchos otros ejemplos.

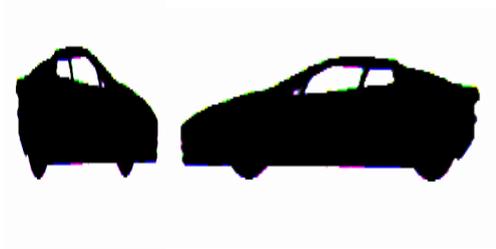
Siendo a si no solo podemos, sino debemos esforzarnos en la prevención tanto individual como colectivamente cada persona debe tomar conciencia de las consecuencias que puede tener un viaje por la vía pública sea como conductor, peatón o pasajero. Por su parte autoridades gubernamentales y empresas deben asumir las responsabilidades y asignarlas siempre escasos recursos humanos y económicos a la prevención de los accidentes sea su competencia o por lo menos crear una oficina exclusivamente para el estudio de accidentes y como combatirlos y realizar cursos de conciencia miento del peligro que existe y cursos primarios y secundarios y una correcta señalización vial.

**2.2. TIPOS DE ACCIDENTES.-** Los accidentes de tránsito conocidos comúnmente como "choques" pueden ser clasificados como colisiones o despistes. Las colisiones pueden presentar las siguientes variedades:

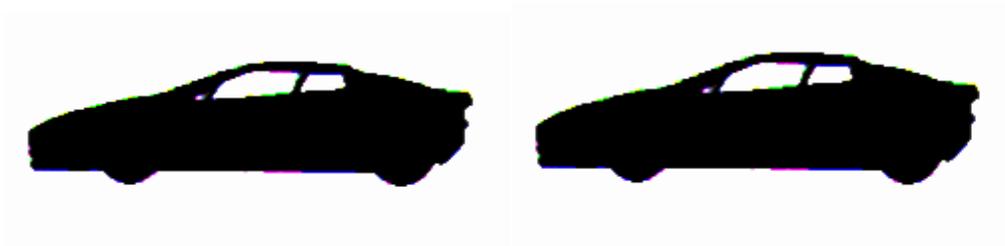
**2.2.1.- COLISIÓN FRONTAL O "TOPETAZO".-** Cuando el choque es frontal, en el que los dos vehículos van en la misma dirección, pero en sentido inverso;



**2.2.2.- EMBESTIDA:** cuando la colisión es lateral, en dirección perpendicular;



**2.2.3.- COLISIÓN TRASERA.-** si es de varios vehículos, se denomina "en cadena";



**2.2.4.- RASPADO.-** cuando hay roce entre vehículos.

**2.2.5.- VUELCOS.-** El volcamiento se produce cuando el vehículo en cuestión está imposibilitado de moverse con sus propias ruedas



**2.2.6.- ATROPELLO.-** Se le llama así cuando un vehículo choca o empuja violentamente a un peatón o a un grupo de ellos.



**2.3.- FASES DEL ACCIDENTE.-** El accidente de tránsito no se produce instantáneamente, sino que trata de una evolución que se desarrolla en dos dimensiones físicas, es decir en el espacio y tiempo.

Estas fases son apreciadas en el momento en que un conductor encuentra en la vía un obstáculo, o se presenta ante él un peligro súbito; lo primero que hace después de una rápida evaluación de las circunstancias, es decidir la maniobra que le parezca más conveniente a fin de sortear la emergencia.

Para analizar la evolución del accidente, se plantean a continuación tres (3) fases, a saber:



Fuente: Publicadas por Edwin Enrique Remolina Caviedes

**2.3.1.- Fase de percepción.-** Es la fase donde cualquiera de los participantes, o usuarios de la vía, percibe un riesgo (Punto de Percepción Posible) y así mismo el riesgo es comprendido como un peligro (Punto de Percepción Real).

Este punto de percepción puede variar en cada persona, ya que puede estar influido por reflejos motivados por sensibilidad especial, o por la práctica, produciendo una rápida respuesta al estímulo, sin que haya una percepción exacta del peligro. Igualmente se debe tener en claro que para un conductor que viaja a determinada velocidad.

**2.3.2.- Fase de decisión.-** Esta fase inicia después de la fase de percepción. Es la reacción de la persona frente al estímulo del peligro percibido o inminencia del accidente. En algunos casos no existe esta fase, solo se origina la fase de percepción y de conflicto o accidente.

- **Punto de reacción.-** Es donde una persona responde al estímulo generado por la percepción del peligro e inicia una valoración rápida de la maniobra a ejecutar.

Durante el breve análisis que realiza la persona para seleccionar una maniobra, se utiliza un determinado tiempo (tiempo de reacción), tiempo durante el cual un conductor no ha ejecutado la maniobra y su vehículo continúa en movimiento, recorriendo una distancia (Distancia de Reacción) la cual se determina de acuerdo con el tiempo utilizado para analizar y evaluar el peligro (0,8 y 1,3 segundos para personas en estado alerta).

**2.3.3.- Fase de conflicto.-** Fase en la cual se produce físicamente el accidente, a pesar de realizar de efectuar alguna maniobra evasiva (frenar o girar), las que si bien pueden reducir la gravedad del accidente no fueron suficientes, adecuadas u oportunas.

**2.4.-FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN DE ACCIDENTES.-** Son numerosos los elementos que intervienen en los de accidentes.

**2.4.1. Conductor.-** Los conductores constituyen el elemento más importante de la circulación, ya que el movimiento de los vehículos en las vías y caminos depende fundamentalmente de ellos y la calidad de la circulación será el resultado de su mayor o menor habilidad para adaptar el movimiento de sus vehículos a las características de la vía y de la circulación.

La práctica demuestra que no basta con tener conocimientos sobre conducción, sino que también hace falta experiencia en la conducción real. Por ello suelen ocurrir accidentes con mayor frecuencia de lo normal durante el primer año de obtenida la habilitación para conducir.

La forma de conducir depende de numerosas variables; además de los conocimientos, influyen aptitudes físicas y psíquicas, y situaciones particulares que pueden ocasionalmente modificar dichas capacidades.

Todo ello hace que el comportamiento de un conductor no sea constante, no solo porque un mismo conductor puede actuar diferente en distintas circunstancias ante un mismo hecho, sino también por las diferencias existentes entre un conductor y otro, lo que motiva

que algunos conductores sufran accidentes en las mismas situaciones en las que otros no lo harían.

**2.4.2. Peatón.-** Los peatones son una parte creciente de la población vial diaria y debe de ponerse atención a su presencia en las zonas urbanas.

Todas las vías urbanas distintas que las de acceso controlado deberían planearse, construirse, operarse y mantenerse considerando el uso y las necesidades de los peatones.

A menudo en zonas urbanas es difícil acomodar seguramente a los peatones, particularmente cuando se hace el esfuerzo como una idea tardía más que durante la planificación y diseño de un proyecto.

En zonas urbanas los planificadores deben considerar la evolución de la zona.

Los planificadores y proyectistas deberían desarrollar proyectos que satisfagan las necesidades futuras de los peatones.

Los proyectistas deberían proveer características tales como veredas, cruces peatonales (a nivel y a desnivel si corresponde), vías multipropósito o sendas peatonales, y cortes de cordón y rampas para personas con incapacidades.

Los peatones incluyen todas las personas de todas las edades y capacidades.

El comportamiento de los peatones es aun menos predecible que el de los conductores. A demás es mucho más difícil regular el movimiento de los peatones que el de los vehículos.

Especialmente en zonas urbanas, el tránsito combinado de peatones y vehículo da lugar a accidentes de características particularmente graves.

Con el fin de estudiar si es posible evitar estos accidentes, en los que la causa está ligada directamente al factor humano, resulta necesario investigar cuales son las variables que pueden influir sobre el comportamiento humano durante el movimiento de peatones y durante la conducción.

El estudio de estos comportamientos y sus variables debe ser encarado por profesionales en esa disciplina, tales como psicológicos, sociólogos, etc.

Nosotros como ingenieros debemos de ser sensibles a esta situación y hasta el hecho de que las plataformas se diseñan más para los motoristas que para otros usuarios.

**2.4.3. Vehículo.-** No son muchos los accidentes ocurridos donde se haya encontrado como causa en la producción del hecho, alguna falla mecánica en el funcionamiento del vehículo.

Entre las principales se destacan: neumáticos en mal estado, roturas de frenos, fatiga de materiales, etc.

Con la incorporación de la obligatoriedad de efectuar la inspección técnica vehicular, se espera que el número de accidentes debidos a fallas mecánicas se reduzca. Claro está, que este tipo de disposiciones deben venir acompañados del correspondiente control en el cumplimiento, pues de lo contrario, con el tiempo comienzan a perder rigor y con ello, efectividad.

Si bien la toma de datos para la investigación requiere solamente de una rigurosa inspección mecánica del o los vehículos involucrados, lamentablemente esta tarea sólo es realizada a conciencia y en forma sistemática en el caso de los homicidios culposos.

No obstante, los fabricantes de autos llevan a cabo investigaciones de accidentes seleccionados, que consideran particularmente instructivos, con equipos preparados que trabajan durante las 24 horas del día o que hacen desplazamientos internacionales. La información que proporciona un accidente de tránsito para un investigador de la seguridad pasiva es muy rica: deformación del bastidor, reacción de los distintos elementos interiores o causas de las altas velocidades que pueden desarrollar algunos vehículos, lógicamente dificultan la consecución de un alto grado de seguridad pasiva en choques producidos en esas condiciones.

**2.4.4. Vía.-** Toda obra o dispositivo que se ejecute, instale o esté destinado a surtir efecto en la vía pública, debe ajustarse a las normas básicas de seguridad vial, propendiendo a la diferenciación de vías para cada tipo de tránsito y contemplando la posibilidad de desplazamiento de discapacitados con sillas u otra asistencia ortopédica.

Cuando la infraestructura no pueda adaptarse a las necesidades de la circulación, ésta deberá desenvolverse en las condiciones de seguridad preventiva que imponen las circunstancias actuales.

Entre los factores de la vía que pueden ser la causa en la producción de un accidente, se reconocen aquellos vinculados con el diseño geométrico, los relacionados con el diseño estructural y los derivados de las condiciones del medio ambiente.

Dentro de los vinculados con el diseño geométrico se destacan curvas, intersecciones, sección transversal, control de accesos, obstáculos fijos en los costados de la vía, dispositivos de regulación de tránsito, señalización, excesiva velocidad.

En el marco de los factores relacionados con el diseño estructural, se destacan el tipo, estado y mantenimiento de la superficie de rodadura, con marcada participación en la maniobra de frenado a través del factor de frenado o desaceleración.

En cuanto a los factores derivados de las condiciones del medio ambiente, tales como la visibilidad pobre, si bien los ingenieros nada pueden hacer para que esto no ocurra, deben aportar las soluciones de diseño adecuadas para mitigar sus efectos.

**2.4.5. Clima.-** El clima en este tiempo también se ha convertido en otro factor de suma importancia para ocasionar accidentes de tránsito, ya que cuando llueve empaña los vidrios y hace fallar la vista al conductor, también hace que el asfalto se ponga resbaloso y no haya fricción con los neumáticos y falle el frenado.

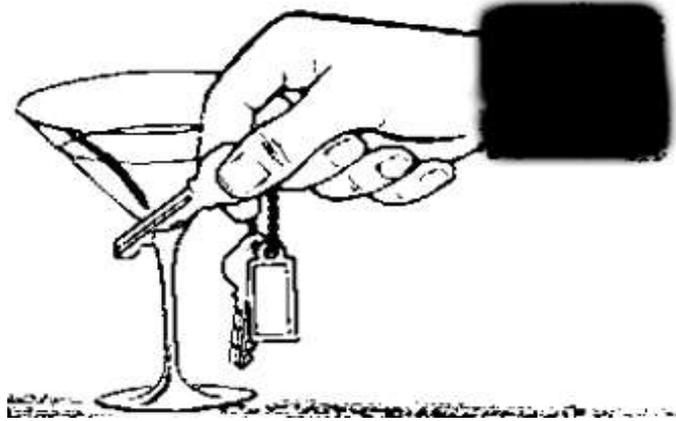
Y también en tiempo de invierno por las bajas temperaturas hacen que en primeras horas de la mañana el asfalto se congele y el asfalto se ponga resbaloso y no haya fricción con los neumáticos y falle el frenado.

**2.5.- EL ALCOHOL Y LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.-** En los accidentes viales el problema de ingerir bebidas alcohólicas y conducir es uno de los factores principales en la ocurrencia de los mismos.

**2.5.1.- La acción del alcohol en el individuo.-** Su acción varía con la cantidad ingerida, originándose primero, una fase de excitación y euforia; luego una incoordinación de los movimientos con déficit de la lucidez mental, liberación del subconsciente: sigue luego la fase de casi anestesia y por último la fase depresiva.

- El hábito alcohólico, va requiriendo más cantidad de alcohol para producir los mismos efectos.
- La ingestión del alcohol con el estómago vacío de alimentos, provoca los efectos mucho más rápidamente.

- La ingestión de algunos medicamentos potencializa el efecto del alcohol hasta límites imprevisibles.
- Los efectos del alcohol, no desaparecen ni con la ingestión de café, ni con la acción de darse un baño.



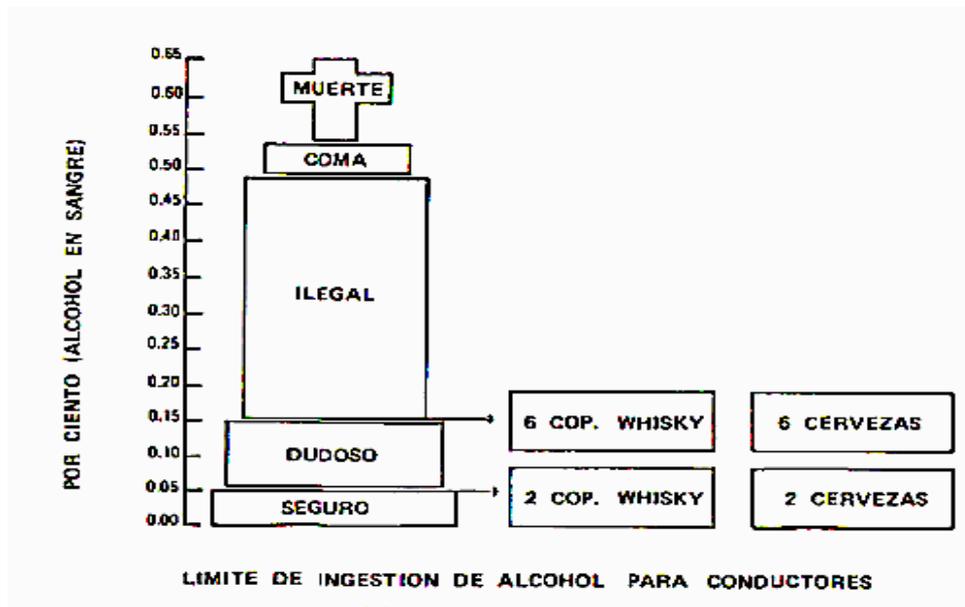
Fuente: Dr. Vinicio Casas Rincón. Año 1987

Organización regional para los cuidados del lesionado en los accidentes de tránsito.  
La bebida mas conducir accidente mortal.....

**2.5.2.- Alteraciones que produce la concentración de alcohol en el individuo.-** Las alteraciones empiezan a aparecer cuando la concentración de alcohol en la sangre sobrepasa de 0.15 grs. % (la cual puede ser el resultado de 6 copas de Whisky o 6 cervezas) Esta concentración produce:

- Retardo en los reflejos.
- Disminución de la visión periférica. Por lo cual, es frecuente que originen arrollamiento, al no distinguir a las personas ó colisiones con vehículos que viajan a su lado.
- También la persona tiene disminución del juicio crítico, de manera que no saben distinguir lo bueno de lo malo.
- Disminución de la sensibilidad general, que le oculta las vibraciones del vehículo, que hace que conduzca a velocidades exageradas, cuando él cree que viaja a velocidades normales.

Con todas estas alteraciones se comprenderá como las posibilidades de que un conductor con una concentración mínima de 0.15 grs. % de alcohol en su cuerpo pueda producir un accidente.



Fuente: Dr. Marcos Tulio Echeverría. Año 1996 - 1997.  
 Estadísticas del Área de Medicina de Emergencia del Cuerpo de Bombero Maracaibo.

Es gráfica nos indica que con tan solo una pequeña concentración de alcohol equivalente a 6 tragos de cervezas pone en dudosa condición a la persona para conducir

**2.6. LA VELOCIDAD Y LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.-** Es evidente que la velocidad puede ser considerada como un factor incidente en los accidentes de tránsito peatonal, sobre todo si esta es excedida en lugares donde existe una gran concentración y circulación peatonal, todo esto debido a que el tránsito combinado entre vehículos y peatones es muy conflictivo y mucho más aun si la velocidad de circulación aplicada en zonas de equipamiento urbano de tránsito peatonal elevado es considerable.

Con respecto a la velocidad (concretamente el exceso de esta) como factor que se constituye en un causante en la producción de accidentes de tránsito peatonal, debe distinguirse dos aspectos en su influencia sobre la seguridad: por una parte la velocidad media de circulación y por otra, las diferencias de velocidad entre los distintos vehículos. Está comprobado que al aumentar la velocidad media de circulación, aumenta la gravedad de los accidentes desde simples contusiones hasta el deceso de las personas que se ven involucradas en atropellamientos, mientras que no parece variar la frecuencia de ellos. Por el contrario, la probabilidad que tiene un peatón de involucrarse en un accidente crece rápidamente al aumentar el valor absoluto de la diferencia entre la velocidad de un vehículo cualquiera y la velocidad media del tránsito.

Por lo tanto, la mejora de la seguridad que producen las limitaciones de velocidad es debida a la disminución de la dispersión de velocidades (al limitar a los excesivamente rápidos), teniendo menos importancia la disminución de la velocidad media.

La determinación, aunque más no sea en forma aproximada, de la velocidad de circulación de los vehículos involucrados en un accidente, permitirá conocer si se superaron los valores límites de velocidad, quien violó las normas vigentes, en qué proporción se superó la velocidad media, etc.

Teniendo en cuenta que los accidentes de tránsito peatonal dependen de las limitaciones y complejidad del ser humano (conductor y peatón), de sus obras, de sus relaciones de convivencia, así como de las leyes de la naturaleza, se puede comprender la dificultad que representa encontrar una verdadera causa real para los accidentes de tránsito peatonal con base a los datos de los informes que sobre los mismos se rinden. En muchas ocasiones se consideran como causas de accidentes las infracciones al reglamento de tránsito lo que no siempre es completamente cierto. Claro es que cuando se comprueba que un conductor que ha intervenido en un accidente de tránsito, ha contravenido alguna de las reglas del mismo, se puede llegar a la conclusión, y con razón, de que el accidente no se hubiera ocurrido de no haber ocurrido la contravención antes dicha.

**2.7. VELOCIDAD.-** Se define a la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, o sea, una relación de movimiento que queda expresada, para velocidad constante, por la fórmula:  $V = d/t$

Como la velocidad que desarrolla un vehículo queda afectada por sus propias características, por las características del conductor y de la vía, por el volumen de tránsito y por las condiciones atmosféricas imperantes, quiere decir que la velocidad a que se mueve un vehículo varía constantemente, causa que obliga a trabajar con los valores medios de velocidad.

Como el tiempo de recorrido es función de la velocidad, cambiando la velocidad en un viaje, se puede variar el tiempo de recorrido. La velocidad está bajo control del conductor y por lo tanto su uso determinará la distancia recorrida, el tiempo recorrido y el ahorro de tiempo según la variación de la velocidad, por lo tanto, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada.

A mayores velocidades se obtendrá un ahorro en el tiempo, pero el ahorro de tiempo es menor a medida que aumenta la velocidad. Después de los 90 km./hr. , los ahorros de

tiempo al aumentar la velocidad son relativamente pequeños. Desde luego, que los ahorros de tiempo son mayores al incrementar la velocidad, por ejemplo, de 30 a 50 km./hr.

**2.8.-TIPOS DE VELOCIDAD.-** En este mismo concepto existen diferentes tipos de velocidades entre las cuales las más importantes son:

- Velocidad de instantánea o de punto
- Velocidad de recorrido total
- Velocidad de crucero
- Velocidad directriz o de diseño
- Velocidad de circulación media

Para este proyecto nos abocaremos solamente al estudio de la velocidad instantánea o de punto y la velocidad de circulación media.

**2.8.1. Velocidad de punto.-** Es la velocidad que tiene el vehículo considerada a flujo libre debido a que no es afectada por los aspectos internos del flujo ni los aspectos externos al flujo y es considerada como la velocidad que predomina en un determinado punto de una carretera o de una calle.

La velocidad de punto no se la puede considerar como una velocidad de diseño ni en calles ni en carreteras, pero es una velocidad cuya referencia nos da las velocidades máximas posibles que se puedan presentar tanto en calles como en carreteras.

El estudio de la velocidad de punto da la información relativa a la velocidad que prevalece en determinado lugar y la distribución de las velocidades por grupos de usuarios.

Generalmente la velocidad de punto es utilizada para establecer restricciones de velocidad, indicar la velocidad de seguridad en las curvas y para ayudar en los estudios que relacionan a los accidentes con la velocidad.

Al ser una velocidad que se considere en flujo libre eso no sería posible en espacios o distancias largas por ello que para su estudio se definen espacios o distancias pequeñas, en el caso de ciudades específicamente en vías urbanas los espacios serán de 25 o 50

metros y en el caso de carreteras los espacios serán de 75 o 100 metros siempre y cuando no hayan accesos de entrada y de salida.

La relación que nos permite determinar la velocidad de punto es la siguiente.

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

Donde:

$V_p$  = velocidad de punto

$d$  = distancia de recorrido

$t$  = tiempo de recorrido

**2.8.2. Velocidad de diseño.-** Para la medición o cuantificación de la magnitud de la velocidad de punto existen varios métodos de los cuales los más conocidos y empleados son los siguientes:

- Método del cronómetro
- Método del enoscopio
- Método del radar métrico

- **El método del cronómetro**

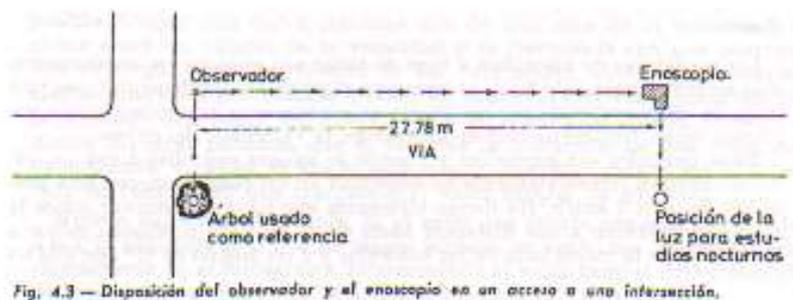
Este es el método más antiguo y económico para medir las velocidades de los vehículos es, probablemente, haciendo uso de un cronómetro. En una distancia determinada (de 25 a 100m) que se ha marcado en el pavimento con dos rayas de pintura, se mide el tiempo que tardan los vehículos en recorrerla. El cronómetro se pone en marcha cuando un vehículo entra en la distancia marcada en el pavimento y se detiene cuando el mismo vehículo sale de ella. La velocidad será igual al espacio recorrido entre el tiempo empleado en recorrerlo.

Este es un método manual que utiliza generalmente dos operadores, uno a la entrada provisto de algún dispositivo para dar la señal en el momento que el vehículo ingresa a la línea de entrada para que el segundo operador ubicado en la línea de salida pueda accionar el cronometro y detener el mismo en el momento que el vehículo cruza la línea de salida. Este método es el más utilizado debido a la facilidad de su realización y sobre todo por la baja inversión económica que requiere para su ejecución.

- **El método del enoscopio**

Los enoscopios son cajas en forma de  $L$ , abiertas en dos partes, con un espejo colocado en su interior a un ángulo de  $45^\circ$  con las paredes de la caja. Este aparato dobla  $90^\circ$  la visual del observador y su construcción es barata.

El enoscopio se coloca en un extremo de una determinada distancia con un brazo de la  $L$  perpendicular la trayectoria de los vehículos y el otro apuntando hacia el observador que se colocará en el otro extremo de la distancia considerada. Cuando el observador percibe la imagen de un vehículo en el enoscopio, pone en marcha el cronómetro y no lo detiene hasta que el mismo vehículo pase frente a él. Se puede hacer observaciones nocturnas colocando una luz directamente frente al enoscopio, cuyos rayos interrumpen los vehículos al pasar. Normalmente los enoscopios se colocan sobre un tripeé. Cuando el tránsito es muy intenso hay que escoger un vehículo de cada 2, 3, 4 ó 5 para medir la velocidad. También pueden hacerse escogiendo un vehículo cada uno ó 20 segundos.



- **El método del radar métrico**

Se trata de un equipo accionado por la batería de un vehículo y que se basa en el mismo principio del radar. El aparato emite ondas de alta frecuencia que rebotan en el vehículo que se acerca. Al regreso de la onda, esta es registrada en el mismo aparato, el cual, de acuerdo con la intensidad de la onda, indica la velocidad del vehículo a que se aproxima. Con aditamentos especiales se pueden obtener datos del vehículo y de la velocidad a que circula.

Es el método menos utilizado pero mucho más preciso para cuya determinación de velocidades utiliza un transmisor incorporado en un vehículo que emite ondas de longitud media que son captadas por un radar que puedan ser transformadas en distancias de la diferencia de las longitudes emitidas en el momento de ingreso de la

línea de entrada y el ingreso a la línea de salida, se obtiene la distancia y el tiempo de recorrido determinándose así la velocidad.

La velocidad de punto en un estudio de tráfico debería ser llevadas a cabo de manera permanente durante todos los días del año para de esa manera poder obtener un historial del comportamiento de las velocidades, sin embargo las dificultades económicas y operativas que representa su realización hacen que se disminuya el tiempo de aforamiento a 3 horarios diferentes preferentemente horas pico de cada día, comprendiendo 3 días de la semana 2 hábiles y uno inhábil durante el tiempo de un mes. En la hora de estudio se determinara una metodología homogénea para la obtención de velocidades de vehículos en circulación, por ejemplo hacer la medición respectiva a cada 5 o 3 vehículos que ingresan a la zona de estudio.

**2.8.3. Velocidad de circulación media.-** La velocidad de circulación media es un parámetro de evaluación que nos permite realizar un análisis del comportamiento vehicular con respecto a la velocidad.

Esta velocidad se determina a partir de los valores medios de la depuración de las velocidades de punto registradas en varios puntos de una vía. De estos valores se puede adoptar ya sea el valor máximo, el valor medio o un valor mínimo como valores de velocidad de diseño de acuerdo a las características propias de cada estudio de cada proyecto.

**2.9. VOLÚMENES DE TRÁFICO.-** El enorme incremento que ha tenido el tráfico vehicular y la imprudencia de los conductores hace que los accidentes de tránsito peatonal sean algo frecuente.

Está claro que en los lugares en donde se registran grandes cantidades de tránsito vehicular están propensos a la producción accidentes de tránsito (colisiones, volcamientos, atropellos, etc.) toda vez que es lógico suponer que a mayor tránsito mayor cantidad de accidentes.

Sobre todo en zonas por donde existe una elevada circulación de tráfico vehicular y peatonal, hacen posible que el tránsito combinado entre vehículos y peatones se torne complicado, sobre todo peligroso y por ende susceptible a la producción de accidentes de tránsito peatonal.

Se entiende por volumen de tránsito cierta cantidad de vehículos de motor que transitan por una vía en determinado tiempo y en el mismo sentido. Las unidades comúnmente empleadas son: vehículos por día o vehículos por hora.



Fig. 2.9. Tránsito vehicular en una vía urbana

Los volúmenes de tránsito más importantes son:

- Tránsito Promedio Diario (TPD)
- Tránsito Promedio Horario (TPH)
- Volumen de circulación o de servicio
- Volumen directriz

**2.9.1. Tráfico promedio diario (T.P.D.).-** Se denomina tránsito promedio diario al promedio de los volúmenes de tránsito que circulan por una vía durante 24 horas en un cierto periodo de tiempo. Normalmente este periodo de tiempo es el de un año, a no ser que se indique otra cosa. El T.P.D. es comúnmente empleado en los estudios económicos, ya que representa la utilización de la vía y sirve para efectuar distribuciones de fondos y lo más importante es que es un indicador muy representativo para indicar la calidad o caracterización del tipo de carretera o vía urbana, mas no se puede emplear para determinar las características geométricas de la vía, pues no es un valor sensitivo a los cambios significantes de los volúmenes porque no es un valor representativo para determinar el comportamiento del flujo vehicular durante el día, ya que no puede indicarnos cuales son las mayores cargas de volumen de tránsito a lo largo del día y por ende no indica una idea más clara de las variaciones del tránsito que pueden presentarse en las horas, días y meses del año.

**2.9.2. Tráfico promedio horario (T.P.H.).-** Los volúmenes horarios a diferencia de los volúmenes diarios dentro de los estudios de ingeniería de tráfico son más significativos porque nos muestran las características de circulación en cuanto al número de vehículos que circulan por una vía en cada hora correspondiente a un día y en todo el transcurso de un año eso permite trabajar estadísticamente y formar polígonos de frecuencia, histogramas, determinar horas pico, determinar variaciones horarias, etc.

Si bien es más importante tener información del tráfico horario, también es cierto que resulta más costoso obtener esta información debiendo tenerse mayor personal, mayores puntos de aforo y por lo tanto un mayor costo.

Cuando no es posible tener información sobre el Tránsito Promedio Horario se puede utilizar la relación establecida por la AASTHO y por la AIPCR organismos que han estudiado el efecto del volumen del tráfico quienes establecen la Siguiete. Relación:

$$TPH = (12\% - 15\%) TPD$$

**2.9.3. Volumen de circulación o de servicio.-** El volumen de circulación media o de servicio es considerado como la cantidad de vehículos que circula por una sección transversal de la vía en un tiempo de una hora o de un día y este valor es obtenido como el valor medio de las distintas mediciones que se realizan de los TPD's y TPH's respectivamente.

**2.9.4. Volumen directriz o de diseño.-** El volumen directriz no es un valor mensurable si no que su determinación se la realiza a través de un proceso de analítico de los valores obtenidos del los TPH's máximos. Es un concepto definido exclusivamente para obtener un valor que represente aproximadamente el 80 % o más del tiempo durante un día la cantidad de vehículos que circula por una calle o carretera no exceda el valor máximo. Para ello se ha definido que el volumen directriz numéricamente se obtenga de un ordenamiento descendente del TPH máximo correspondiente a los 365 días de un año cuyo valor corresponde a la trigésima ubicación de dicho ordenamiento, de esta manera se prevé que este volumen se presentara con la frecuencia en los 335 días del año sin que sea superado y solamente 30 días del año se espera que dicho volumen sea superado. Para

algunos proyectos de menor envergadura también se han utilizado de ese mismo ordenamiento el valor 50 o el valor 80 como volúmenes directrices.

Es muy probable que en algunas carreteras o calles de ciudades no se tengan aforos de volúmenes horarios, por ello se ha establecido una relación entre el volumen diario y el volumen horario en carreteras, calles donde se realizaban ambas mediciones obteniéndose un valor racional esta para el TPH entre el 12 al 15% del TPD.

La composición del volumen, si bien es importante conocer el número de vehículos que circula por una sección de carretera o, calle en periodos de tiempo definidos resulta también importante tener conocimiento del tipo de vehículo que circulen en ese periodo de tiempo entendiéndose como la composición del tráfico.

**2.9.5. Factores considerados en el aforo de volúmenes.-** Determinar la cantidad de vehículos ya sean horarios o diarios, es de suma importancia dentro de la ingeniería de tráfico por lo tanto desde el inicio de esta ciencia se han buscado métodos que se adecuen a la realidad de cada estudio y a las posibilidades que se tengan de realizar los mismos. Existen dos tipos marcados de aforamiento que son los métodos manuales y los métodos automáticos.

**2.9.5.1. Métodos Manuales.-** Son aquellos en los cuales se considera que el conteo de vehículos va ha ser realizado en forma manual mediante el empleo de aforadores u observadores quienes en base a una planilla preestablecida realicen el conteo de vehículos en un punto de aforo definido y en tiempos determinados según la necesidad del estudio.

La desventaja de este método es que es muy lento, trabajoso y con posibilidades de tener errores personales, además de tener un costo elevado por la cantidad de personal necesario.

La ventaja de este método está en que el aforamiento puede ser más completo y se permite caracterizar el tráfico en función a parámetros descriptivos como ser tipo de vehículos, número de ejes, tipo de vehículos por servicio (Comerciales, de servicio público, particulares, de carga, etc.)

**2.9.5.2. Métodos Automáticos.-** Los métodos automáticos son aquellos que han tratado de aminorar los costos, la cantidad de personal y la precisión de información sobre el número de vehículos registrados en un punto. Se ha tenido una evolución respecto a estos métodos en función a los equipos que se han ido utilizando, una primera metodología de carácter automático fue el aforo mediante las membranas eléctricas que son colocadas transversal al eje de la calle o carretera que ante el paso de los vehículos producían un impulso eléctrico el cual estaba conectado a un contador que avanzaba en cada impulso. Esta metodología es utilizada hasta ahora teniendo la ventaja de que puede realizarse conteos diarios u horarios pero con la desventaja de que no muestra la composición del tráfico ni las características del mismo.

Para mejorar este sistema luego han sido creados los bucles magnéticos que estaban colocados como un lazo transversal a la calzada de la calle o carretera y estos también conectados a un contador y en los últimos modelos a un ordenador, la ventaja de este sistema es que los bucles estaban calibrados para un determinado peso, por lo tanto el paso de diferentes tipos de vehículos ya estaba diferenciado y podía formarse su composición aunque en principio tenía el defecto de no diferenciar el número de ejes que posteriormente fue solucionado colocando dos bucles continuos por lo tanto ya intervenía la longitud del vehículo que está en relación directa al número de ejes.

**2.9.6. Aforo de volúmenes.-** El volumen de tránsito peatonal es la cantidad de personas que circulan longitudinal y transversalmente por una zona en el tiempo de una hora. Este volumen se lo cuantifica mediante aforos manuales que consisten en registrar en planillas adecuadas a todas las personas que transitan de forma longitudinal y transversal en relación con la vía y con el punto de aforo previamente determinado.

En las vías urbanas el aforo de volúmenes de tránsito peatonal al igual que los aforos de tránsito vehicular se los lleva a cabo en las intersecciones, debido a que la mayor cantidad de circulación peatonal sobre todo de manera transversal se lo efectúa en las intersecciones, pero algunas veces también es necesario realizar sondeos o pre aforamientos con el fin de establecer los puntos estratégicos de aforamiento como es el caso de las avenidas, autopistas y carreteras.

La determinación de este parámetro de la Ingeniería de Tráfico es muy importante para emprender estudios y diseños de semaforización, señalización y dispositivos de prevención de accidentes como son los pasos peatonales a desnivel, de esa manera en

estos casos el volumen de tránsito peatonal en función a su magnitud es considerado como un parámetro fundamental de justificación de la factibilidad que pueda representar la aplicación de estos dispositivos de control de tráfico previamente mencionados.

Los aforamientos de tránsito peatonal son también de mucha utilidad en los estudios y análisis de caracterización de las vías urbanas para poder establecer de esta manera el tipo de vía en función a la circulación del tránsito peatonal que presente esta, esta información posibilita determinar y tomar medidas para plantear alternativas técnicas desde el punto de vista de la seguridad vial, medidas referidas a reordenamientos o redistribución de los itinerarios adoptados de manera anárquica por el flujo peatonal.



Fig. 2.9.6. Peatones adoptando itinerarios no destinados para su circulación

La circulación de los volúmenes de peatones en las inmediaciones de las vías urbanas no debe contemplarse un obstáculo para el buen funcionamiento del tráfico vehicular. Es una realidad unida a las propias características del entorno urbano y, como tal, debe ser tenida en cuenta, no como un aspecto negativo sino como un elemento más a considerar en el diseño de la vía.

El conocimiento de los puntos de generación y atracción de volúmenes de peatones y su respectiva cuantificación es garantía de un correcto diseño de sus itinerarios. Estos puntos pueden ser zonas residenciales, parques, mercados, centros deportivos, colegios u otros equipamientos urbanos situados en las inmediaciones de la vía. En todos estos casos, los itinerarios previstos deberán contemplar la máxima accesibilidad a los puntos de generación / atracción. Como única garantía de que puedan ser eficaces. El tratamiento de los itinerarios se debe de ser realizado atendiendo a los caminos peatonales preexistentes. El peatón mantiene sus hábitos, busca los caminos más cortos y sobre todo es un vehículo todo terreno capaz de superar importantes obstáculos puestos en su camino. El itinerario peatonal deberá por tanto, adaptarse en la mayor medida posible al itinerario natural del peatón, evitando rodeos excesivos, rampas o escalones prolongados,

y medios hostiles (pasos inferiores estrechos y mal iluminados, carriles canalizados sin visibilidad, etc.) que disuadan al peatón de utilizar el itinerario.

En las vías rápidas o avenidas los volúmenes de peatones deben encontrarse totalmente separado de la sección transversal por tal motivo los itinerarios transversales son los que merecen especial atención a los problemas suscitados por el efecto de barrera. La experiencia demuestra que a la larga resulta más eficaz mantener el mayor número de pasos transversales sobre, debajo o por encima de la vía que concentrarlos en unos pocos y obligar a circulaciones de los volúmenes peatonales más largas.

En las vías arteriales además de lo indicado anteriormente los estudios del tránsito peatonal en sentido longitudinal son de suma importancia en la ubicación y dimensionamiento de aceras.

**2.10. METODOLOGÍAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO.-** Las metodologías que serán descritas a continuación fueron disposiciones que tomaron en cuenta los países industrializados con el fin de definir un marco de referencia metodológico para el tratamiento integral de la seguridad vial, identificando los lugares peligrosos y las medidas que puedan ser aplicadas para la mitigación y prevención de accidentes de tránsito.

**2.10.1. Experiencia internacional.-** Es de interés, recalcar lo mencionado en la primer conferencia del XVIII Congreso Mundial de la Ruta que tuvo lugar en Bruselas el año 1987, acerca de estadísticas de Seguridad Vial y Métodos para la Identificación, en donde en su punto 1.3.3 dice que el enfoque de “Black Spots” (puntos negros), esta visto por la mayoría de las autoridades viales como los candidatos para trabajos correctivos, y agrega que la identificación y tratamiento de estos puntos negros han producido muy altas tasas de retornos debido a que el costo de las mejoras son muy bajas.

Es propicio mencionar las experiencias de distintos países industrializados en el tratamiento de lugares peligrosos en su etapa inicial.

En Francia se empezaron a actuar en este tipo de estrategia a partir de 1972, donde se define como Punto Negro o Lugar Peligroso un tramo de 850 metros en el que a lo largo de un periodo de 5 años se han producido más de 10 accidentes de tránsito con más de 10 heridos graves. En su comienzo, los tramos eran de 500 metros, el costo medio de las mejoras fue de 450.000 dólares con una tasa interna de retorno del 31% . A partir de 1993,

se ha dejado el tratamiento de Lugares Peligrosos desde un punto de vista puntual pasando a ser considerados por itinerarios (del orden de 30 Km.).

En Australia a partir de 1989, se desarrolló un plan intensivo de puntos negros con un costo medio del orden de 60.000 dólares, este plan en conjunto con mediadas relativas al comportamiento de los conductores permitió alcanzar una reducción del 30% anual de muertos por accidentes de tránsito en el periodo 1989 – 1993.

Por su parte en Japón, a partir de 1988 se trazó un plan de tratamiento de Lugares Peligrosos que abarca una longitud de 8.300 Km. (5% de la red principal).

En Gran Bretaña, entre 1992 y 1993 se realizó un programa de Lugares Peligrosos con un costo medio de 50.000 dólares, produciéndose una reducción media por actuación de 1,7 acc./año con una tasa interna de retorno de 166%.

**2.10.2. Metodología española de lugares peligrosos.-** En España la identificación de lugares peligrosos o tramos de concentración de accidentes merece un tratamiento especial. Así en sus estudios de accidentalidad, su metodología ha variado en los últimos 17 años tres veces. Se distinguen tres periodos antes de 1990, antes de 1997, y a partir de 1998. Asimismo, se distingue dos tipos de lugares: tramos e intersecciones.

A continuación, se trata de la visión desde la Dirección General de Carreteras (DGC).

En 1989, la determinación de Lugares Peligrosos (LP) se hacía en base a tramos de 1 Km. Con 10 o más accidentes con víctimas y/o con un Índice de Peligrosidad (IP) mayor de 300, y en el caso de intersecciones con 3 o más accidentes con víctimas y un Coeficiente de Peligrosidad (CP) mayor de 50.

Hasta 1997, se distinguen dos tipos de LP o Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), según sea tramos de 1Km. o intersecciones. Dentro de los tramos se distinguen carreteras convencionales, de autovías y para cada tipo de vía por rango de Tránsito Promedio Diario Anual (TMDA). Se identifican dos criterios: uno en base al IP y otro en base al Número de accidentes medio anual. Se fijan valores críticos o d corte donde a partir de estos valores se lo considera como un TCA. Por ejemplo para el caso de carreteras convencionales y para un TMDA de menos 7.000 vpd el valor de corte o IP debe ser mayor o igual a 100.

A partir de 1998, se produce una revisión en la identificación de LP, en la que en principio, para que sea LP debe cumplir una condición básica que está en base a dos criterios

anteriormente considerados como lo son el IP y la suma de accidentes. Así mismo, además de cumplir la condición básica, debe cumplimentar una condición adicional. La condición adicional se cumple si se da al menos uno de los cuatro sub criterios según la serie histórica considerada sea de 2 o 5 años.

Los valores críticos dependen del tipo de vía y del TMDA, y del entorno o desarrollo al costado del camino. Por ejemplo, para el caso de carreteras convencionales y para TMDA entre 5.000 y 8.000 vpd el valor crítico de IP es de 187 y para rural 69.8.

Esta nueva metodología, a diferencia de la anterior por ejemplo en términos de IP define al menos 33 valores críticos o de corte primarios en lugar de los originales 6 para tramos.

Como se puede observar, la identificación de LP implica básicamente la identificación de lugares que tengan una experiencia accidentológica sensiblemente mayor que la media. Del análisis español, y más específicamente de la DGC se puede observar como con el correr del tiempo los valores de corte van bajando, esto es así debido a la regresión a la media.

Así mismo, también se puede ver que los países industrializados comenzaron sistemáticamente el ataque de LP en una fecha no muy anterior a que el concepto de LP se introdujera en Sudamérica mediante el Estudio de seguridad de tránsito.

**2.10.3. Metodología americana de lugares peligrosos.-** El NCHRP 162, fue preparado entre los años 1973 y 1974 y publicado en 1975, y se podría decir en la perspectiva del esfuerzo de los Estados Unidos en la mejora de la Seguridad Vial se sitúa en los comienzos; donde todavía no había un apoyo político suficiente y además relativa poca experiencia verdadera en la materia.

Esto se puede observar del primer párrafo del NCHRP 162, donde dice que si bien en 1996 se establece el Federal Highway Safety Act, en la mayoría de los casos las estructuras administrativas no estaban a la altura de las circunstancias.

El informe por tanto estaba compuesto de dos partes una en rigor a un Manual del Usuario para la evaluación de Mejoras de Seguridad Vial, de aquí en mas el Manual, y una primera parte que resumía todas las investigaciones y revisión de literatura que condujo a la elaboración del Manual. El objetivo de este Manual era entregar un texto-guía para aquellos especialistas que estaban desarrollando las políticas estatales.

Los cuatro métodos contenidos, en el Manual son: El Método del Número de Accidentes, El Método de la Tasa de Accidentes, El Método del Número-Tasa y El Método de Control de Calidad de la Tasa.

Estos cuatro métodos, siguen siendo de uso frecuente en Estados Unidos. A modo de ejemplo se puede citar que uno de los cursos incluidos en el Catálogo de Septiembre 1998-Agosto 1999 de la Universidad de Northwestern en el marco de los Programas de Educación Continua se lo denomina Identificación y Tratamiento de Lugares Peligrosos. En dicho curso, se observan el tratamiento de los cuatro métodos anteriores.

Es de interés rescatar el informe NCHRP 91 synthesis of Highway Practice denominado Highway Accident Analysis System de Julio 1982, en donde se hace un resumen de la práctica usual en las distintas agencias viales estatales de Estados Unidos.

**Descripción general de los Métodos.-** Los objetivos primordiales de los programas HRL (Hazardous Road Location) son los siguientes:

- Identificar lugares en los cuales haya tanto un elevado riesgo de pérdidas por accidentes como oportunidades de realizar mejoras para reducir dichos riesgos y que sean económicamente rentables.
- Identificar contramedidas alternativas y fijar prioridades entre los distintos lugares de modo de maximizar la tasa de retorno de las obras que sean aplicadas.

En el método del número de accidentes los lugares son ordenados en base a la cantidad de accidentes, o lo que es lo mismo a la frecuencia de accidentes.

Las principales virtudes de este enfoque es su simpleza y que intuitivamente tiene sentido. Si lo que se quiere es minimizar la cantidad de accidentes atacar los lugares con más accidentes parece lógico.

Al no tener en cuenta la exposición al riesgo, la aplicación de este método tenderá a poner la atención en aquellos lugares con más tránsito, toda vez que es lógico suponer que a mayor tránsito más cantidad de accidentes.

Por su parte el método de la tasa de accidentes, utiliza como estimador o indicador del nivel de seguridad vial a la tasa de accidentes definida como la relación entre la cantidad de accidentes y la exposición en términos esta última de VKMA (Vehículo-Kilómetro Anual).

En su versión original no hace mención de qué tipo de accidentes involucrar; esto es, si accidentes con víctimas, accidentes mortales, todos los accidentes. Sin embargo la práctica ha señalado a la tasa de accidentes con víctimas (incluye accidentes con heridos o muertos) como el mejor indicador desde el punto de vista de la maximación de los beneficios económicos.

El lugar en este método se lo identifica como peligroso cuando la tasa observada es mayor de dos veces la tasa media global del sistema. En su versión original se definen solo dos tasas medias globales una para sitios y otra para tramos.

El método de control de calidad de la tasa, tiene varias similitudes con el método de la tasa de accidentes, por ejemplo usa como estimador del nivel de seguridad vial a la tasa de accidentes. Sin embargo, la tasa crítica; es decir aquella tasa por encima del cual el lugar es considerado peligroso, se la define ya no como dos veces la tasa media global sino como de un análisis estadístico donde se supone que la distribución de accidentes sigue una distribución Poisson.

A diferencia de los métodos anteriores en su versión original divide la red en distintas categorías. Las categorías usualmente usadas son: Rural y Urbana y para cada zona en camino de dos carriles indivisos, multicarril dividida y autopista.

La tasa crítica depende de la tasa media global de la categoría de la carretera en estudio, de la constante K asociada al nivel de confianza, y de la exposición del lugar. Como se puede observar, en principio hay ocho tasas medias globales para tramos y otras ocho para sitios, y tantas tasas críticas como lugares pues depende de la exposición del lugar.

Los métodos que usan tasas como estimador presentan como ventaja que los lugares peligrosos obtenidos tienen algo significativamente inusual más allá del tránsito. Estos métodos tenderán a identificar lugares en carreteras de más bajo volumen de tránsito y que tienen menos accidentes y por tanto menor grado potencialidad de mejora.

El método número-tasa implica que simultáneamente para que un lugar sea considerado peligroso la experiencia accidentológica del lugar medida por la tasa y por el número de accidentes por unidad de longitud debe superar determinados valores críticos. Los valores críticos son dos veces los valores medios por categoría.

Este tipo de método presenta el atractivo de seleccionar lugares que tengan un alto riesgo en términos de accidentes por VKM (vehículo-kilómetro) y donde hay relativamente muchos accidentes.

El concepto de tasa media global, aludió en los métodos más arriba enunciados, surge de considerar al sistema (cito o tramo) como un solo y relacionar el total de accidentes el

VKMA total del sistema. Dentro de los sitios, se diferencia a las intersecciones de los puntos. En el caso de intersecciones la exposición se la calcula como la suma de los TMDA (Tránsito Promedio Diario Anual) que acceden a la intersección.

Dentro de las generalidades de los métodos surge como diferencia que mientras la tasa crítica del “Método de la Tasa de Accidentes” es constante para todos los tramos, en el “Método de Control de Calidad de la Tasa” la tasa crítica difiere para cada tramo.

Finalmente dentro de las generalidades y desde un punto de vista de la aplicación misma de los métodos, mientras que para tramos en el cálculo de la tasa media global se consideran todos los tramos donde haya o no haya accidentes; para el caso de sitios y se extiende a intersecciones se toman solo los sitios o intersecciones con accidentes.

**2.11. ÍNDICE DE PELIGROSIDAD O TASA DE ACCIDENTES.-** El índice de peligrosidad o tasa de accidentes es un indicador relativo que está definido como la relación entre la cantidad de eventos no deseados (accidentes de tránsito como ser colisiones, choques, atropellos, volcamientos, etc.) y una magnitud que trata de valorar la exposición al riesgo que en este caso es la población, así de esta manera este índice mide el riesgo salud, la unidad más frecuente es por cada 100.000 habitantes.

El índice de peligrosidad es un indicador basado en la relación que existe el número de accidentes que ocurren en una ciudad, región o país, y el número de habitantes de la unidad geográfica considerada expresada en centenares de millares, el cual es determinado por la siguiente ecuación:

$$I_p = \frac{N^o \text{ de Accidentes anual}}{N^o \text{ de Habitan tes}} \times 100.000$$

Este índice es útil para comparar los accidentes de tránsito en unidades geográficas con nivel socio-económico muy semejantes, ya que se basa en el número de personas expuestas a los accidentes pero no toma en consideración los vehículos que son los que provocan los accidentes y cuyo número varía con las diferencias sociales y económicas de la región.

Como surge claramente este índice está encargado de medir la probabilidad de que un habitante de la zona se vea involucrado, por ejemplo, en una muerte por accidentes de tránsito. Pero más aun mide el riesgo social.

## 2.12. MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA.-

La predicción de la población futura deberá estar fundamentada por los métodos de cálculo que para cada caso se describen en este subtítulo la descripción de estos métodos está centrada a poder contar con un procedimiento adecuado para la determinación de la población futura cuyo dato es necesario para el cálculo del índice de peligrosidad.

Los métodos a emplearse guardar relación con la importancia de la población de acuerdo a la magnitud de la misma.

La información necesaria para llevar a cabo estos métodos está referida a datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.) para que de esa manera se pueda obtener las poblaciones de referencia y los índices de crecimiento demográfico respectivos.

Para el mencionado cálculo de la población futura se podrá utilizar uno o varios de los métodos de crecimiento poblacional, según el tipo de población, dependiendo de las características socio – económicas de la población.

### a) Crecimiento Aritmético:

Dado por la fórmula:

$$P_f = P_o \left( 1 + i \times \frac{t}{100} \right)$$

### b) Crecimiento Geométrico:

Dado por la fórmula:

$$P_f = P_o \left( 1 + \frac{i}{100} \right)^t$$

### c) Método Wappaus:

Dado por la fórmula:

$$P_f = P_o \left( \frac{200 + i \times t}{200 - i \times t} \right)$$

d) **Método Exponencial:** Considera el uso de una ecuación exponencial dada por la siguiente expresión:

$$P_f = P_o \times e^{\frac{i \times t}{100}}$$

e) **Método Gráfico por Comparación:** Considera la comparación del crecimiento de una localidad al de otra de características similares.

En las expresiones indicadas anteriormente se tiene que:

$P_f$  = Población Futura (hab.)

$P_o$  = Población inicial de referencia (hab.)

$t$  = Cantidad de años a partir del año dato para la población inicial (años)

$i$  = Índice de Crecimiento Poblacional Anual (%)

El proyectista, podrá de acuerdo a las condiciones particulares de la localidad adoptar uno de los métodos recomendados o usar otro criterio siempre que lo justifique técnicamente.

De acuerdo a la magnitud e importancia de la población, se deben diferenciar claramente las áreas de expansión futura, áreas industriales, áreas comerciales, áreas verdes, etc. Así mismo las áreas de la población deben ser diferenciadas por densidades de población.

En el área rural se deben diferenciar las áreas de nucleamiento y las áreas de población dispersa.

Una vez calculada la población según los métodos descritos deberá ser determinada y ajustada de acuerdo a las siguientes consideraciones:

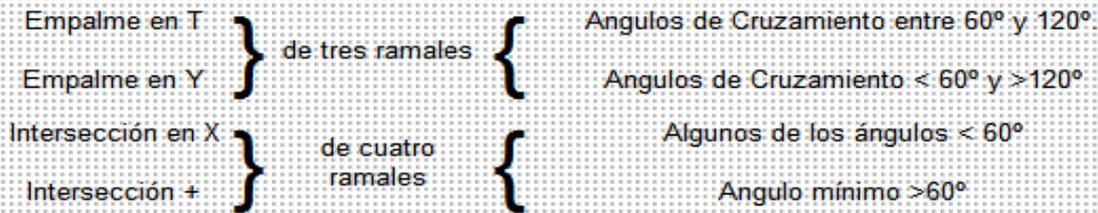
- Población estable
- Población Flotante, Se refiere a la población ocasional que signifique un aumento notable y distinta de la población natural o vegetativa.
- Población Migratoria, Que depende de las condiciones de planificación sectorial en relación con los recursos naturales, humanos o económicos de cada localidad.



### 3.1. MANUAL PARA EL DISEÑO DE ROTONDAS.-

Una Intersección se clasifica principalmente en base a su composición (número de ramales que convergen a ella), topografía, definición de tránsito y el tipo de servicio requerido o impuesto.

Tipos básicos de Intersección de acuerdo a esto, son:



Intersección en estrella - de más de cuatro ramales.

Rotondas o Intersecciones Rotatorias.

Cada uno de estos tipos básicos puede variar considerablemente en forma, desarrollo o grado de canalización. **Figura 501.01g.**

**TABLA 501.01g**  
**ÁNGULO  $\theta$  DE INCIDENCIA DE CARRIL DE DECELERACIÓN SEGÚN  $V_c$**

$V_c$ (Km/h)	< 60	60	70	80	90	100	110	120
$\theta$ (°)	11.0	9.0	7.5	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5

LC es el largo de la cuña o zona de transición ( $AB \cong AB'$  en la figura), que depende de la Velocidad de Diseño de la Carretera y cuyos valores son los que aparecen en la **Tabla 501.02g.**

**TABLA 501.02g**  
 **$L_c$  según  $V_c$**

$V_c$ (Km/h)	50	60	70	80	90	100	110	120
$L_c$ (m)	50	55	60	70	80	85	90	100

Para fines del cálculo de la longitud de deceleración  $L_D$ , se supone que al final de la zona de cuña ( $BB'$ ), el vehículo que usa este dispositivo de cambio de velocidad ha disminuido la suya hasta una fracción de  $V_c$  ( $F_v$ ), que aparece en función de la misma  $V_c$  en la **Tabla 501.03g.**

**TABLA 501.03g**  
 **$F_v$  según  $V_c$**

$V_c$ (Km/h)	50	60	70	80	90	100	110	120
$F_v$	0.70	0.68	0.66	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60

$L_D$  se calcula a partir de la expresión:

$$LD = \frac{(F_v \times V_c)^2 - V_r^2}{26(d - i/10)}$$

$F_v$  es la fracción de la **Tabla 501.03g**,  $V_c$  y  $V_r$  son las velocidades de diseño (Km/h) de carretera y ramal, respectivamente;  $d$  es el valor de la deceleración media, que en este caso se hace igual a 2 m/seg<sup>2</sup> e  $i$  es la inclinación del carril en % (positiva de subida y negativa de bajada).

#### 501.09.05 Ancho del Separador y Tipo de Maniobra Asociada al Giro en U.

La posibilidad de efectuar las maniobras descritas, con un trazado mínimo de los previstos en la **Figura 501.11**, puede resumirse como sigue:

**TABLA 501.04g**  
**ANCHO DE SEPARADOR SEGÚN TIPO DE MANIOBRA**

Ancho del separador	Tipo de maniobra posible en una carretera dividida, de cuatro carriles:	Permite refugiarse mientras se espera en el separador para:
18	Permite a todos los vehículos girar en U, prácticamente de carril interior a carril interior opuesta.	Todos los vehículos
12	Permite a los automóviles VL, girar en U de carril interior a carril interior, y a algunos camiones de carril exterior a carril exterior; los grandes camiones ocupan parcialmente la berma.	VL y VP
9	Permite a los automóviles girar de carril interior a carril exterior, y a los camiones con utilización de ambas bermas.	VL y VP
6	Permite a los automóviles girar de carril exterior a carril exterior o de carril interior a la berma. Es imposible el giro de camiones.	VL

En la **Tabla 501.05g** se detallan los valores convenientes, mínimos deseables, de la velocidad de diseño de las rotondas.

**Tabla 501.05g  
VELOCIDAD DE DISEÑO PARA TRAZADO DE ROTONDAS**

Velocidad de Diseño de los Accesos (Kph)	Velocidad Media de Operación de los Accesos (Kph)	Velocidad de Diseño de la Rotonda (Kph)	
		Mínima	Deseable
50	43	30	45
65	45	45	55
80 ó más	65 a 80	50	65

Para velocidades de diseño mayores de 80 Kph, en los accesos, la recomendada para la rotonda es relativamente baja, ya que es necesario conservar su trazado dentro de ciertos límites prácticos.

La inclinación de la rasante a través de la rotonda debe ser lo más cercana posible a la horizontal, con objeto de proporcionar a los conductores facilidad de maniobra, sin encontrarse afectados por una reducción de velocidad a causa de cambios bruscos de rasante. El valor máximo debe limitarse a  $\pm 3\%$ .

**TABLA 501.06g  
DIFERENCIA MÁXIMA DEL PERALTE ENTRE LOS RAMALES DE GIROS OPUESTOS**

Velocidad de Diseño de la Rotonda (Kph)	Máxima diferencia algebraica del porcentaje en la línea de Coronación. %
30	7 a 8
40 a 50	6 a 7
55 a 65	5 a 6

El inferior de los valores puede usarse cuando exista tránsito de grandes camiones o, por otra parte, cuando el empleo de pavimentos rígidos limite la línea de coronación teórica. Los valores altos pueden usarse para vehículos ligeros o cuando el empleo de pavimentos flexibles permita obtener secciones transversales con las aristas de coronación redondeadas.

**3.1.1. Especificaciones.-** Para el diseño de intersecciones giratorias o rotondas, en todo lo que no se contemple en esta Instrucción, se atenderá a lo dispuesto en "Diseño de

rotondas en carreteras urbanas “en Hoz, Carlos de la; Pozueta, Julio, 1995, de la Comunidad de Madrid.



Fig. 3.1.1. Geometría de una rotonda  
Fuente: Hoz, Carlos de la; Pozueta, Julio, 1995

- **Islote central**

Se recomiendan islotes centrales de forma circular o elipsoidal, con excentricidad entre  $3/4$  y  $1$ , de diámetros comprendidos entre los 15 y los 30 metros.

En caso de disponerse bordillos en torno a la calzada anular, se recomienda que sean de tipo montable y se sitúen, al menos, a un metro de la línea blanca de delimitación de dicha calzada.

Para mini rotondas, se recomiendan diámetros del islote central en torno a los cuatro (4) metros. El islote debe construirse abombado, con materiales diferentes a los del resto de la calzada y no debe llevar bordillos, señales, ni ningún tipo de obstáculo físico.

- **Anchura de la calzada anular**

En general, el número de carriles de la calzada anular no deberá superar a los de la entrada más amplia. La anchura de los carriles deberá incorporar los sobrecanchos correspondientes a su radio de giro. A título indicativo pueden establecerse un mínimo de

cinco (5) metros de anchura, para calzadas anulares de un solo carril y radios de islote medios (8-20 m), y ocho-nueve (8-9) metros para calzadas de dos carriles.

- **Peralte**

En la calzada anular, se recomiendan peraltes hacia el exterior, de hasta un 3% de pendiente, que permitan recoger las aguas de lluvia en el perímetro exterior y hagan más visible la rotonda.

- **Ángulos de las vías y los ramales de entrada**

A efectos de mejorar su percepción, se recomienda que todos los ejes de las vías confluyentes en una rotonda pasen por el centro del islote central.

La prolongación de los ejes de los carriles de entrada a una rotonda debe, obligatoriamente, cortar a la circunferencia exterior del islote central, a efectos de que los conductores se vean obligados a cambiar la trayectoria de entrada, con la consiguiente reducción de velocidad (deben evitarse entradas tangenciales, que animan a mantener e incluso aumentar la velocidad).

Se recomienda que los ejes de los carriles de entrada a la glorieta formen un ángulo entre 20° y 60° con la tangente a la calzada circular en el punto en que la cruzan, para evitar velocidades excesivas de entrada o ángulos próximos al normal con los vehículos que circulan por el anillo.

- **Capacidad**

La capacidad de las rotondas no depende exclusivamente de su geometría, sino, también, de la proporción de tráfico en cada entrada (tráfico de entrada, de salida y el denominado tráfico molesto) y debe calcularse para cada uno de los ramales de acceso.

Para el cálculo de la capacidad de cada entrada, el proyectista podrá utilizar cualquiera de los procedimientos contrastados disponibles.

Entre ellos, puede utilizarse, para el caso de entrada y calzada anular de un único carril, la fórmula del CETUR, 1989:

$$Q_e = 1.500 - 5/6 (Q_c + 0,2Q_s)$$

Donde:

$Q_e$  = es la capacidad de una entrada en vehículos/hora

$Q_c$  = es el tráfico que circula por la calzada anular enfrente de la entrada (tráfico molesto), en vehículos/hora

$Q_s$  = es el tráfico que sale por el mismo brazo, en vehículos/hora.

Para el caso de rotondas que no cumplan las especificaciones de un solo carril en la entrada y en el anillo, deben realizarse las siguientes correcciones:

En rotondas de diámetro amplio (más de 30 metros), una anchura de la calzada anular de 8 metros permite la doble circulación. En esos casos, debe utilizarse un tráfico molesto del 70% del estimado, es decir, multiplicarlo por 0,7.

En rotondas urbanas de pequeño diámetro (10-30 metros), se considera que una anchura media de la calzada anular de 8 metros no permite la doble circulación, pero si las entradas en doble circulación con salida inmediata a la derecha. En estos casos, el tráfico molesto estimado debe multiplicarse por 0,9.

En entradas con dos carriles, la capacidad debe considerarse un 40% mayor, por lo que el resultado de la fórmula debe multiplicarse por 1.4

Comunidad de Madrid, o en otros manuales publicados.

El cálculo de la capacidad de las entradas a rotondas, y particularmente el de la longitud de colas previsible, es especialmente importante en aquellas en las que confluyen las rampas de salida de autopistas o autovías (normalmente, del tipo desniveladas o dobles), cuyo funcionamiento pudiera verse afectado por la prolongación de las filas de vehículos en espera de entrada a la rotonda. En esos casos, debe asegurarse, mediante una adecuada longitud de la rampa de conexión de la autopista a la rotonda.

- **Visibilidad**

La reducción de la velocidad que consiguen las rotondas en la circulación se produce, en gran medida, por la percepción que tienen los conductores de la existencia de un obstáculo en su camino (el islote central de la rotonda), que les obliga a frenar, para desviar su trayectoria y rodearlo. Es decir, las rotondas, en tanto que reductores de la velocidad, actúan básicamente por la percepción visual del obstáculo que suponen al tráfico. De ahí, la importancia que tiene en las rotondas una buena visibilidad en sus accesos.

- **Ámbito de aplicación**

Las rotondas, con la pérdida de prioridad que imponen a todas las vías que en ellas confluyen, son intersecciones muy adecuadas para marcar cambios en el régimen de circulación. En particular resultan muy útiles:

Para realizar la transición del régimen de circulación continuo de campo abierto, al régimen urbano.

Para conformar el punto de entrada a un núcleo urbano o a un área, sea ésta residencial, industrial o comercial.

Como reductores de velocidad, en general.

Funcionan adecuadamente con muy diversas configuraciones (3, 4, 5 o más ramales), ángulos de entrada (resuelven ángulos de encuentro de todo tipo) y localizaciones (a nivel, elevadas, etc.).

Las rotondas experimentan problemas de funcionamiento y, en particular, de seguridad, con una presencia significativa de peatones, cuyos recorridos penalizan. Asimismo, se les considera peligrosas para los ciclistas. Por ello, los pasos de peatones y ciclistas por las rotondas deben estudiarse con especial atención.

No se adaptan bien al régimen del tráfico semaforizado, es decir a la llegada de "emboladas" de vehículos.

Resultan de muy difícil compatibilidad con las plataformas reservadas al transporte público o con los carriles de funcionamiento reversible.

Las rotondas a distinto nivel son de utilidad para resolver las intersecciones de autovías o autopistas con vías de la red principal y locales colectoras, en secciones constreñidas, particularmente, cuando van en desmonte o elevadas.

Las intersecciones anulares, aunque exigen complejos sistemas de prioridad, se han mostrado eficaces en intersecciones con fuertes intensidades de circulación, aumentando la capacidad de las rotondas previamente existentes.

### **3.1.2. Instrucciones básicas**

La prolongación de los ejes de los carriles de entrada a una rotonda debe, obligatoriamente, cortar a la circunferencia exterior del islote central

Para el diseño de intersecciones giratorias o rotondas, en todo lo que no se contemple en esta Instrucción, se atenderá a lo dispuesto en "Diseño de rotondas en carreteras urbanas", Hoz, Carlos de la; Pozueta, Julio, 1995 de la Comunidad de Madrid.

### **3.1.3. Instrucciones complementarias**

Disponer islotes centrales de forma circular, o elipsoidales con excentricidad entre 3/4 y 1, de diámetros comprendidos entre los quince (15) y los treinta (30) metros. El número de carriles de la calzada anular no deberá superar a los de la entrada más amplia. La anchura de los carriles deberá incorporar los sobre anchos correspondientes a su radio de giro.

Para mini rotondas, se recomiendan diámetros del islote central en torno a los cuatro (4) metros. El islote debe construirse abombado, con materiales diferentes a los del resto de la calzada y no debe llevar bordillos, señales, ni ningún tipo de obstáculo físico. La anchura recomendable de la calzada anular es de cinco (5) a ocho (8) metros.

Se recomiendan peraltes hacia el exterior, de hasta un 3% de pendiente, que permitan recoger las aguas de lluvia en el perímetro exterior y hagan más visible la rotonda.

**3.2.- CARACTERÍSTICAS DE LAS ROTONDAS.-** Una rotonda es una intersección de tipo circular con control de acceso del tránsito que ingresa a ella, con islas en las aproximaciones y curvaturas apropiadas en la vía para reducir la velocidad de los vehículos.

**3.2.1.- Geometría.-** Es importante remarcar la diversidad de las tipologías de rotondas que se dan en el medio urbano, lo que se traduce en la imposibilidad de dictar una normativa específica que tenga en cuenta toda la causas que abarca la elección de un determinado diseño y se recomienda que sea el proyectista, en cada caso, quien decida qué características deberá tener la nueva rotonda, siempre atendiendo a los condicionantes del lugar y a las necesidades específicas que debe resolver la nueva intersección.

**3.3. CLASIFICACIÓN DE LAS ROTONDAS.-** Se pueden establecer numerosísimas clasificaciones distintas en función del aspecto de la rotonda que se desee destacar, se enumeran unas cuantas:

#### **3.3.1. Según su geometría:**

- **Rotondas circulares.-** Son la gran mayoría de las rotondas. El islote central es un círculo y la calzada anular tiene una anchura constante, ello facilita la comprensión de la intersección por parte de los usuarios además de mejorar la

circulación por la calzada anular (se puede mantener la trayectoria circular sin mover el volante de una posición de giro fija).

- **Rotondas ovales o elípticas.**- Son aquellas que por diferentes motivos no pueden seguir una planta circular. Se recomienda que sean elipsoidales y que su excentricidad esté entre  $\frac{3}{4}$  y 1.
- **Rotondas partidas.**- Son un tipo especial de intersección que se utiliza sobre todo entre vías con intensidades de tráfico muy diferentes. No se pueden considerar como rotondas ya que su funcionamiento es completamente diferente al de éstas, en realidad se asemejan más a una intersección convencional. A nivel geométrico la intersección es muy similar a una rotonda salvo por que la calzada de la carretera o vía principal atraviesa el islote central, partiéndolo en dos mitades.

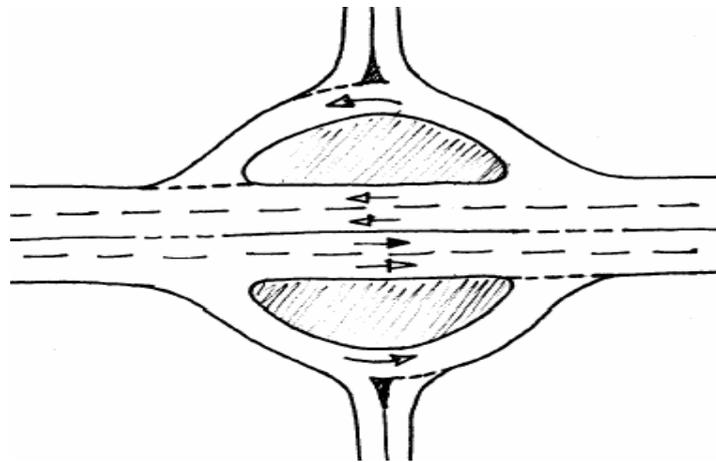


Fig. 3.3.1. Rotonda partida.

- **Rotondas dobles.**- Se utilizan cuando las vías que confluyen en la intersección están demasiado separadas o bien hay un obstáculo entre ellas (como un río, unas vías de ferrocarril o una carretera, por ejemplo).



Fig. 3.3.1a. Dos ejemplos de rotondas dobles.

### 3.3.2. Según los diámetros exterior e interior:

- **Rotondas grandes.**- Son aquellas de diámetro interior muy superior a los 20 metros y diámetro exterior de más de 40 metros. En general son rotondas

concebidas para funcionar según el principio del trenzado y que posteriormente han sido convertidas en rotondas modernas.

- **Rotondas compactas.-** Son el tipo de rotondas más utilizadas, su diámetro interior oscila entre los 4 y los 20 metros, mientras que el diámetro exterior no suele ser menor que 24 metros ni exceder de los 40.
- **Mini-rotondas.-** Su uso se da mayoritariamente en zonas fuertemente urbanizadas con edificaciones consolidadas, en las que el espacio disponible escasea. A menudo se utilizan para sustituir una intersección convencional.

Tienen un diámetro interior inferior a 4 metros y un diámetro exterior que no es mayor de 24 metros (comúnmente el diámetro de este tipo de rotondas oscila en torno a los 20 metros). Su islote central puede ser semi o completamente franqueable.

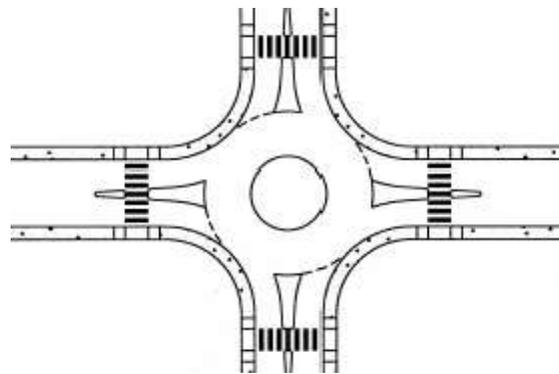


Fig. 3.3.2. Típica mini-rotonda.

A pesar de su reducido diámetro tienen una capacidad respetable, por el contrario exigen velocidades de circulación reducidas y suelen presentar dificultades para la maniobrabilidad de los vehículos largos a no ser que cuenten con una calzada anular muy amplia.

### 3.4. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS ROTONDAS.-

CRITERIO	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Seguridad	El nivel medio de seguridad es más alto que en una intersección convencional	En una rotonda de nueva implantación se pueden producir algunos accidentes motivados por la confusión de los conductores que no estén familiarizados con este tipo de intersecciones.
	La moderación de las velocidades contribuye a esta mayor seguridad	
	La integración del tráfico secundario al principal se realiza con más seguridad.	
	Reducción del número y de la gravedad de los accidentes respecto las intersecciones convencionales	Aumento relativo de las colisiones por detrás

Accidentes	Daños materiales menos importantes	Aumento relativo de los accidentes por trayectorias convergentes
	Se evitan colisiones a 90°	
	No permiten el giro a la izquierda, que suele protagonizar los accidentes de consecuencias más graves	
	Reducción de los puntos de conflicto en la intersección	
	Permite alejar los puntos de conflicto	
Eficacia	En general reducen el tiempo medio de espera	En general no son eficaces cuando las diferencias entre el tráfico principal y el secundario son mayores a un orden de magnitud
	Buena fluidez del tráfico en condiciones normales y con diferencias de tráfico no superiores a un orden de magnitud.	
	Facilitan los intercambios y giros sin que la fluidez del tráfico se resienta.	Pierden mucha eficacia cuando se hallan cerca de su máxima capacidad
	Son el único tipo de intersección que soluciona satisfactoriamente el cruce de más de cuatro ramas.	
Circulación	Se pueden realizar giros de 180°	Menor confort de los usuarios: pérdida de prioridad, deflexión de las trayectorias, reducción de la velocidad...
	Permiten corregir errores en la toma de decisiones sobre el itinerario	
	Facilitan (en la mayoría de casos los giros de los vehículos más largos.	
Tráfico	Capacidad de autorregulación	No permiten una gestión voluntaria del tráfico
	Su elevada capacidad permite disponer de una reserva para acomodar puntas de demanda, y evitar en muchos casos el recurso a la ordenación por semáforos	
	Pueden utilizarse como una medida para “calmar” el tráfico.	
Peatones	Mayor seguridad en vías de doble sentido gracias al refugio que proporcionan las isletas deflectoras.	Aumento de la longitud de sus itinerarios
		Los cruces por zonas no destinadas a los peatones son más peligrosos
		Perdida de atención por parte de los conductores
		Los vehículos no suelen detenerse en los pasos de peatones lo que provoca un sentimiento de inseguridad por parte de los peatones

		Dificultades para las personas con problemas de visión
Ciclistas		Aumento de la longitud de sus itinerarios
		Perdida de atención por parte de los conductores
		Sentimiento de inseguridad por parte de los ciclistas
		A menudo, los ciclistas se comportan de manera indebida en la calzada anular, lo que aumenta el riesgo de accidente.
Estructuración del espacio	Mejora de la estructuración y puesta en valor del espacio circundante	Pérdida de la jerarquía de las vías más importantes.
	Posibilidad de introducir un cambio en el carácter de las vías que llegan.	En función del caso pueden ocupar un espacio ligeramente mayor que una intersección convencional.
Medioambiente	Disminución de la contaminación acústica	Mayor ocupación de suelo.
	Menor polución por emisión de gases	
	Posibilidad de tratamiento paisajístico	
	Menor impacto visual	
	Disminución del consumo de combustible	
Costos	En función del tamaño pueden ser más baratas que las intersecciones normales.	En función del tamaño pueden ser más caras que las intersecciones normales.
	Menos costes de mantenimiento	Mayor repercusión del coste del terreno

**3.5. SEÑALIZACIÓN.-** Es importante conocer y diferenciar los tipos de señales colocadas sobre la vía. Muchos conductores tienen deficiencias visuales, como la miopía nocturna (visión nocturna de cerca solamente), motivo por el cual quien maneja tarda en identificar las señales de tránsito y por consiguiente en detectar el peligro.

Es recomendable hacerse exámenes visuales con frecuencia para determinar la capacidad de visión.

Los exámenes sicosensométricos también miden la recuperación de los ojos al encandilamiento en la conducción nocturna.

### 3.5.1. Señales verticales:

#### 3.5.1.1. Señales reguladoras.-

#### Señales relativas al derecho de paso.

Orden e imagen de las señales	Significado
 Señal: Pare. (R-1)	Indica a los conductores que deberán efectuar la detención de su vehículo.
 Señal: Ceda el paso. (R-2)	Indica al conductor que ingresa a una vía preferencial, ceder el paso a los vehículos que circulan por dicha vía.

#### Señales prohibitivas o restrictivas.



Señal: Siga de frente. (R-3)

Indica a los conductores de los vehículos que el único sentido de desplazamiento será el de continuar de frente.



Señal: Prohibido seguir de frente, dirección prohibida. (R-4)

Indica que no está permitida la circulación en la dirección señalada por la flecha. Prohíbe el paso de vehículos en la misma dirección que el conductor ha venido siguiendo.

### Señales prohibitivas y restrictivas.



Señal: Velocidad máxima. (R-30)

Indica la velocidad máxima permitida a la cual podrán circular los vehículos.



Señal: Solo buses. (R-34)

Se utiliza para indicar las vías o carriles establecidos para uso exclusivo de vehículos de transporte público de pasajeros. La señal debe complementarse con marcas en el pavimento con inscripciones: "SOLO BUSES".

### Sentido de circulación.

 <p>Señal: Sentido del tránsito. (R-14A)</p>	<p>Indica al conductor el sentido de circulación en una determinada vía.</p>
 <p>Señal: Doble sentido de tránsito. (R-14B)</p>	<p>Indica al conductor el cambio de una vía de uno a dos sentidos de circulación.</p>

### 3.5.1.2. Señales preventivas.-

#### Señales de prevención.

Orden e imagen de las señales	Significado
  <p>Señal: Curva y contracurva (derecha a izquierda). (P-4A) (izquierda a derecha). (P-4B)</p>	<p>(P- 4A) Indica la presencia de dos curvas de sentido contrario para el lado derecho de la pista.</p> <p>(P-4B) Indica la presencia de dos curvas de sentido contrario para el lado izquierdo de la pista.</p>
 <p>Señal: Camino sinuoso. (P-5-1)</p>	<p>Indica una sucesión de tres o más curvas, evitando la repetición frecuente de señales de curva. Por lo tanto, se deben tomar precauciones.</p>

 <p>Señal: Curva en U a la derecha. (P-5-2A) Señal: Curva en U a la izquierda. (P-5-2B)</p>	<p>(P-5-2A) Previene la presencia de una curva para el lado derecho de la pista, cuyas características geométricas la hacen sumamente pronunciada.</p> <p>(P-5-2B) Previene la presencia de una curva para el lado izquierdo de la pista.</p>
 <p>Señal: Intersección rotatoria. (P-15)</p>	<p>Esta señal se utiliza para advertir al conductor la proximidad de una intersección rotatoria (óvalo o rotonda).</p>
 <p>Señal: Reducción de la calzada. (P-17)</p>	<p>Advierte la proximidad a una reducción en el ancho de la pista, conservando el mismo eje y la circulación en ambos sentidos.</p>
 <p>Señal: Ensanche de la calzada. (P-21)</p>	<p>Advierte la proximidad a un ensanchamiento de la pista, conservando el mismo eje y la circulación en ambos sentidos.</p>



Señal: Doble circulación. (P-25)

Advierte la proximidad de un tramo de camino con circulación en ambos sentidos.



Señal: Fin de pavimento. (P-31)

Previene al conductor del cambio de las características físicas de la superficie de rodadura de la vía.



Señal: Calzada ondulada. (P-32)

Indica la proximidad de un tramo de vía que por las irregularidades en su superficie de rodadura lo hace peligroso.



Señal: Resalto (ojiva o rompemuella). (P-33)

Advierte al conductor la proximidad de un resalto perpendicular al eje de la vía, que hace necesario bajar la velocidad.  
Esta señal debe removerse cuando cesen las condiciones que obligaron a instalarla.



Señal: Badén. (P-34)

Advierte al conductor de la proximidad de un badén.



Señal: Pendiente pronunciada. (P-35)

Indica al conductor la proximidad de un tramo de pendiente pronunciada, sea de subida o bajada.



Señal: Aeropuerto. (P-45)

Advierte a los conductores la existencia de vuelo de aviones a baja altura, debido a la proximidad de un aeropuerto.



Señal: Ciclovía. (P-46)

Señala la proximidad a un tramo de vía utilizado frecuente o exclusivamente para bicicletas. Para indicar la proximidad del cruce de una ciclovía, debe colocarse debajo de una placa adicional la leyenda "CRUCE CICLOVÍA".



Señal: Obras (hombres trabajando). (P-47)

Indica al conductor la proximidad de obras en ejecución en la vía.



Señal: Cruce de peatones. (P-48)

Advierte la proximidad de cruces peatonales, que se delimitarán mediante marcas en el pavimento.



Señal: Zona escolar. (P-49)

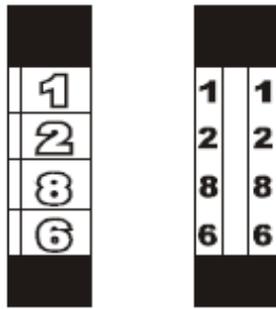
Indica al conductor la proximidad de una zona escolar o de un cruce escolar.



Señal: Niños. (P-50)

Indica al conductor la proximidad de niños como el caso de parques y jardines.

<p>Señal: Proximidad de un semáforo. (P-55)</p>	<p>Advierte al conductor la proximidad de una intersección aislada controlada por un semáforo.</p>
<p>Señal: Zona urbana. (P-56)</p>	<p>Advierte al conductor de la proximidad de un poblado, con el objetivo de que adopte las debidas precauciones.</p>
<p>Señal: Peligro. (P-57)</p>	<p>Se empleará transitoriamente para advertir la proximidad de un tramo, en el que puede presentarse un riesgo no especificado.</p> <p>Debe retirarse cuando cesen las condiciones que obligaron a instalarla.</p>
<p>Señal: Chevron. (P-61)</p>	<p>Se utilizará como auxiliar en la delineación de curvas pronunciadas y deben ser colocadas solas o detrás de los guardavías.</p>



Señal: Poste de kilometraje.  
(1-8)

Indica la distancia desde el punto de origen de la vía.

### Señales de dirección.



I-9



I-10



I-11



I-12

Señales: Auxiliares de advertencia. (9 al 12)

Son señales que advierten la modificación de la trayectoria de los vehículos para proseguir su itinerario en relación a la ruta seguida.

Por ejemplo, para salir de una carretera hacia una localidad o un lugar determinado.

 <p><b>I-13</b></p>	 <p><b>I-14</b></p>	<p>Indican el lugar donde debe efectuarse la maniobra necesaria para proseguir por la ruta elegida, representa la confirmación del itinerario a seguir con la ruta seleccionada.</p>
 <p><b>I-15</b></p>	 <p><b>I-16</b></p>	<p>La señal I-13, se usará también como señal auxiliar de advertencia cuando la ruta continúe en la misma dirección.</p>
 <p><b>I-17</b></p> <p>Señales: Auxiliares de posición. (I-13, I-14, I-15, I-16, I-17)</p>		<p>Las señales I-17 (cruce) se utilizarán tanto como señales de advertencia como de posición a fin de informar al usuario el cruce de rutas.</p>

#### Señales de localización.

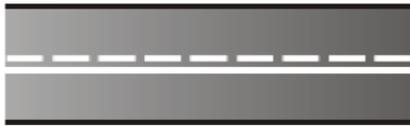
 <p>Señal: Área para estacionamiento. (I-19)</p>	<p>Se utiliza para informar al conductor de la localización de áreas donde puede estacionar su vehículo.</p>
 <p>Señal: Paradero de ómnibus. (I-20)</p>	<p>Se utiliza para indicar los paraderos del servicio de transporte público de pasajeros. A esta señal se le puede adicionar una placa complementaria indicando las líneas de transporte público que utilizan el paradero.</p>

 <p>Señal: Taxi. (I-21)</p>	<p>Se utiliza para indicar la dirección o distancia en que se encuentra una estación de taxis.</p>
 <p>Señal: Ciclovía. (I-22)</p>	<p>Se utiliza para indicar la dirección o distancia en la que se encuentra una ciclovía.</p>

### 3.5.2. Señales horizontales:

#### Señales horizontales.

Orden e imagen de las señales	Significado
 <p>Línea central continua.</p>	<p>Indica división de carriles opuestos y a la vez prohíbe la maniobra de sobrepasar a otro vehículo.</p>
 <p>Línea central discontinua.</p>	<p>Indica división de carriles. Se permite sobrepasar si hay suficiente visibilidad y el carril opuesto se encuentra desocupado en un espacio suficiente que permita una maniobra con seguridad.</p>



Línea continua y otra discontinua juntas al centro.

Indica que se permite sobrepasar a los vehículos que se mueven por el lado de la línea discontinua.



La doble línea continua.

Establece una barrera imaginaria que separe las corrientes de tránsito en ambos sentidos. Prohíbe sobrepasar la línea a los vehículos que circulan por ambos sentidos.



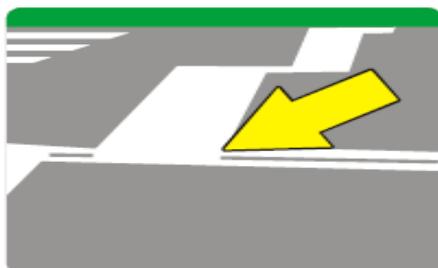
Línea de carril.

Separan los carriles de circulación para los vehículos que transitan en la misma dirección.



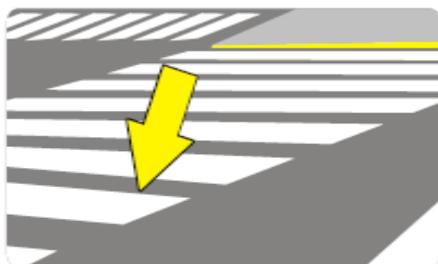
Líneas de borde de pavimento.

Demarcan el borde del pavimento a fin de facilitar la conducción del vehículo, especialmente durante la noche y en zonas de condiciones climáticas severas.



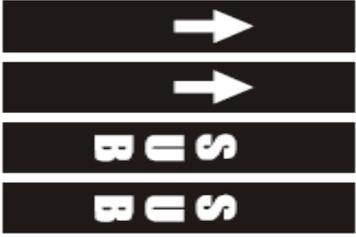
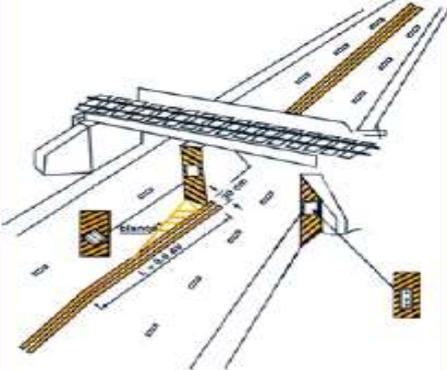
Líneas de pare.

Tanto en zonas urbanas como rurales, indican al conductor, la localización exacta de la línea de parada del vehículo.



Líneas de paso peatonal.

Tanto en las áreas urbanas como rurales, indican al peatón por dónde debe cruzar la pista.

 <p>Demarcadores de palabras y símbolos.</p>	<p>Se usan para guiar, advertir y regular el tránsito automotor. Los mensajes son concisos, nunca más de tres palabras.</p>
 <p>Demarcaciones al borde de la acera o vereda para restringir estacionamiento.</p>	<p>Indica la prohibición de estacionamiento a toda hora junto a la vereda; corresponde a la denominada zona rígida.</p>
 <p>Demarcación de bordes de acera e islas.</p>	<p>Son obstrucciones físicas en la vía o cerca de ella y que constituyen un peligro para el tránsito. Son las obstrucciones típicas en los puentes peatonales, monumentos, islas de tránsito, soportes de señales que se encuentran encima de la vía, pilares y refuerzos de pasos a diferentes niveles, postes, árboles y rocas.</p>

**3.5.3. Semaforización.-** Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos motorizados y no motorizados y peatones en las vías, asignando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad electrónica de control.

El semáforo es un dispositivo útil para el control del tránsito y la seguridad de los usuarios del sistema de movilidad. Debido a la asignación, prefijada o determinada por el tránsito, del derecho de vía para los diferentes movimientos en intersecciones y otros sitios de las

vías, el semáforo ejerce gran influencia sobre el flujo del tránsito. Por lo tanto, es de vital importancia que la selección del punto de instalación del control semafórico, sea precedida de un estudio puntual y zonal de las condiciones del tránsito.

### 3.5.3.1. Caracterización de los colores del semáforo:

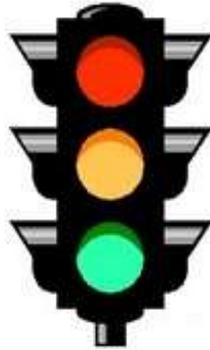


Fig. 3.5.3.1. Semáforo vehicular

- **VERDE FIJO:** Significa vía libre.
- **AMARILLO:** Indica atención para un cambio de luces o señales y para que el cruce sea desalojado por los vehículos que se encuentren en él.
- **ROJO FIJO:** Indica “detenerse”.

### 3.5.3.2. Clasificación de los Semáforos:

- **Vehicular o para control de vehículos:** Tiene por objeto controlar y regular el tránsito de vehículos en las intersecciones. Está compuesto por tres (3) faros circulares: rojo, amarillo y verde.
- **Semáforos direccionales:** Informa el momento adecuado para realizar el giro, a la derecha o a la izquierda, constan de tres (3) flechas: roja, amarilla y verde.
- **Peatonal:** Tienen por objeto controlar y regular el paso de peatones

### 3.5.3.3. Semáforos especiales:

- **Semáforo intermitente o de destello:** Es aquel de color amarillo que ilumina de forma intermitentemente, y se encuentra en lugares donde el tránsito o las condiciones físicas locales no justifican la operación de un semáforo para el control del tránsito de vehículos y sirve, además, según lo muestra la experiencia

para llamar la atención de los conductores en ciertos sitios en los que exista peligro.

- **Semáforo activado por el tránsito:** Es un tipo de semáforo, en el cual la duración de las luces roja y verde y tiempo del ciclo varían en relación con las necesidades de tránsito, según lo registren los detectores de vehículos o peatones.

#### **3.5.4. Tipos de control en un semáforo:**

- **Tiempos fijos.-** La regulación de los semáforos siguiendo un esquema de tiempos fijos es la más sencilla de todos los tipos de regulación. En este tipo de semaforización, se programan los semáforos para un tráfico medio, y los tiempos de verde asignados a cada uno únicamente se pueden variar si se reprograma el sistema. De esta manera, no se pueden adaptar los tiempos a la intensidad de tráfico en cada instante, y no se puede reaccionar ante congestiones.
- **Tiempos variables por reloj.-** Los tiempos variables por reloj son un tipo de regulación de los semáforos que es algo más avanzado que los Tiempos fijos. La variación de los tiempos de verde se realiza conforme a las horas del día y los días de la semana, adaptándose mejor a las condiciones del tráfico. Con el fin de que sea eficaz, es necesario que se tenga un conocimiento de las condiciones de la circulación en los diferentes espacios temporales previo a la programación de los semáforos, sin el cual no se adaptarían los tiempos de verde a las condiciones. Esta regulación no reacciona ante congestiones.

**3.5.5. Semáforos para pasos peatonales.-** Los semáforos para pasos peatonales son señales de tránsito instaladas para el propósito exclusivos de dirigir el tránsito de peatones en intersecciones semaforizadas.

Los semáforos para pasos peatonales se dividen de la siguiente manera:

- En zonas de alto volumen peatonal.
- En zonas escolares.

Para la instalación de este tipo de semáforos. Será necesario obtener fundamentalmente, el volumen de tránsito, el movimiento de peatones y la velocidad de punto.

Comúnmente llamados semáforos para peatones, son los que regulan el tránsito de peatones en intersecciones donde se registran un alto volumen peatonal y se deben instalar en coordinación con semáforos para vehículos.

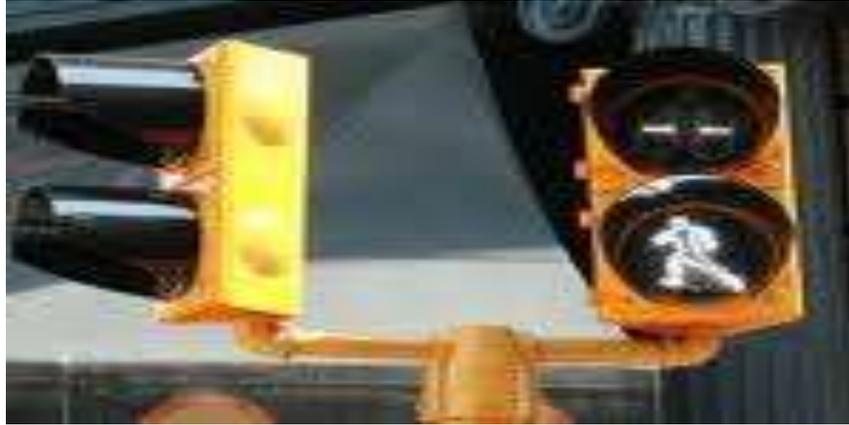


Fig. 3.5.5. Semáforo peatonal

- **Color.-** Las lentes de los semáforos para peatones deben ser de color rojo y de verde.



Fig. 3.5.5a. Colores del semáforo peatonal

- **Aplicación de los colores.-** la interpretación de las indicaciones de los semáforos para peatones será la siguiente.
  - La indicación PARE iluminada en color rojo quiere decir que el peatón no deberá atravesar la calle en dirección a la señal, mientras esta se encuentre encendida.
  - La indicación de PASE iluminada en color verde fijo significa que los peatones que se encuentran frente al semáforo pueden cruzar la calle en dirección del mismo.
  - La indicación de PASE en color verde intermitente significa que un peatón no deberá empezar a cruzar la calle en dirección de la señal, porque la luz de esta va a cambiar a la indicación de PARE; cualquier peatón que haya iniciado su cruce durante la indicación fija deberá acelerar la marcha y seguir hasta la acera o la isla de seguridad. Puede utilizarse con el mismo fin la indicación de PARE intermitente.



Fig. 3.5.5b. Semáforo vehicular y peatonal

**3.5.6. Paso de cebra.-** Un paso de cebra es un tipo de paso de peatones usado en muchos lugares del mundo. Se caracteriza por sus rayas longitudinales (de ahí el término, nombrado a partir de las líneas de la cebra) paralelas al flujo del tráfico, alternando un color claro (generalmente blanco) y oscuro (negro pintado o sin pintar si la superficie de la carretera es de color oscuro). Las rayas tienen generalmente de (40a60) centímetros de ancho. Las travesías fueron marcadas originalmente por luces y pernos pero pronto fueron agregadas las rayas por motivos de visibilidad. Los peatones tienen derecho de paso en esta clase de travesía una vez que han puesto un pie sobre él... Entonces, los coches tienen que parar y dejar pasar, siempre que lo puedan hacer con seguridad.



Fig. 3.5.6. Paso de cebra en una rotonda

El paso de cebra fue primero utilizado (tras algunos experimentos aislados) en 1.000 sitios en el Reino Unido en 1949 (siendo la forma original alternativamente rayas azules y amarillas) y una medida de 1951 los introdujo por ley. En 1971, el Código de la Cruz Verde fue introducido para enseñar a los niños hábitos más seguros en el paso de cebra.



Señal de Paso de cebra

Un paso de cebra famoso aparece en la cubierta del álbum Abbey Road de The Beatles. Ésta es probablemente el paso de cebra más famoso del mundo, e incluso se ha incorporado en la insignia actual de los Estudios Abbey Road. Sin embargo, desde que la foto del Abbey Road fue tomada, se han agregado a todos los pasos de cebra las líneas de zigzag en el bordillo y en el centro del camino para indicar zonas de no-espera en ambos lados.

Si están las rayas peatonales debes dar siempre la preferencia a los peatones.

El parte tráfico impide el adelantamiento entre las vehículos, es muy importante para la seguridad de los peatones.

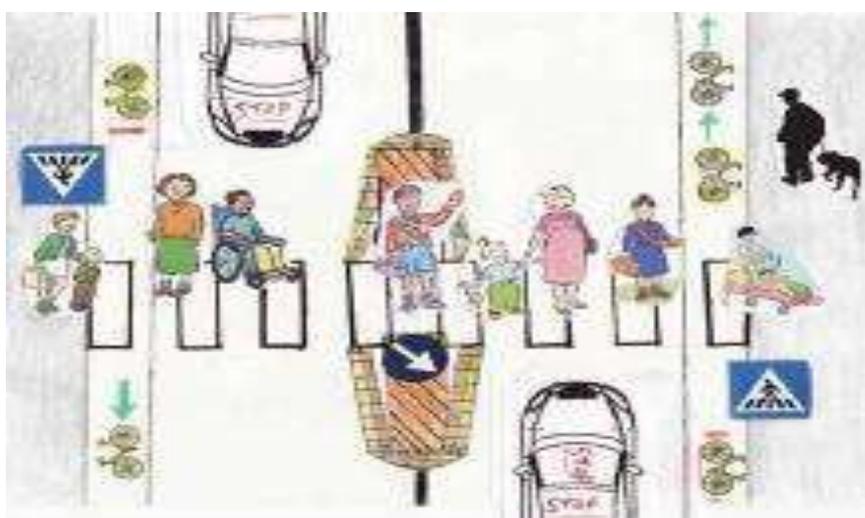


Fig. 3.5.6a paso de cebra (personas con discapacidad tienen preferencia)

**3.6. ROMPEMUELLE.-** los rompe-muelles son obstáculos que se encuentran en la vía perpendicular a la misma. También denominado un mal necesario. En medio de esta problemática de la ciudad, cualquiera puede predecir, que los ciudadanos tomen las medidas correspondientes, aquellas que mitiguen los problemas de transporte antes mencionados además de los que se presentan a diario; las medidas en mención pueden ser según la necesidad e incluso algo desesperadas, sin prever el efecto que pueden causar

la implementación de estas. Así tenemos pues la instalación de rompe muelles o también llamadas gibas, estos dispositivos; por así llamarlos; son estructuras elevadas sobre la superficie de la calzada de una vía, colocada transversalmente a la circulación vehicular, estas estructuras limitan la velocidad de los vehículos automotores a 15 Km/h y no dañan el sistema de direcciones del vehículo cuando son instaladas adecuadamente; sucede todo lo contrario cuando no cumplen las especificaciones técnicas requeridas.



Fig. 3.6. Rompe-muelle

Algunos criterios técnicos no deben pasar desapercibidos, pues los rompe muelles o gibas no son los que resuelven todos los problemas de tránsito en las vías y deben utilizarse solamente donde se amerite la adopción de esta medida. En este sentido debe considerarse y posiblemente probarse otros dispositivos y técnicas para determinar si formas menos restrictivas en la operación del tránsito pueden mitigar la problemática existente. Las gibas no deben ser consideradas como una opción o parte de una planeación residencial o un diseño de vías y calles. Pues en resumen estos dispositivos son una necesidad a tanta desorganización y otra alternativa de solución solo dará resultados en un sistema eficiente de transporte el cual contemple educación, formación a sus componentes. Es pues alentador como nuestras autoridades comienzan ver el problema del transporte como algo presente en *sus* agendas, este problema tan venido a menos durante tanto tiempo y que ocasionan este tipo de disyuntivas.

**3.7. BARANDAS DE CONTENCIÓN.-** Son el sistema de contención vial más utilizado en las carreteras...Las barreras de seguridad metálicas, son el sistema de contención vial más utilizado en las carreteras de todo el mundo.



Fig. 3.7. Baranda de contención

Un sistema de contención, es un dispositivo que, instalado en los márgenes o mediana de las carreteras, tiene por objeto reducir la gravedad de los accidentes originados por vehículos que pierden el control y abandonan su pista o calzada.

Estos sistemas actúan reemplazando la eventual colisión del vehículo contra un obstáculo en las áreas adyacentes a la carretera, tales como Postes de Luminarias, Muros de obras de arte, cepas, estribos, barandas de puentes, desniveles o evitar que el vehículo producto del descontrol invada la calzada en sentido contrario.

El objetivo de las barreras es "Proteger a los usuarios de la vía y no a los obstáculos que en ella se encuentran".

La función principal del sistema de barreras metálicas flexibles, es que es un sistema que al ser impactado por un vehículo, se deforma manteniendo contacto y reconduciendo al vehículo, absorbiendo de manera controlada parte importante de la energía cinética del impacto.

El poste que actúa como soporte de la baranda y elemento de inserción de la barrera en terreno, es un elemento que es capaz de des formarse y deshincarse a medida que el sistema se deforma producto del impacto y de su capacidad de absorción de energía.

Separadores: Es el elemento de unión entre baranda y poste de sujeción. Su función principal es separar las ruedas del vehículo del poste durante el impacto, permite además mantener una altura de la barrera casi constante y en contacto con el vehículo a medida que los postes se van inclinados.

**3.7.1. Clasificación de las barandas.-** Las barreras metálicas se clasifican según la Norma Chilena Nch 2032 /2 - 1999 y su clasificación dependerá del uso para el cual se requiere, los criterios de eficacia que identifican y definen el comportamiento de cualquier sistema de contención son:

- Nivel de Contención
- Severidad del Impacto
- Deformación
- Capacidad de Reconducción

**3.8. PASOS PEATONALES A DESNIVEL.-** Las Separaciones de Nivel para peatones por medio de estructuras de separación de niveles es el medio más efectivo para proteger a los peatones.

Sin embargo, las estructuras deben ubicarse y diseñarse adecuadamente para usarlas hasta toda su capacidad.

Una justificación para una separación peatonal se basa en los volúmenes de peatones y vehículos, velocidad de los vehículos y tipo de zona.

Si las condiciones lo justifican, un lugar propuesto debería también estar por lo menos a 180 m. de la opción de cruce seguro más cercana. Un cruce seguro es uno donde un dispositivo de control de tránsito detiene los vehículos para crear adecuados claros para que los peatones crucen. Otro cruce seguro es un existente paso superior o inferior (a desnivel) cerca del lugar propuesto.

Las condiciones básicas de diseño para estructuras de separación de niveles incluyen la elección de materiales y acabado, su durabilidad y posibilidad de mantenimiento, resistencia al vandalismo, iluminación para los impedidos físicos, barandas de defensa protectoras y pantallas, y barreras de canalización. Pueden requerirse estos elementos para alentar el uso de separaciones de nivel.

**3.8.1. Características de las pasarelas.-** Los pasos peatonales a desnivel o pasarelas son estructuras de cruce que tienen características similares a la de los puentes, por ello su análisis estará enfocado como tal, es decir como el de un puente.

En términos sencillos de la Ingeniería Civil, un puente es una construcción, normalmente artificial, que permite salvar obstáculos que por lo general son un accidente geográfico

como, por ejemplo, un río o un cañón, o en otros casos flujo vehicular, para permitir el paso sobre el mismo.

Su proyecto y su cálculo pertenecen a la Ingeniería estructural, siendo numerosos los tipos de diseño que se han aplicado a lo largo de la historia, influidos por los materiales disponibles, las técnicas desarrolladas y las consideraciones económicas, entre otros factores.

Entre los principales factores que intervienen en la elección del tipo de pasarela para un determinado lugar están los siguientes:

- Claro requerido
- Características de la fundación, las condiciones del terreno de la fundación son primordiales e influyentes en la selección del tipo de estructura.
- Espacio libre requerido, este factor puede tener un gran efecto en el método de montaje utilizado y en consecuencia en el tipo de estructura.
- Posibles métodos de montaje necesarios por las condiciones de la zona de emplazamiento.
- Cargas que actuaran en la estructura, principalmente cargas vivas.
- Costo inicial.
- Costo de operación y mantenimiento.
- Armonía del tipo de estructura con las características arquitectónicas y estéticas de la zona.

Para la elección del tipo de pasarela a ser utilizada es necesario tomar en cuenta los factores previamente mencionados y además tener conocimiento de las características físicas de la zona de emplazamiento, pero fundamentalmente conocer las condiciones y características de los tipos de pasarelas existentes.

**3.8.2. Tipos de pasarelas.-** Para poder tener una idea más clara a cerca de las características de las pasarelas o puentes existentes cuya utilización ha sido aplicada para tal efecto será necesario hacer un breve estudio de los diferentes tipos de puentes que hoy en día se emplean para el diseño y construcción de los mismos.

Según la clase de material que será empleado para su construcción se tienen los siguientes tipos de puentes:

- Puente de pedra
- Puente de madera
- Puente metálico
- Puente de Hormigón armado (también denominado concreto)
- Puente de Hormigón pretensado
- Puente de Hormigón postensado
- Puente Mixto

Estructuralmente hay cuatro tipos fundamentales de puentes, colgantes, en arco, puentes viga y en ménsula.

- **Colgante**, trabaja a tracción en la mayor parte de la estructura.



- **En arco**, trabaja a compresión en la mayor parte de la estructura. Usado desde la antigüedad.



- **En ménsula**, trabaja a tracción en la zona superior de la estructura y compresión en la inferior. Los puentes atirantados son una derivación de este estilo.



- **En viga**, trabaja a tracción en la zona inferior de la estructura y compresión en la superior. No todos los viaductos son puentes viga, muchos son en ménsula.



El resto de tipos son derivados de estos cuatro y podemos mencionar entre los más importantes a los siguientes:

- Puente en arco
  - Con tablero superior

- Con tablero inferior
- Puente viga
- Puente losa
- Puente colgante
- Puente atirantado
- Puente en esviaje
- Puente de sección variable
- Puente reticulado
- Puente de sección hueca
- Puente levadizo

Para el presente estudio estudiaremos los siguientes tipos de puentes que se los consideran de mayor importancia y masivo empleo en el diseño y construcción de pasarelas o pasos peatonales a desnivel.

**3.9. Paso vial tipo túnel.-** es una construcción subterránea que permite el paso de vías de comunicación a través de obstáculos naturales tales como montañas, intersecciones sobre saturadas, etc.

Sin embargo, las estructuras deben ubicarse y diseñarse adecuadamente para usarlas hasta toda su capacidad.



Fig. 3.9. Paso vial tipo túnel

### 3.9.1. Beneficios:

- **por conectividad:** el hecho de tener una ruta abierta las 24 horas del día durante los 365 días del año, permite dotar al corredor de una mayor capacidad vial
- **por confiabilidad:** al mejorar la conectividad vial, un usuario tiene una mayor certeza de poder efectuar su viaje en los términos que lo ha presupuestado. Tal aspecto por sí solo implica un mayor número de viajes generados
- **por aumento de demanda:** al mejorar la conectividad y confiabilidad en realizar el viaje, aumentan los viajes de personas y carga. Ello se traduce en beneficios directos en el ámbito del turismo, comercio, etc.
- **por seguridad vial:** las condiciones geométricas de la zona que se mejora involucran serio riesgos de accidentes con una alta probabilidad de consecuencias fatales. El hecho de evitar pérdidas humanas y materiales es un beneficio significativo.
- **Mejora en el nivel de calidad de vida de la población** como consecuencia de las obras, en términos de acceso a salud, educación, productos y servicios disponibles

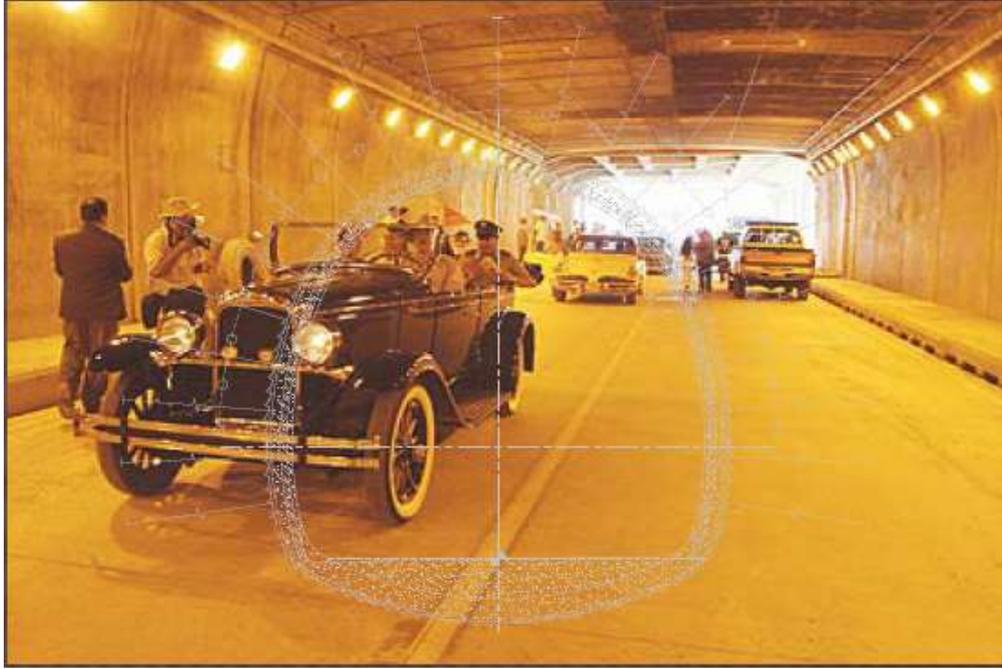


Fig. 3.9.1. Vista desde el interior de la vía tipo túnel

#### **4.1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE LAS PARTES INVOLUCRADAS CON EL PROBLEMA.-**

La recolección de la información pertinente y de gran necesidad relacionada a la problemática del presente estudio se la obtuvo de las personas que forman parte activa del flujo peatonal existente y de los vecinos de la zona de estudio y de instituciones inmersas en el problema como son la Unidad Operativa de Tránsito y el Instituto Nacional de Estadística (INE).

**4.1.1. Encuestas a personas concurrentes a la rotonda.-** De nada serviría implementar en la zona más señalizaciones y diseño de estructuras. Si no hay una conciencia de los peatones y conductores acerca de la importancia de usar las mismas. Analizando un poco el comportamiento del flujo peatonal y vehicular, se pudo advertir que a los peatones generalmente no les interesa caminar hasta donde se encuentra el elemento viales existente para cruzar la vía, por el contrario prefieren cruzar la vía desde donde se encuentren aprovechando alguna brecha en el volumen del tránsito vehicular. Para este cometido se vio conveniente realizar una pequeña encuesta en la zona de la Rotonda de San Gerónimo para poder extraer información de las personas que circulan por la mencionada zona de estudio, dicha encuesta se la llevo a cabo durante una semana y se la efectuó a 1135 personas que forman parte activa del flujo peatonal existente en la zona, para que de esa forma se pueda adquirir un conocimiento más o menos preciso a cerca del comportamiento y pensamiento de los peatones relacionados a la seguridad y la posible implementación de mas señalización, y diseño de estructuras. Para tal efecto se plantearon dos preguntas:

- 1).- ¿Qué motivo lo impulsa para que atraviese la vía por lugares no autorizados?
- 2).- ¿Que lo motivaría a usar correctamente las señalizaciones y las estructuras?

Estas preguntas fueron planteadas con el objetivo de obtener información a cerca de la conducta de las personas como peatón, las dificultades y el modo en que circulan transversalmente por la vía de estudio y sobre todo de la importancia que en ellas repercute la posible implementación de mas señalización y un diseño geométrico de las posible estructuras a ser implementadas. En la Rotonda de San Gerónimo, en función a su seguridad, el correcto uso que se le daría y la necesidad de contar o no con de mas señalización, rompe-muelles y barandas de contención.

Esta actividad fue llevada a cabo por mi persona y se la realizó en el tiempo de 2 horas continuas durante una semana, de 9:00 a 11:00 Hrs.

**4.1.2. Consultas a instituciones y organismos.-** La obtención de información de parte de las instituciones relacionadas con el problema se la realizó exclusivamente a dos entidades, la Unidad Operativa de Tránsito y el Instituto Nacional de Estadística (INE).

**4.2. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.-** Primeramente se establecieron los puntos estratégicos de aforo, para el aforo de volúmenes de vehículos se ubicaron en la llegada a los diferentes accesos en el sitio de estudio previamente determinado que zona de estudio está ubicada entre los barrios de Juan XXIII y el barrio de San Gerónimo en la avenida Lic. Jaime Paz Zamora, seguidamente se procedió a medir y de marcar las distancias de control de 25 metros para el aforo de velocidades de punto, estas distancias fueron medidas con huincha, dichas distancias se las demarcaron sobre las aceras de los carriles de la avenida en estudio, con la particularidad de que en el carril de doble circulación se tuvo que demarcar dos distancias una para el sentido de bajada y otra para el de subida. Para realizar la obtención de los volúmenes de los peatones nos ubicamos en un punto estratégico donde se podía apreciar toda la zona de estudio y donde se realizó el conteo de las diferentes personas que concurrían a la zona de estudio y en las diferentes direcciones que circulaban a lo largo y transversal de la zona de estudio.

Esta delimitación de la extensión del área que se consideró necesaria para llevar a cabo los estudios y en función a esto se establecieron los puntos que se consideraron estratégicos para el registro de los datos, los cuales fueron determinados tomando en cuenta el punto más conflictivo de tránsito vehicular y peatonal, y la cantidad de personal que se determinó necesario en los trabajos de aforamiento, todo esto se lo hizo con el fin de poder obtener la información más representativa y precisa que requiere el estudio, el croquis de la ubicación del área de estudio se muestra en la siguiente gráfica:



**4.3. OBTENCIÓN DE DATOS ACERCA DEL COMPORTAMIENTO DEL TRÁFICO VEHICULAR.-** Esta obtención de información estuvo referida a la recolección de datos obtenidos mediante aforos manuales de volúmenes de tráfico de circulación de los vehículos.

Esta actividad se la llevó a cabo en los días y horas previamente establecidos por el pre aforamiento, es decir Martes, Jueves y Sábado en las horas que se consideró como las de mayor transitabilidad las mismas que fueron por las mañanas de 7.00 a 8:00 a.m. , al mediodía de 12:00 a 13:00 p.m. y por las tardes de 18:00 a 19:00 p.m. todo esto debido a que se optó como conveniente tomar las dos horas “pico” del tránsito vehicular para que de esa manera se pudiese obtener la mejor información del tránsito de vehículos. Y para el aforamiento de peatones lo realizamos tres días a la semana los días martes, jueves y sábado. Y tres veces al día en la mañana de 7:00 a 8:00 al mediodía de 12:00 a 13:00 y en las tardes de 18:00 a 19: 00 esto para obtener la mejor información de la afluencia de los peatones a la zona de estudio.

**4.3.1. Aforo de volúmenes de tráfico.-** El aforamiento de volúmenes de tráfico vehicular se lo llevó a cabo de forma manual a través del método manual que plantea la

Ingeniería de Tráfico para este tipo de aforos, por lo cual fue necesario utilizar personal de apoyo para que efectuara el correspondiente registro de la información, esta actividad consistió en el conteo de todos los vehículos que circulan e ingresan al sitio de estudio, este conteo se lo realizó en los puntos de control previamente establecidos y el registro además de considerar cantidades, también contempló una clasificación de los vehículos según la magnitud de los mismos en livianos, medianos y pesados, y otra clasificación basada en el servicio de los mismos que consistirá en establecer el uso es decir en públicos y privados, todo esto fue registrado en planillas especialmente preparadas para registrar todos los datos previamente mencionados.

Para llevar a cabo esta importante actividad fue necesario el empleo de cinco personas, las cuales fueron ubicadas en los cinco accesos a la rotonda, y el tiempo que demandó la realización de los aforos fue de un mes que comprendió los tres días de cada semana en las tres horas “pico” para cada día.

**4.3.2. Aforo de velocidades de punto.-** La única velocidad considerada en los aforos fue como ya se mencionó es la velocidad de punto.

Como se explicó con anterioridad primeramente se procedió a medir con huincha las distancias de control que fueron de 25 metros y se las demarcó claramente con pintura para que de esa manera permitan su identificación y percepción, dichas distancias se las ubicó en los puntos estratégicos previamente establecidos. El aforo de las velocidades de los vehículos se lo llevó a cabo de forma manual a través del método manual que sugiere la Ingeniería de Tráfico para este tipo de actividad, por lo que para su realización fue necesario el empleo de personal de apoyo y esencialmente consistió en medir con cronómetro el tiempo que emplea cada vehículo en pasar de principio a fin por las distancias de control. Para cada distancia de control se utilizó una persona para que cronometrara el tiempo y lo registre la información en planillas. La medición se la realizó a todos los vehículos que circulan e ingresan a la zona de estudio en intervalos de cada tres vehículos y todos estos datos fueron registrados en planillas especialmente preparadas.

La realización de esta actividad solo se la realizó solo en tres accesos esto por falta de personal de apoyo, y considerando algunos criterios técnicos considerando que en estos accesos eran donde circulan con mayor velocidad, el tiempo que demandó esta tarea

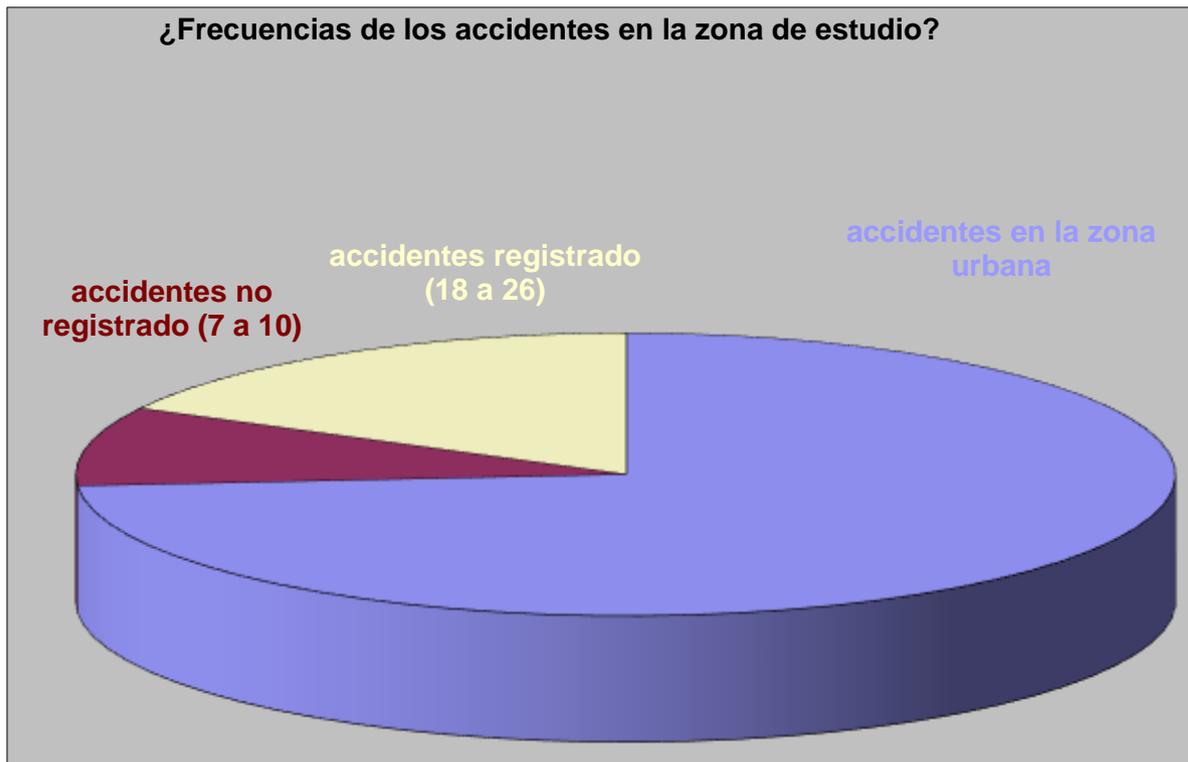
también fue de un mes en los días y horas de mayor transitabilidad previamente establecidos.

**4.4. OBTENCIÓN DE DATOS DEL COMPORTAMIENTO DEL FLUJO PEATONAL.-** Esta obtención de información estará referida exclusivamente a cuantificar volúmenes de tránsito peatonal

**4.4.1. Aforo de volúmenes de peatones.-** El aforo de volúmenes de peatones se lo realizó mediante un conteo de todas las personas que circulaban de forma transversal y longitudinal por la avenida dándole determinadas direcciones, las cuales circulaban por los lados de la rotonda y por la rotonda misma, y se consideró como circulación longitudinalmente las personas que se desplazaban en ambas direcciones a lo largo de la acera contigua a la rotonda y como circulación transversalmente las personas que se desplazaban en los dos sentidos en dirección perpendicular a la mencionada acera.

Esta actividad fue efectuada por mi persona durante el tiempo de una semana, en los días martes, jueves y sábado. Tres veces al día, en la mañana, al medio día y en la tarde y en las horas de mayor transitabilidad.

**4.5. OBTENCIÓN DE DATOS DE LAS CAUSAS Y LAS FRECUENCIAS DE LOS ACCIDENTES EN LA ZONA.-** bueno para obtener mayor información nos acercamos a la Unidad Operativa de Tránsito con el Teniente Coronel: Freddy Gordi Cano quien es jefe de seguridad de la ciudad de Tarija, quien nos dijo que según la estadística que ellos llevaban las principales causas de accidentes ocurridos eran por el exceso de velocidad y por la injerencia de alcohol. Y según el Instituto Nacional de Estadística (INE) la frecuencia con que ocurre un accidente en la rotonda es aproximadamente de 18 a 26 accidentes a accidentes al año. Pero también nos dijo que estos datos solo son los que son intervenidos por el tránsito porque hay otros accidentes que ocurren y son denunciados, los cuales hacen sus arreglos entre ellos y se van los cuales pueden ser: choques frontales, colisiones, raspos, choque a peatón, etc. Todos estos tipos de accidentes cuentan.



**4.6. PROCESAMIENTO DE DATOS.-** Una vez obtenida toda la información requerida por el estudio se procedió a realizar un ordenamiento y una clasificación de la mencionada información, para que de esa manera se prosiguiera con el procesamiento de los datos.

- Esta actividad comenzó con el procesamiento de la información obtenida relacionada a las encuestas que se realizaron a las personas, y consistió simplemente en encontrar los porcentajes y las correspondientes gráficas de las respuestas relacionadas a cada pregunta, para que de esa manera en función a estas respuestas y sus respectivos porcentajes se logren sacar algunas conclusiones.
  
- La información obtenida a cerca de los accidentes de tránsito fue procesada de la siguiente manera; primeramente se obtuvieron las cantidades totales de accidentes de tránsito en este último tiempo , seguidamente se encontró la cantidad de accidentes de tránsito producidos en la zona de estudio también este último tiempo y finalmente se obtuvieron las cantidades en la zona de estudio, es decir se encontró una aproximación de las cantidades de accidentes que se producen en el tramo de estudio con relación a los producidos en la zona urbana de ciudad de Tarija.

Posteriormente los datos referidos a los accidentes de tránsito producidos en el sitio o punto de mayor conflicto vehicular y peatonal fueron ordenados y clasificados de la siguiente manera; tipo de accidente y severidad de los mismos para que de esa forma se pueda tener una información detallada de los accidentes de tránsito producidos en el lugar. Seguidamente se procedió a obtener las cantidades totales de los distintos tipos de accidentes para cada año y para que de esa manera se pueda obtener la cifras totales para cada tipo de accidente que se registró a lo largo de los cinco años y finalmente se prosiguió a encontrar los respectivos porcentajes en relación al total de accidentes registrados en el sitio de estudio también a lo largo de los cinco años.

Todos estos resultados e indicadores fueron plasmados para su mejor interpretación en gráficos estadísticos correspondientes a diagramas circulares y diagramas de dispersión.

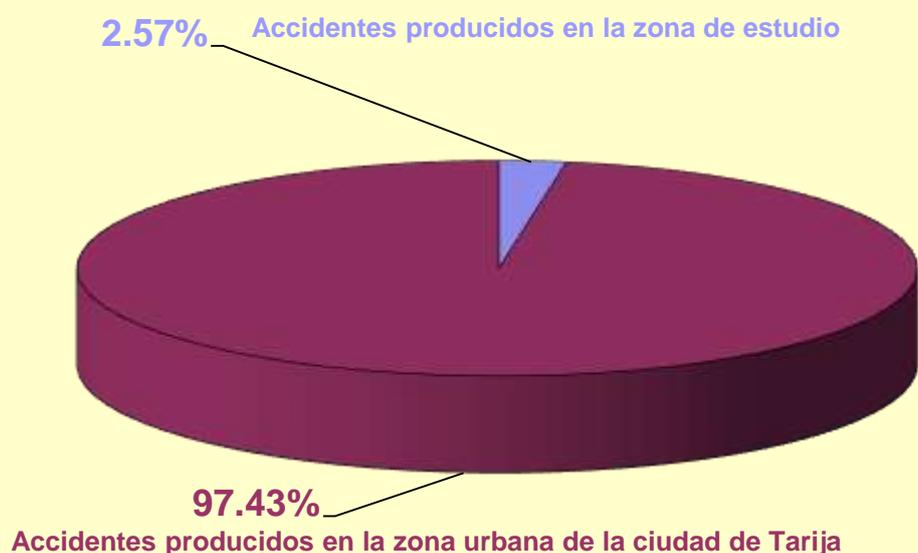
- En el estudio de accidentes de tránsito se obtuvieron resultados referidos principalmente a cantidades con sus respectivos porcentajes, gráficas e información de los mismos, estos resultados se muestran a continuación en las siguientes tablas y gráficos:

Cantidad de Accidentes de tránsito producidos en la ciudad de Tarija y en la zona de estudio.

AÑO	CIUDAD	ZONA DE ESTUDIO	
	TOTAL	TOTAL	%
2006	925	21	2.27%
2007	933	26	2.79%
2008	760	18	2.50%
2009	849	21	2.47%
2010	893	25	2.80%
		<b>MEDIA =</b>	<b>2.57%</b>

La siguiente gráfica consiste en un Diagrama circular que muestra la incidencia que tiene la zona de estudio como lugar de producción de accidentes de tránsito en relación con la ciudad de Tarija.

## ACCIDENTES PRODUCIDOS EN LA CIUDAD DE TARIJA



La siguiente tabla que indica la cantidad de accidentes de tránsito producidos en el tramo de estudio que registraron heridos con daños personales de consideración por lo cual fueron considerados como víctimas del accidente.

AÑO	Nº ACCIDENTES CON VICTIMAS
2006	17
2007	22
2008	16
2009	14
2010	20

La siguiente tabla contiene la cantidad de accidentes ocurridos en la zona de estudio, donde especifica la hora, temperancia, edad y si portaba licencia de conducir o no. Estos hechos de tránsito son del año 2010

**Tabla de registro de accidentes producidos en la zona de estudio**

Tipo de hecho	Lugar	Hora	Temperancia	Edad	Con Lic.	Sin Lic.
Colisión por alcance	Jaime Paz Z. rotonda San Gerónimo	20:00	Sobrio	14		X
Atropello a peatón	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	12:20	Sobrio	35	X	

Choque. A. veh. estacionado	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	8:00	Sobrio	46	X	
Choque. A. Veh. Detenido	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	12:30	Ebrio	55	X	
Colisión de vehículos	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	6:00	Ebrio	34	X	
Atropello a peatón	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	1:40	Ebrio	35	X	
Atropello a peatón	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	1:40	A determinar	N.N.		
Choque. A. veh. estacionado	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	12:20	Ebrio	22	X	
Atropello a peatón	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	4:30	Sobrio	50	X	
Atropello a peatón	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	19:20	Ebrio	25	X	
Atropello a peatón	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	19:30	A determinar	18		
Caída de motociclista	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	16:15	Sobrio	30	X	
Atropello a peatón	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	12:15	Sobrio	24		X
Atropello a peatón	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	7:45	Sobrio	25	X	
Atropello a peatón	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	18:30	Sobrio	41		X
Caída de motociclista	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	12:40	Ebrio	61	X	
Atropello a peatón	Jaime Paz Z. Rotonda San Gerónimo	13:00	Ebrio	32	X	

Fuente: Unidad Operativa de Transito.

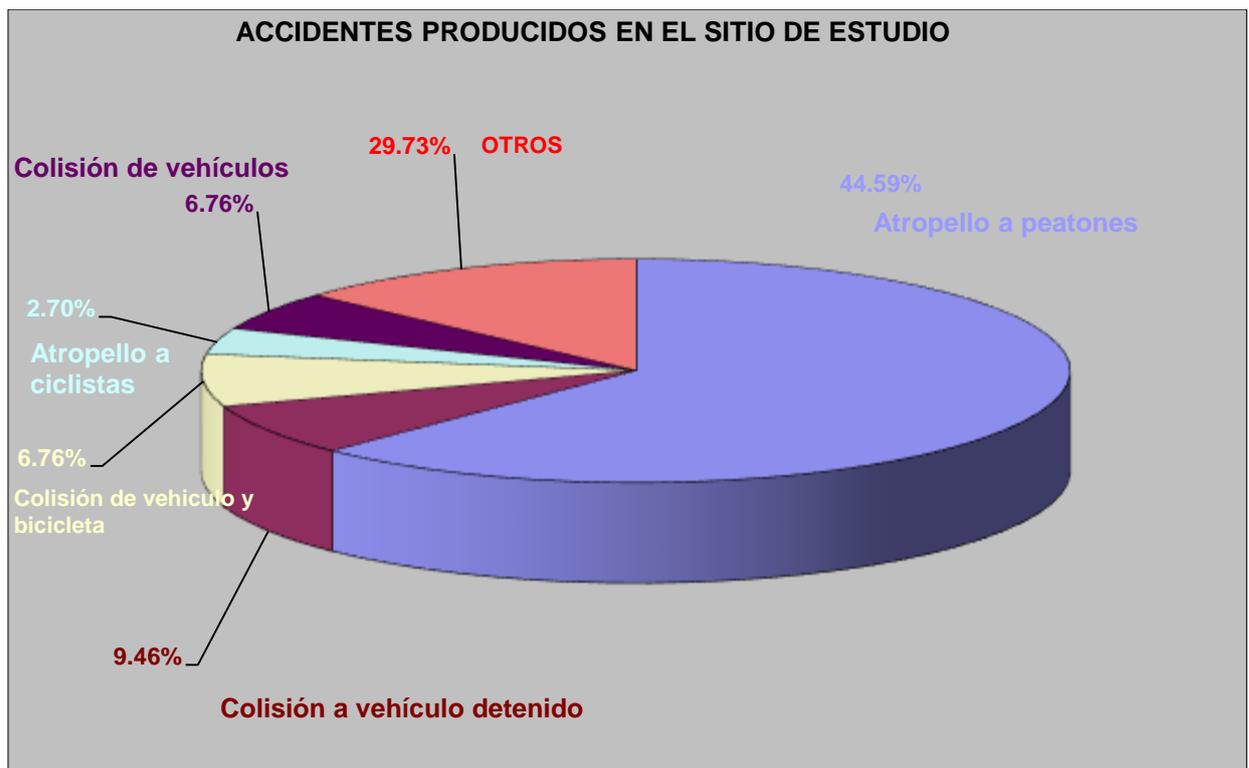
La siguiente tabla contiene la cantidad de hechos de tránsito suscitados en el sitio de estudio para cada tipo de accidente en cada año, y los porcentajes de los mismos con relación a los totales con la respectiva pro mediación.

**Tabla de registro de consecuencias de los accidentes producidos en la zona de estudio**

ACCIDENTE	AÑO					TOTAL	%
	2006	2007	2008	2009	2010		
Atropello a peatón	5	6	5	7	10	33	44.59%
Colisión de vehículo y ciclista	2	0	2	1	0	5	6.76%
Choque a vehículo detenido	2	1	1	2	1	7	9.46%
Vuelco de vehículo	1	0	0	0	0	1	1.35%
Choque a vehículo estacionado	2	1	1	1	2	7	9.46%
Atropello a ciclista	0	2	0	0	0	2	2.70%
Choque a vehículo por alcance	0	1	1	1	1	4	5.41%

Colisión de vehículos	1	2	0	1	1	5	6.76%
Choque a objeto fijo	0	1	1	0	0	2	2.70%
Roce de vehículo a motocicleta	0	1	1	0	0	2	2.70%
Caída de motociclista	1	2	0	0	2	5	6.76%
Roce de vehículo a peatón	0	0	0	1	0	1	1.35%
<b>SUMA</b>	14	17	12	14	17	74	

El siguiente diagrama circular expresa los resultados numéricos de la anterior tabla en un gráfico para su mejor interpretación y nos muestra la magnitud de cada tipo de hecho de tránsito en relación al total de accidentes producidos en el sitio de estudio.



Los accidentes de tránsito constituyen hoy en una de las principales causas de mortalidad en muchos países e incluso en algunos, sobre todo en los más industrializados, lo más importante de todas. No es posible calcular, por otra parte la enorme cantidad de lesiones graves y leves, de sufrimientos y de pérdidas económicas que los accidentes producen. Así en una época como la nuestra, en la ciencia médica ha logrado evitar los estragos de tantas enfermedades, esta nueva “epidemia” ha adquirido tal importancia que obliga a realizar un esfuerzo concentrado por igual en el terreno de la lucha y en de la prevención. Entre todos los tipos de accidentes: de trabajo, en los juegos, deportes y de transito, etc. Los causados por vehículos de motor son los que cobran mayor tributo de vidas y tienden

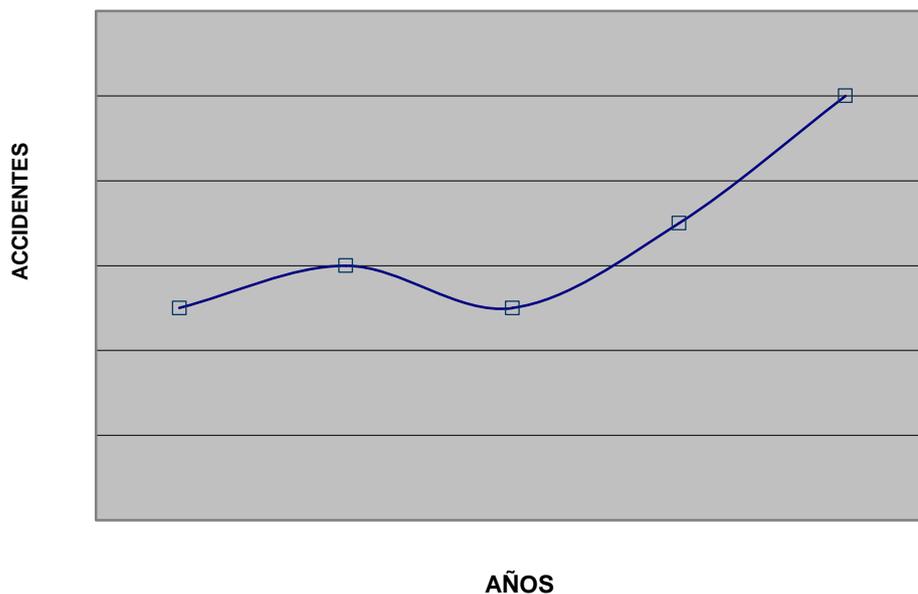
a ser mas graves. El presente estudio sobre los accidentes de tráfico, debido al Dr. L. G. Norman, medico- jefe de la dirección de transporte de Londres, es una consecuencia del interés que suscito por este problema el día mundial de la salud de 1961, dedicado a los “accidentes y su prevención”. Este trabajo, el primero de una serie en la que se estudiaran los distintos tipos de accidentes desde el triple punto de vista epidemiológico, etiológico y preventivo, constituye un análisis de los datos más modernos sobre este tema, y no solo está destinado a las autoridades sino también a los especialistas en los problemas del tráfico, a los maestros sociedades diversas y en general a cuantos profesionales están profesionalmente interesados en aumentar la seguridad en las vías.

**Atropello a peatón:** muchas situaciones que llamamos “accidentales” son en realidad consecuencia de la imprudencia y falta de respeto a las normas de transito, por parte de peatones y conductores. Tristemente, seguimos sumando muertes que son perfectamente evitables.



El siguiente diagrama de dispersión permite observar el incremento de accidentes de tránsito peatonal suscitados en el sitio de estudio registrado en los últimos tres años.

## ACCIDENTES DE TRÁNSITO PEATONAL



La siguiente tabla contiene la severidad de los accidentes de tránsito que se produjeron en el sitio de estudio a lo largo de los cinco años de la serie los cual se expresa en cantidades y porcentajes totales para la serie de cinco años

GRAVEDAD DEL ACCIDENTE	CANTIDAD	%
Fracturas medias y lesiones leves	15	28,30
Poli contusiones y Politraumatismos	34	64,15
Accidentes de gran severidad que derivaron a terapia intensiva	4	7,55

En las siguientes tablas se muestra la metodología seguida para la determinación del Índice de Peligrosidad y otros parámetros o indicadores accidente lógicos, los cuales serán empleados en el análisis de factibilidad.

Serán empleados en el análisis de factibilidad

### Tabla datos necesarios para la determinación de los indicadores accidente lógicos

Nº	DATOS	VARIABLE	VALOR	UNIDAD
1	Población actual de la ciudad de Tarija (Año 2006)	Pa =	135783	Hab.
2	Índice de crecimiento poblacional anual	Ic =	3,77	%
3	Periodo de Años para la proyección (Año 2007)	T1 =	1	Años

4	Periodo de Años para la proyección (Año 2008)	T2 =	2	Años
5	Periodo de Años para la proyección (Año 2009)	T3 =	3	Años
6	Periodo de Años para la proyección (Año 2010)	T4 =	4	Años

En la siguiente tabla se muestra la determinación de las poblaciones futuras para cada año de la serie, los cuales fueron calculadas por tres métodos y finalmente promediadas.

#### ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN PARA CADA AÑO

MÉTODO	AÑO			
	2007	2008	2009	2010
Geométrico	140902	146214	151726	157446
Wappaus	135834	135885	135937	135988
Exponencial	141000	146417	152042	157884
<b>MEDIA =</b>	139245	142839	146568	150439

La siguiente tabla muestra la determinación del Índice de Peligrosidad para cada año de la serie los cuales fueron promediados y además se establece el Índice de Peligrosidad más desfavorable o crítico que viene a ser el de mayor valor.

AÑO	ACCIDENTES		IP
	C/ Víctimas	TOTALES	
2006	17	21	44,92
2007	22	26	50,27
2008	16	19	36,40
2009	14	21	45,03
2010	20	25	41,88
<b>MEDIA =</b>	<b>17,80</b>	<b>22.40</b>	<b>43,70</b>
<b>MÁXIMO =</b>	<b>22,00</b>	<b>26.00</b>	<b>50,27</b>

En la tabla siguiente se puede observar la determinación de los diferentes indicadores accidente lógicos que utiliza la metodología española para la identificación de lugares peligrosos, la cual será empleada en el análisis de factibilidad.

DATOS	Variable	Valor
Índice de Peligrosidad	IP =	50,27
Índice de Peligrosidad Medio en los últimos 5 años	IPM5 =	43,70
Número de accidentes c/v por año en los dos últimos años	NºAc/a2 =	17,00
Índice de Peligrosidad Medio en los últimos 2 años	IPM2 =	43,45
Suma de los accidentes c/v de los últimos 5 años	ACV5 =	89
Suma de los accidentes c/v de los últimos 2 años	ACV2 =	34
Suma de los accidentes c/v del último año	ACVua =	20
Suma de los accidentes c/v del año anterior	ACVaa =	14

A continuación se describen todas las fórmulas que fueron empleadas para la determinación de los indicadores accidente lógicos

### FÓRMULAS EMPLEADAS

**Índice de Peligrosidad** 
$$I_p = \frac{N^\circ \text{ de Accidentes} \times 100.000}{N^\circ \text{ de Habitan tes}}$$

**Método Crecimiento Geométrico** 
$$P_f = P_a \times \left(1 + \frac{i}{100}\right)^T$$

**Método de Wappaus** 
$$P_f = P_a \times \frac{(200 + i \times T)}{(200 - i \times T)}$$

**Método Exponencial** 
$$P_f = P_a \times e^{\left(\frac{i \times T}{100}\right)}$$

#### DONDE:

$I_p$  = Índice de Peligrosidad

$P_a$  = Población Actual

$P_f$  = Población Futura

$i$  = Índice de crecimiento poblacional

$T$  = Periodo de años considerados

- En el caso de los volúmenes de tráfico vehicular el procesamiento de datos primeramente consistió en un ordenamiento y clasificación de los datos por accesos, por hora y por día, para que posteriormente se proceda a obtener la sumatoria de los mismos en su respectivo orden para que seguidamente se proceda a agrupar las mencionadas sumas o cantidades por acceso,

Los salieron de la sumatoria de la mañana de 7:00 a 8:00, del mediodía de 12:00 a 13:00 y de la tarde de 18:00 a 19: 00, que en este caso fueron cinco, uno tridireccional, uno unidireccionales y tres bidireccional para tener así cinco valores de volúmenes finales. Estos datos se la llevó a cabo tomando en cuenta que las magnitudes entre los días y sus

respectivas horas y accesos no variaron considerablemente. El procedimiento de agrupamiento, pro mediación y depurado se muestra en las siguientes tablas:

### Tablas de resumen de volúmenes de tránsito vehicular

#### Acceso 1

ACCESO 1			
Nº de vehículos	256	490	199
% de giros	27.09	51.85	21.06

#### Acceso 2

ACCESO 2		
Nº de vehículos	272	41
% de giros	86.90	13.10

#### Acceso 3

ACCESO 3		
Nº de vehículos	341	12
% de giros	96.60	3.40

#### Acceso 4

ACCESO 4		
Nº de vehículos	151	384
% de giros	28.22	71.78

#### Acceso 5

ACCESO 5		
Nº de vehículos	119	111
% de giros	51.74	48.26

- Para el caso de las velocidades de punto el procesamiento consistió en ordenar y organizar los datos correspondientes a los tiempos de circulación, esto se lo hizo por carril, por hora y por día, para que posteriormente se proceda a calcular las velocidades que fueron determinadas mediante la división aritmética de la distancia de recorrido que este caso fue de 25 m. entre el tiempo de circulación multiplicado

por un factor de conversión de unidades igual a 3.6, para obtener las velocidades de punto en Km./Hr. para lo cual se empleo la siguiente ecuación:

$$V_p = \frac{d_c}{t_c} \times 3.6$$

Donde:

$V_p$  = Velocidad de punto (Km./Hr.)

$d_c$  = Distancia de circulación (m.)

$t_c$  = tiempo de circulación

Una vez calculadas las velocidades se prosiguió con la depuración de los datos, la cual se vio conveniente efectuarla con la misma ecuación utilizada para la depuración de volúmenes, la cual fue la siguiente:

$$\bar{X} - 2\sigma \leq x \leq \bar{X} + 2\sigma$$

Donde:

$x$  = Dato en análisis

$\bar{X}$  = Media aritmética

$\sigma$  = Desviación Típica Estándar

Esto se lo hizo con el fin de no desechar demasiados datos debido a que no se contaba con una gran cantidad de datos y sobre todo porque se pudo evidenciar que no existía demasiada dispersión entre ellos.

Una vez realizada esta tarea se procedió a trabajar con los datos que no fueron desechados o no resultaron depurados, para que de esta manera se pudieran realizar los respectivos promedios para cada carril, cada hora y cada día para que de ese modo se obtengan cuatro valores por hora para cada día, para que así se prosiguiera a promediar los valores de los tres días en sus respectivas horas y finalmente poder así hallar los promedios de las tres horas para cada carril, toda este agrupamiento y pro mediación de los valores se lo realizó debido a que los resultados no presentaban demasiada variación entre ellos.

Posteriormente a todo este proceso se obtuvo el promedio de los promedios para cada hora y para cada día.

Para mejor comprensión del proceso anteriormente mencionado a continuación se muestra una tabla donde se indica cómo se ordenó y se procedió con la depuración de los datos, dicha tabla tan solo es un ejemplo ya que es una planilla correspondiente al registro de un carril en una hora determinada para un día específico.

La siguiente tabla consistente en una planilla de registro que contiene datos de campo para la cual se realizó un ordenamiento de los mismos y se cálculo la media aritmética, la desviación típica estándar y los respectivos límites para el depurado de los datos.

**Tabla de registro de tiempos de circulación para las velocidades de punto**

FECHA :	LUNES 21/03/2011											
HORA :	12:00 - 13:00 pm											
ACCESO 1:	1											
<b>DATO (TIEMPO EN SEGUNDOS)</b>												
2	1,68	2,35	1,97	1,53	2,06	1,5	1,85	1,12	1,31	1,68	1,25	2,78
1,6	1,37	1,9	2,07	2,03	1,56	1,81	1,81	1,81	1,82	1,63	1,43	1,65
1,68	1,78	2,22	2,07	2,06	1,41	1,75	1,69	1,75	2,06	1,97	2	2,03
2,22	1,78	1,93	1,25	1,7	1,35	2	1,94	1,81	2,22	1,84	1,44	1,71
1,81	2,43	2,15	1,5	1,68	1,65	1,31	1,85	1,43	1,56	1,65	1,78	1,84
1,75	2	1,56	1,56	1,65	1,15	1,31	1,44	1,25	1,4	1,63	1,47	2,07
1,72	1,78	1,37	2,12	1,56	1,79	1,81	1,78	2,09	1,9	1,94	1,78	1,84
2,15	2,5	1,75	2,06	1,37	1,88	1,81	1,81	1,75	1,84	1,55	1,78	1,88
1,94	1,5	2	1,9	2,07	1,66	2	2	2	1,59	1,56	1,22	2,94
1,87	1,88	2,06	2	1,82	1,13	1,41	1,94	1,38	1,68	1,73	1,94	
1,97	1,78	1,12	1,94	2,13	1,78	2,18	1,94	1,38	2,06	1,68	1,44	
2,25	2,37	1,16	1,93	1,88	1,37	1,82	1,13	1,41	2,91	1,78	1,81	
2,12	1,78	1,15	1,44	2	1,69	1,78	1,53	1,97	1,4	1,5	1,63	
1,94	1,97	1,79	1,75	2	1,87	2,03	1,81	1,97	1,79	1,53	1,16	
4,43	1,91	2	2	1,36	1,59	2	1,81	1,87	1,75	1,19	1,75	
1,79	1,62	2	1,85	1,97	1,53	1,75	1,62	1,45	1,47	1,69	1,84	

2,31	1,97	1,97	1,81	1,72	2,25	2	1,09	1,47	1,78	1,5	1,65
1,91	2,25	2	1,59	1,53	1,91	1,66	1,56	1,32	1,91	1,65	1,93
1,84	2,41	1,91	1,9	1,19	1,75	1,82	1,94	1,62	1,75	2	1,1
1,75	2,15	1,97	2	1,97	1,81	1,5	1,63	1,5	1,47	1,84	1,53
2,09	1,9	2,06	2,03	1,81	1,41	1,84	1,03	1,69	2,09	1,88	2,03
1,18	2,03	1,88	1,87	1,53	1,72	2	1,57	1,35	2,22	1,35	1,32
1,35	2,1	2,03	1,65	1,94	1,44	1,59	1,41	1,69	1,5	1,68	1,82
1,41	1,78	2,09	1,65	2	2,04	1,38	2,03	1,54	1,97	1,78	2,1
2	1,78	1,91	1,66	1,22	2,09	1,72	1,34	2	1,72	1,88	1,78

**MEDIA** = 1,774  
**INF.**= 1,100

**DESV** = 0,337  
**SUP.**= 2,447

La siguiente tabla fue generada a partir de los datos de la anterior planilla que no fueron depurados o no resultaron desechados, en la misma se puede observar que existen espacios en la tabla ocupados por un signo diferente a los valores numéricos lo cual denota que el valor que correspondía a ese espacio fue depurado, y en la parte inferior izquierda se puede ver que se determinó la media aritmética de los valores no depurados.

**Tabla de depuración de datos**

DATOS DEPURADOS												
2	1,68	2,35	1,97	1,53	2,06	1,5	1,85	1,12	1,31	1,68	1,25	=
1,6	1,37	1,9	2,07	2,03	1,56	1,81	1,81	1,81	1,82	1,63	1,43	1,65
1,68	1,78	2,22	2,07	2,06	1,41	1,75	1,69	1,75	2,06	1,97	2	2,03
2,22	1,78	1,93	1,25	1,7	1,35	2	1,94	1,81	2,22	1,84	1,44	1,71
1,81	2,43	2,15	1,5	1,68	1,65	1,31	1,85	1,43	1,56	1,65	1,78	1,84
1,75	2	1,56	1,56	1,65	1,15	1,31	1,44	1,25	1,4	1,63	1,47	2,07
1,72	1,78	1,37	2,12	1,56	1,79	1,81	1,78	2,09	1,9	1,94	1,78	1,84
2,15	=	1,75	2,06	1,37	1,88	1,81	1,81	1,75	1,84	1,55	1,78	1,88
1,94	1,5	2	1,9	2,07	1,66	2	2	2	1,59	1,56	1,22	=
1,87	1,88	2,06	2	1,82	1,13	1,41	1,94	1,38	1,68	1,73	1,94	
1,97	1,78	1,12	1,94	2,13	1,78	2,18	1,94	1,38	2,06	1,68	1,44	
2,25	2,37	1,16	1,93	1,88	1,37	1,82	1,13	1,41	=	1,78	1,81	
2,12	1,78	1,15	1,44	2	1,69	1,78	1,53	1,97	1,4	1,5	1,63	
1,94	1,97	1,79	1,75	2	1,87	2,03	1,81	1,97	1,79	1,53	1,16	
=	1,91	2	2	1,36	1,59	2	1,81	1,87	1,75	1,19	1,75	
1,79	1,62	2	1,85	1,97	1,53	1,75	1,62	1,45	1,47	1,69	1,84	
2,31	1,97	1,97	1,81	1,72	2,25	2	=	1,47	1,78	1,5	1,65	
1,91	2,25	2	1,59	1,53	1,91	1,66	1,56	1,32	1,91	1,65	1,93	
1,84	2,41	1,91	1,9	1,19	1,75	1,82	1,94	1,62	1,75	2	1,1	
1,75	2,15	1,97	2	1,97	1,81	1,5	1,63	1,5	1,47	1,84	1,53	
2,09	1,9	2,06	2,03	1,81	1,41	1,84	=	1,69	2,09	1,88	2,03	
1,18	2,03	1,88	1,87	1,53	1,72	2	1,57	1,35	2,22	1,35	1,32	
1,35	2,1	2,03	1,65	1,94	1,44	1,59	1,41	1,69	1,5	1,68	1,82	

1,41	1,78	2,09	1,65	2	2,04	1,38	2,03	1,54	1,97	1,78	2,1
2	1,78	1,91	1,66	1,22	2,09	1,72	1,34	2	1,72	1,88	1,78

**MEDIA =** 1,756

- El procesamiento de la información para los volúmenes de peatones consistió sencillamente en la suma de los datos de las planillas de aforos para cada hora de cada día, una vez agrupados los valores se prosiguió a encontrar los respectivos promedios y así de esa manera se pudo obtener un valores por día correspondientes, para que finalmente se determinaran los promedios de los tres días.

### PROMEDIO DE VOLUMENES DE PEATONES

**Martes, jueves y sábado**

Tipo de Trafico	Dirección del Peatón		Volumen de las Direcciones	% del Peatón
Personas	A-B		23	8.49%
	B-A		23	8.49%
	B-C-D		36	13.29%
	D-C-B		45	16.61%
	D-E		25	9.23%
	E-D		24	8.86%
	E-F-A		23	8.49%
	A-F-E		42	15.50%
	F-G-C		14	5.17%
	C-G-F		16	5.90%
<b>SUMATORIA PROMEDIO TOTAL</b>			<b>271</b>	<b>100.00%</b>

**4.7. OBTENCIÓN DE RESULTADOS.-** Una vez realizado el correspondiente procesamiento de los datos se procedió con la obtención de los resultados mediante

metodologías establecidas por normas y por la Ingeniería de Tráfico estos resultados fueron los siguientes:

- En la encuesta realizada a los peatones se obtuvieron los porcentajes de las respuestas con sus respectivas gráficas los cuales arrojaron importante información constituyéndose esta en indicadores fundamentales para el presente estudio, a continuación se muestran los resultados de esta actividad los cuales son expuestos en tablas y gráficos.

1) .- ¿Qué motivo lo impulsa para que atraviese la vía por lugares no autorizados?

<b>RESPUESTA</b>	<b>Encuestados</b>	<b>%</b>
Voy de Afán	509	44,85
Carencia de sitios o dispositivos seguros para cruzar la vía	469	41,32
No opina no responde	157	13,83
<b>TOTAL =</b>	<b>1135</b>	

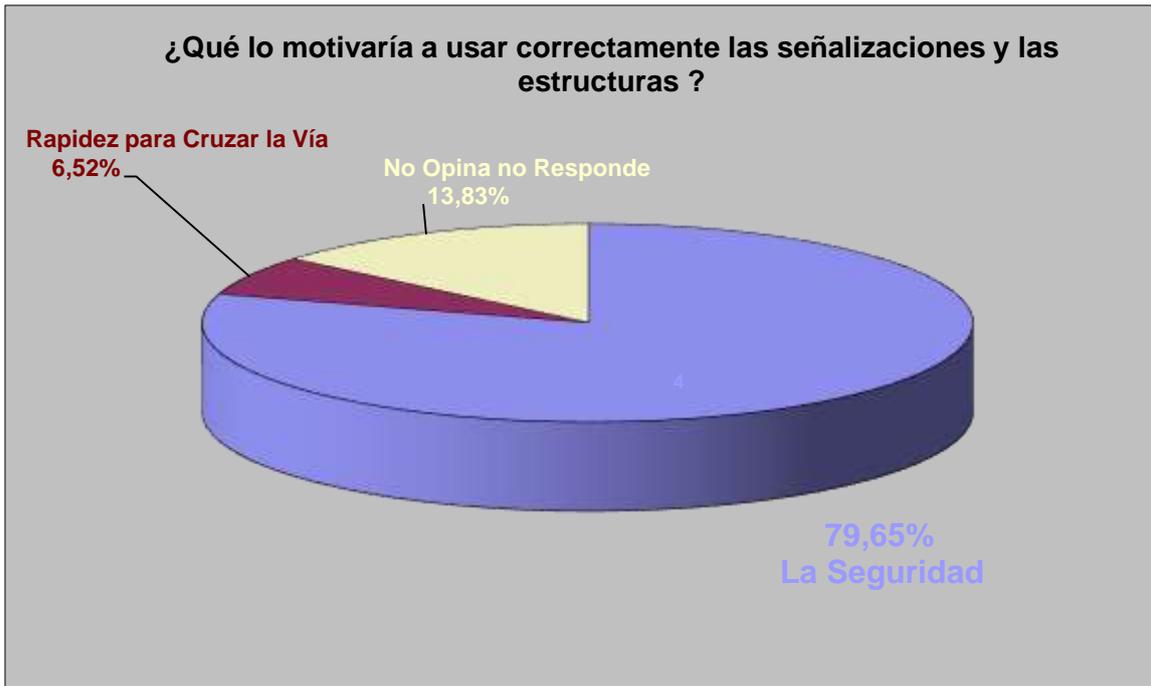
Los resultados de la primera pregunta anteriormente expuestos fueron plasmados en una gráfica consistente en un diagrama circular o torta, lo cual se hizo para su mejor entendimiento y por ende su mejor interpretación, la correspondiente gráfica se muestra a continuación:



2) .- ¿Que lo motivaría a usar correctamente las señalizaciones y las estructuras?

RESPUESTA	Encuestados	%
La Seguridad	904	79,65
Rapidez para cruzar la vía	74	6,52
No opina no responde	157	13,83
<b>TOTAL =</b>	<b>1135</b>	

Los resultados de la segunda pregunta anteriormente expuestos fueron plasmados en una gráfica consistente en un diagrama circular o torta, lo cual se hizo para su mejor entendimiento y por ende su mejor interpretación, la correspondiente gráfica se muestra a continuación:



- En el estudio de accidentes de tránsito se obtuvieron resultados referidos principalmente a cantidades con sus respectivos porcentaje, estos resultados se muestran a continuación en las siguientes tabla: (Esto multiplicado por un factor de accidentes no registrados de 1.5)

Cantidad de Accidentes de tránsito producidos en la zona urbana de la ciudad de Tarija y en la zona de estudio.

AÑO	CIUDAD	ZONA DE ESTUDIO			
	TOTAL	Nº de Accidentes	Fa (1.5)	TOTAL	%
2006	925	21	1.5	32.0	18.82%
2007	933	26	1.5	39.0	22.94%
2008	760	19	1.5	29.0	17.06%
2009	849	21	1.5	32.0	18.82%
2010	893	25	1.5	38.0	22.35%
<b>MEDIA =</b>					

**Resultados de los volúmenes de tráfico vehicular**

**Movimiento direccional de los vehículos**

**Acceso 1**

ACCESO 1			
Nº de vehículos	256	490	199
% de giros	27.09	51.85	21.06

### Acceso 2

<b>ACCESO 2</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	272	41
<b>% de giros</b>	86.90	13.10

### Acceso 3

<b>ACCESO 3</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	341	12
<b>% de giros</b>	96.60	3.40

### Acceso 4

<b>ACCESO 4</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	151	384
<b>% de giros</b>	28.22	71.78

### Acceso 5

<b>ACCESO 5</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	119	111
<b>% de giros</b>	51.74	48.26

## Resultados de las velocidades del tráfico vehicular

### Velocidad instantánea o de punto

Lunes

Hora: 7:00 – 8:00

Fecha	Acceso	1	3	5b	5s
14-03-2011	Vel.(Km/Hr)	53.79	58.61	35.84	35.94
21-03-2011	Vel.(Km/Hr)	52.34	53.41	36.21	35.20
28-03-2011	Vel.(Km/Hr)	54.00	50.66	35.78	35.54

04-04-2011	Vel.(Km/Hr)	54.74	55.11	36.13	35.78
	<b>Media</b>	53.72	54.45	35.99	35.61

**Hora: 12:00 – 13:00**

<b>Fecha</b>	<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
14-03-2011	Vel.(Km/Hr)	53.12	59.59	36.95	34.23
21-03-2011	Vel.(Km/Hr)	51.79	68.22	35.10	35.03
28-03-2011	Vel.(Km/Hr)	55.80	51.09	37.73	39.76
04-04-2011	Vel.(Km/Hr)	52.65	56.58	37.22	37.60
	<b>Media</b>	53.34	58.87	36.75	36.65

**Hora: 18:00 – 19:00**

<b>Fecha</b>	<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
14-03-2011	Vel.(Km/Hr)	49.52	53.32	35.29	36.87
21-03-2011	Vel.(Km/Hr)	52.27	52.43	35.64	34.31
28-03-2011	Vel.(Km/Hr)	54.83	54.17	36.51	37.08
04-04-2011	Vel.(Km/Hr)	54.87	55.14	36.75	35.05
	<b>Media</b>	52.85	53.76	36.05	35.83

**Miércoles**

**Hora: 7:00 – 8:00**

<b>Fecha</b>	<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
16-03-2011	Vel.(Km/Hr)	50.77	54.07	35.31	36.52
23-03-2011	Vel.(Km/Hr)	51.08	52.55	35.41	35.61
30-03-2011	Vel.(Km/Hr)	51.01	54.22	36.27	37.14
06-04-2011	Vel.(Km/Hr)	52.75	56.72	39.23	38.17
	<b>Media</b>	51.40	54.39	36.56	36.86

**Hora: 12:00 – 13:00**

<b>Fecha</b>	<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
16-03-2011	Vel.(Km/Hr)	51.72	60.92	36.30	37.53
23-03-2011	Vel.(Km/Hr)	53.98	56.44	33.52	34.46
30-03-2011	Vel.(Km/Hr)	54.13	55.68	38.95	36.35
06-04-2011	Vel.(Km/Hr)	62.60	59.98	38.25	36.59
	<b>Media</b>	55.61	58.25	36.75	36.23

#### **Hora: 18:00 – 19:00**

<b>Fecha</b>	<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
16-03-2011	Vel.(Km/Hr)	51.37	51.45	34.70	35.50
23-03-2011	Vel.(Km/Hr)	50.82	53.65	40.04	34.34
30-03-2011	Vel.(Km/Hr)	52.34	54.00	33.68	33.05
06-04-2011	Vel.(Km/Hr)	53.88	55.33	36.08	37.12
	<b>Media</b>	52.10	63.61	36.13	35.00

#### **Viernes**

#### **Hora: 7:00 – 8:00**

<b>Fecha</b>	<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
18-03-2011	Vel.(Km/Hr)	52.60	55.76	36.95	38.80
25-03-2011	Vel.(Km/Hr)	54.98	57.06	35.86	34.96
01-04-2011	Vel.(Km/Hr)	54.99	57.47	41.76	36.99
08-04-2011	Vel.(Km/Hr)	54.39	55.66	36.25	38.75
	<b>Media</b>	54.24	56.49	37.71	37.38

#### **Hora: 12:00 – 13:00**

<b>Fecha</b>	<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
18-03-2011	Vel.(Km/Hr)	60.23	54.04	37.15	37.39
25-03-2011	Vel.(Km/Hr)	55.02	54.68	38.44	38.08
01-04-2011	Vel.(Km/Hr)	52.83	59.29	37.75	34.43

08-04-2011	Vel.(Km/Hr)	49.24	55.58	39.11	42.41
	<b>Media</b>	54.33	56.40	38.11	38.08

**Hora: 18:00 – 19:00**

<b>Fecha</b>	<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
18-03-2011	Vel.(Km/Hr)	50.00	54.66	37.97	36.92
25-03-2011	Vel.(Km/Hr)	56.88	56.17	38.88	38.19
01-04-2011	Vel.(Km/Hr)	50.38	58.10	37.14	35.28
08-04-2011	Vel.(Km/Hr)	55.69	57.55	38.95	38.03
	<b>Media</b>	53.24	56.62	38.23	37.10

**Promedio de los tres días**

**Hora: 7:00 – 8:00**

<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
<b>Vel. (Km/Hr)</b>	52.121	55.108	36.751	36.617

**Hora: 12:00 – 13:00**

<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
<b>Vel. (Km/Hr)</b>	54.425	57.840	37.206	36.988

**Hora: 18:00 – 19:00**

<b>Acceso</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5b</b>	<b>5s</b>
<b>Vel. (Km/Hr)</b>	52.729	54.663	36.803	35.979

**Promedio final**

<b>Acceso</b>	<b>Velocidad (Km/Hr)</b>
<b>1</b>	53.425
<b>3</b>	55.871
<b>5b</b>	36.920
<b>5s</b>	36.528

- Para los volumen de tránsito peatonal se determinó el volumen de circulación peatonal media para cada hora, es decir para las tres horas “pico” , estos valores fueron obtenidos a través del promedio de los promedios de los tres días en sus respectivas horas, además se determinó el volumen peatonal máximo promedio horario, el cual fue establecido como el volumen horario de mayor valor numérico de todos los registrados durante el mes de aforamiento del tránsito peatonal, los resultados finales para esta actividad se muestran a continuación en las siguientes tablas:

**PROMEDIO DE VOLUMENES DE PEATONES**

<b>Tipo de Trafico</b>	<b>Dirección del Peatón</b>		<b>Volumen de las Direcciones</b>	<b>% del Peatón</b>
Personas	A-B		23	8.49%
	B-A		23	8.49%
	B-C-D		36	13.29%
	D-C-B		45	16.61%
	D-E		25	9.23%
	E-D		24	8.86%
	E-F-A		23	8.49%
	A-F-E		42	15.50%
	F-G-C		14	5.17%
	C-G-F		16	5.90%
<b>SUMATORIA PROMEDIO TOTAL</b>			<b>271</b>	<b>100.00%</b>

Todos estos parámetros indicativos y cuantitativos obtenidos en las respectivas actividades contempladas por el presente estudio anteriormente expuestos permitieron identificar concretamente las características al entorno del problema planteado y de esta manera proceder al análisis de los mismos.

**4.8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.-** Concluido el procesamiento de datos y la obtención de resultados se prosiguió a realizar un análisis detallado y minucioso a cerca de la magnitud y las características de los resultados que nos permitirán tener una idea mucho más clara y concreta de lo que expresan los mismos.

- Las encuestas a las personas concurrentes a la zona de estudio nos dieron el siguiente análisis:

Lo que se pudo analizar e interpretar con las respuestas a la primera pregunta que fue:

¿Qué motivo lo impulsa para que atraviese la vía por lugares no autorizados para ello?

Se obtuvo un resultado en el cual el 44,85 % de los peatones respondió diciendo que el principal motivo es que “voy de afán”.

Se puede entender que el afán es una razón poderosa para el peatón y se tiene la creencia de que esta, es suficiente para ser absuelto de cualquier falta o imprudencia que se cometa. La realidad última es que el comportamiento apropiado del peatón en la vía pública se percibe como el de emplear el trayecto más corto entre los puntos en los que se desplaza y preservar la vida y su integridad física.

En la misma pregunta el 41,32 % respondió que la carencia de una zona segura o de algún dispositivo para el paso peatonal, o la omisión que hacen conductores con las escasas e ineficientes señales existentes en la zona. Esta respuesta demuestra que la gente no identifica con facilidad los dispositivos que existen, aunque también es cierto que se presentan deficiencias serias en cuanto a la existencia y señalización de los pasos peatonales a nivel o líneas de cebra, y además de esto el conductor en muchas ocasiones no los respeta, los invade o simplemente los omite como es el caso de las líneas de cebra y de los semáforos de precaución existentes en la zona.

El 13,83 % de los encuestados no opina no responde.

Analizando las respuestas se pudo averiguar que la falta de atención y la imprudencia de los peatones puede ser un factor influyente en la producción de accidentes de tránsito en los que ellos se ven involucrados. Mediante las respuestas también pudo averiguarse que la carencia de un elemento o dispositivo vial que pueda brindar seguridad a los peatones al momento de cruzar la vía y la imprudencia de algunos conductores contribuyen a que el peatón pueda cometer alguna falta o desatención, y a raíz de esto sufra algún accidente de tránsito peatonal.

Pero también se pudo evidenciar que el peatón entiende que para evitar las consecuencias de un descuido o la falta de atención en la vía, es necesario utilizar los elementos viales que detengan a excesiva velocidad de los automóviles y que mejor que un rompe-muelle para evitar la excesiva velocidad y para evitar que los vehículos se salgan de la vía barandas de contención que amortigüen el golpe de los vehículos. Esta percepción se pudo evidenciar mediante la segunda pregunta y sus respectivas respuestas.

En la segunda pregunta formulada que fue ¿Qué lo motivaría a usar correctamente las señalizaciones y las estructuras?, en la cual se obtuvieron las siguientes respuestas las cuales también fueron analizadas.

El 79,65 % de las personas que dijo hacerlo respondió que la razón que los motivaría a usarlos es la seguridad.

Mediante el análisis de esta respuesta se pudo advertir que el peatón conoce la importancia de utilizar los dispositivos viales, pero no es consciente de que debe usarlos. También el peatón sabe la importancia de emplear correctamente los dispositivos viales y lo asume de una manera subjetiva, porque lo ha visto hacer a los demás. Esta manera subjetiva con que se conoce la importancia de utilizar los elementos viales, debe ser un complemento de una formación coherente, objetiva del peatón, no la única.

El 6,52 % de los peatones dijo que la razón que los motivaría sería la rapidez para poder cruzar la vía o por razones de demoras para atravesarla.

Esto nos indica que en menor medida la gente piensa que la implementación de mas señalización y de estructuras que eviten la excesiva velocidad de los vehículos, serviría tan solamente para poder cruzar la vía en el tiempo más corto posible, lo cual tiene algo de veracidad pero no es el propósito principal de los mencionados elementos viales.

El 13,83 % de los encuestados no opina no respondió.

- Los resultados obtenidos en el estudio de accidentes de tránsito nos indican que el total de los accidentes que se producen es aproximadamente el  $(2.57*1.5) = 3.86$  % se suscitan en la zona de estudio, esto representa un elevado porcentaje con relación a la zona urbana de la ciudad, considerando que el área de estudio no es muy extensa debido a que solo está constituida por un tramo de un kilómetro de longitud de la avenida Jaime Paz Zamora.

Con relación a los accidentes registrados en el sitio de estudio o punto de mayor conflicto peatonal considerado por el estudio se determinó que a lo largo de cinco años se produjeron 74 accidentes de tránsito de los cuales 33 fueron atropellos a peatones, que representa el 44.59 % del total, cifra por demás elevada lo cual nos indica en términos más sencillos que de cada 10 accidentes que se producen en este punto 5 son atropellos a peatones, lo cual evidencia el enorme riesgo al que están expuestos los peatones que circulan por este sitio y que para contrarrestar este grave inconveniente es necesario la implementación de un elemento vial para mejorar la seguridad de la zona.

También se pudo observar que la producción de accidentes de tránsito peatonal en el mencionado sitio de estudio sufrió un incremento en los últimos tres años ( de 5 en el 2008 a 7 en el 2009 y 10 en el 2010), lo que nos indica que con el pasar de los años es evidente que el tráfico vehicular y peatonal va en ascenso, y de esa manera el riesgo la inseguridad y el peligro a que la gente sufra algún accidente de tránsito peatonal es directamente proporcional a este ascenso si no se toman medidas que contrarresten este problema.

En cuanto a la gravedad de los daños personales como consecuencia de los accidentes de tránsito producidos en el sitio de estudio se registró que el 28,30 % son accidentes con consecuencias relacionadas a fracturas medias y lesiones leves, el 64,15 % Poli contusiones y politraumatismos, y finalmente el 7,55 % fueron accidentes que registraron daños personales muy serios que derivaron a terapias intensivas con diagnóstico reservado de los cuales todos fueron a consecuencia de atropellos y esto se debe a un factor incidente que es la elevada velocidad de circulación de los vehículos que transitan por este punto e influye en gran medida en la severidad de los daños personales que registran los accidentes de tránsito peatonal, en cuanto al índice de peligrosidad se evidencio que este es elevado para las condiciones del entorno de la vía, lo cual corrobora la peligrosidad de la zona.

Estos indicadores accidente lógicos demuestran que el sitio más conflictivo de la zona de estudio puede ser considerado como un sitio peligroso para el tránsito peatonal y que para mitigar y prevenir los sucesos negativos que fueron expuestos anteriormente es sumamente necesario aplicar medidas de carácter técnico relacionados a la implementación de algún o algunos elementos viales con el fin de mejorar la seguridad del tránsito peatonal de la zona.

- En el estudio del tránsito vehicular se pudo constatar con los resultados obtenidos que la avenida Jaime Paz Zamora es una si no la de mayor concentración de tránsito vehicular de la ciudad debido a que los volúmenes que se registraron denotan elevadas cantidades de tráfico vehicular, y esto se lo puede evidenciar en los resultados, de los volumen de tránsito vehicular, volumen de velocidad de punto y volumen de peatones.
- En el estudio de velocidades instantáneas o de punto en función a los resultados obtenidos se puede considerar a la avenida Jaime Paz Zamora como una vía de alta velocidad sobre todo por las velocidades de circulación media que presentan los

accesos unidireccionales que son de 53,43 Km./Hr. y en el acceso tridireccionales de bajada que son de 55,87 Km./Hr.

- Analizando los resultados obtenidos en el estudio del tránsito peatonal se puede evidenciar que la zona de la Rotonda de San Gerónimo es de gran concurrencia peatonal debido a que presenta un volumen de tránsito promedio horario mayor a 271 personas por hora.

**4.9. DETERMINACIÓN O SUGERENCIAS DE POSIBLES SOLUCIONES.-** Una vez analizado el comportamiento del tráfico en general y los problemas que se producen con este tipo de tránsito combinado entre vehículos y peatones que se presenta en la zona de estudio y en función a los resultados que arrojaron las encuestas y los del estudio de accidentes de tránsito se procedió a determinar en qué medida es factible la implementación de mas señalización, rompe-muelles, barandas de contención y pasos a desnivel (pasarelas) y un paso vial tipo túnel.

Tomando en cuenta una Maestría en Ingeniería Vial, en su módulo de Seguridad Vial y Accidentología, de la Universidad Nacional de Rosario de la República de Argentina se obtuvo un artículo que describe las principales metodologías disponibles para la identificación de Lugares Peligrosos basado en un enfoque accidentológico.

La metodología adoptada por este proyecto para realizar el análisis de factibilidad del presente estudio fue la Metodología Española, debido a la simplicidad de esta en su aplicación ya que los datos que se requieren para la determinación de sus variables en el proceso de cálculo pueden ser obtenidos y determinados sin mayores problemas en nuestro medio, también a que esta metodología ya fue utilizada en algunos países latinoamericanos aunque no en mayor escala y principalmente debido a que nuestro país no cuenta con metodologías claramente establecidas para la identificación y determinación de zonas peligrosas y propensas a la producción de accidentes de tránsito.

El propósito de esta metodología es el de identificar y establecer si un tramo (de 1 Km. de longitud) puede ser considerado o no como un Lugar Peligroso o un Tramo de Concentración de Accidentes en función a su historial accidentológico, tráfico vehicular y el entorno alrededor de la vía, los cuales son sometidos a un procedimiento en el cual se determinan parámetros que deben cumplir ciertos criterios y condicionantes que definen si el tramo en análisis es o no un Lugar Peligroso. Para llevar a cabo el

mencionado procedimiento previamente se determinaron los siguientes valores que se constituyen en datos necesarios para su realización:

**DATOS:**

$$\text{TPD} = 22680 \text{ veh./día}$$

$$\text{IP} = 50.27$$

$$\text{Nº Accidentes/año}_2 = 17$$

$$\text{IPM}_5 = 43.70$$

$$\text{IPM}_2 = 43.45$$

$$\sum \text{ACV}_5 = 89$$

$$\sum \text{ACV}_2 = 34$$

$$\sum \text{ACV}_{\text{ua}} = 20$$

$$\sum \text{ACV}_{\text{aa}} = 14$$

**DONDE:**

**TPD** = Tránsito Promedio Diario

**IP** = Índice de peligrosidad

**Nº Accidentes/año<sub>2</sub>** = Número de Accidentes con Víctimas por año registrados en los dos últimos años.

**IPM<sub>5</sub>** = Índice de peligrosidad medio de los últimos 5 años.

**IPM<sub>2</sub>** = Índice de peligrosidad medio de los últimos 2 años.

$\sum \text{ACV}_5$  = Suma de los accidentes con víctimas de los últimos 5 años.

$\sum \text{ACV}_2$  = Suma de los accidentes con víctimas de los últimos 2 años.

$\sum \text{ACV}_{\text{ua}}$  = Suma de los accidentes con víctimas del últimos año.

$\sum \text{ACV}_{\text{aa}}$  = Suma de los accidentes con víctimas del año anterior.

El procedimiento se lo efectuó de la siguiente manera; para comenzar con el análisis primeramente se procedió a la aplicación del Primer Criterio para el cual se debió verificar que los datos cumplieran las primeras condiciones que hace mención el método español en su Cuadro N° 1 , que dice que para el caso de autovías con un TMDA o TPD menor a 40000 veh./día en Índice de Peligrosidad debe ser mayor o igual que 40 o si no que el número de accidentes por año sea mayor o igual que 5 en los dos últimos años.

**PRIMER CRITERIO:**

$$\text{Para un TPD} < 40000 \text{ veh./día} \quad \Rightarrow \quad 22680 < 40000$$

**1ª Condición**

$$\begin{array}{l}
 \text{2ª Condición} \\
 \text{Nº Accidentes/año} \geq 40
 \end{array}
 \Rightarrow
 \begin{array}{l}
 50.27 \geq 40 \\
 50.27 \geq 40
 \end{array}
 \Rightarrow
 \begin{array}{l}
 \text{Cumple!} \\
 \text{Cumple!}
 \end{array}$$

Una vez aplicado el primer criterio se procedió a emplear el Segundo Criterio, para el cual primeramente con el valor del TPD se ingresó al Cuadro o Tabla N° 3 para determinar el valor de las constantes P y N, y de esa forma seguir con el procedimiento del mencionado criterio de identificación, comparando los valores de los datos con las ecuaciones planteadas en el Cuadro N° 2.

Los valores de las constantes P y N dependen del tipo de vía, el TPD y el entorno o desarrollo al costado de la vía, las cuales fueron determinadas de la siguiente manera:

### SEGUNDO CRITERIO:

**Para una Autovía Urbana con un TPD entre 15000 – 20000 veh./día (TPD = 22680)**

Los valores de las constantes son: **P = 20.0 y N = 5**

Pero como para nuestro caso el valor del TPD no toma en cuenta el sentido de circulación las constantes P y N debieron ser multiplicadas por 2 como lo estipula la metodología, dando un resultado de:

$$P = 40 \quad \text{y} \quad N = 10$$

Primeramente se debió cumplir las siguientes condiciones:

$$IPM_5 \geq P \quad \text{y} \quad \sum ACV_5 \geq N$$

#### 1ª Condición

$$IPM_5 \geq P \quad \Rightarrow \quad 43.70 \geq 40 \quad \text{Cumple!}$$

#### 2ª Condición

$$\sum ACV_5 \geq N \quad \Rightarrow \quad 89 \geq 10 \quad \text{Cumple!}$$

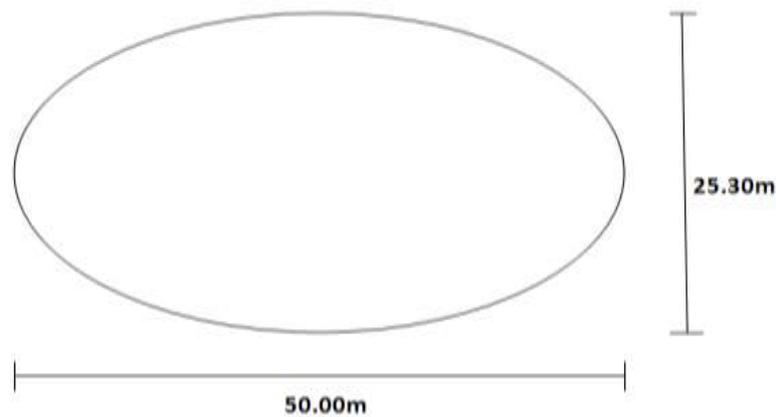
Una vez cumpliendo las anteriores condiciones se procedió a realizar la verificación de que el tramo en estudio deba cumplir por lo menos uno de los siguientes cuatro criterios:

$$\begin{array}{l}
 \text{CRITERIO I} \\
 \text{CRITERIO II}
 \end{array}
 \Rightarrow
 \begin{array}{l}
 P_M \geq P/2 \quad \text{y} \quad IP_w \geq P/2 \\
 IPM_2 \geq 2P/3
 \end{array}$$





**5.1. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DE LA ROTONDA EN ESTUDIO.-** nuestra rotonda en estudio es de forma ovoidal o elíptica.



- **Ancho de sus accesos**

Estos varían por la complejidad de la zona de estudio por ejemplo:

Acceso 1° = 9.40m

Acceso 2° = 8.10m

Acceso 3° = 7.20m

Acceso 4° = 9.90m

Acceso 5° = 8.70m



- **Radio.-** Como se trata de rotonda ovoidal no tiene un radio uniforme y según la clasificación de los diámetros interior y exterior se trata de una rotonda grande.

- **Sobre anchó.-** El sobre ancho de las aceras que tiene los diferentes accesos son amplios y las cuales las que se encuentran sobre la Av. Jaime Paz Zamora también cuentan con jardineras como se pude evidenciar en los planos de levantamiento de detalles,

**5.1.1. Análisis.-** después de leer y observar el manual de diseño de rotondas y consultando a la Oficialía Mayor Técnica de la alcaldía municipal de la ciudad de Tarija quienes son los encargados y responsables del diseño de las diferentes obras y estructuras que se realizan en nuestra ciudad nos pudimos constatar.

Que la rotonda de “San Gerónimo” cumple en algunas especificaciones del manual de diseño de rotondas, en otras no cumple y charlando con la Ingeniera: Elizabeth fuentes de la Oficialía Mayor Técnica de la alcaldía municipal de la ciudad de Tarija quien nos explico que el Arquitecto encargado del diseño de la remodelación de la rotonda “San Gerónimo” se tuvo que bazar mas en criterios técnicos que en el manual de diseño de rotondas, esto por la complejidad de la zona de estudio.

Ya que alrededor de la zona de estudio que se está analizando existían obras y estructuras que ya no se podían mover.

**Cumple:**

- Islote central
- Ángulos de las vías y los ramales de entrada
- Visibilidad

**No cumple:**

- Anchura de la calzada anular
- Peralte
- Capacidad
- Ámbito de aplicación

**5.2. JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS O ESTRUCTURAS A IMPLEMENTARSE.-** después de recopilar y analizar la información de la Unidad Operativa de Transito de la ciudad de Tarija, del instituto nacional de estadística (INE) el alto porcentaje de accidentes en la zona de estudio y analizando los volúmenes de tráfico vehicular y peatonal y el aforamiento de velocidad de punto nos pudimos constatar que las principales causas de los accidentes de tránsito son: (**Velocidad, Ebriedad, Imprudencia, etc.**)

De ahí que planteamos la implementación de más señalización y el diseño de las diferentes obras o estructuras para poder solucionar los diferentes accidentes o al menos disminuirlos.

**5.3. ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MÁS SEÑALIZACIÓN DE PREVENCIÓN.-** De acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes aforos tanto vehicular, peatonal y velocidad. Y analizando la respuesta de la pregunta 2 de encuesta realizado donde decía ¿Que lo motivaría a usar correctamente las señalizaciones y las estructuras? como se puede apreciar en los siguientes cuadros:

**VOLUMENES**  
**Movimiento direccional de los vehículos**

**Acceso 1**

ACCESO 1			
Nº de vehículos	256	490	199
% de giros	27.09	51.85	21.06

**Acceso 2**

ACCESO 2		
Nº de vehículos	272	41
% de giros	86.90	13.10

**Acceso 3**

ACCESO 3		
Nº de vehículos	341	12
% de giros	96.60	3.40

**Acceso 4**

ACCESO 4		
Nº de vehículos	151	384
% de giros	28.22	71.78

**Acceso 5**

ACCESO 5		
Nº de vehículos	119	111
% de giros	51.74	48.26

**Promedio de volúmenes de peatones**

Tipo de Trafico	Dirección del Peatón		Volumen de las Direcciones	% del Peatón
Personas	A-B		23	8.49%
	B-A		23	8.49%
	B-C-D		36	13.29%
	D-C-B		45	16.61%
	D-E		25	9.23%
	E-D		24	8.86%
	E-F-A		23	8.49%
	A-F-E		42	15.50%

	F-G-C		14	5.17%
	C-G-F		16	5.90%
<b>SUMATORIA PROMEDIO TOTAL</b>			<b>271</b>	<b>100.00%</b>

### Promedio de los tres días

Hora: 7:00 – 8:00

Acceso	1	3	5b	5s
Vel. (Km/Hr)	52.121	55.108	36.751	36.617

Hora: 12:00 – 13:00

Acceso	1	3	5b	5s
Vel. (Km/Hr)	54.425	57.840	37.206	36.988

Hora: 18:00 – 19:00

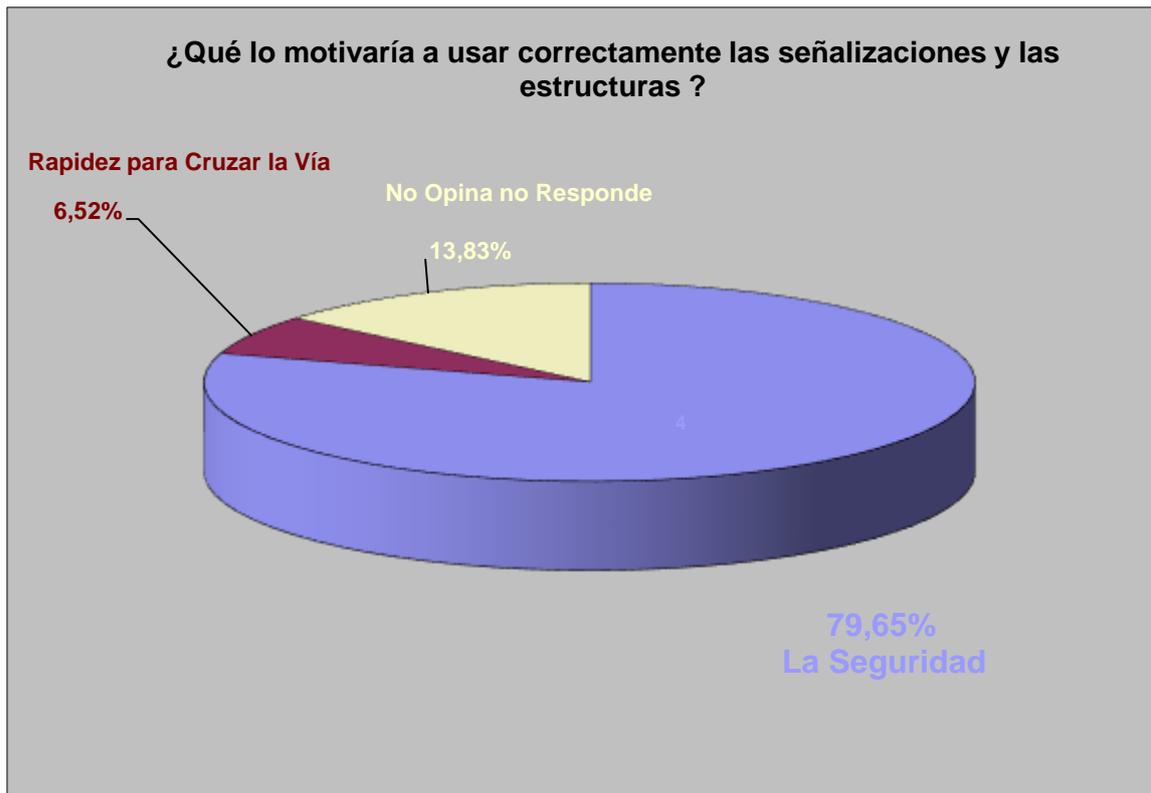
Acceso	1	3	5b	5s
Vel. (Km/Hr)	52.729	54.663	36.803	35.979

#### Promedio final

Acceso	Velocidad (Km/Hr)
1	53.425
3	55.871
5b	36.920
5s	36.528

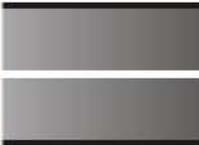
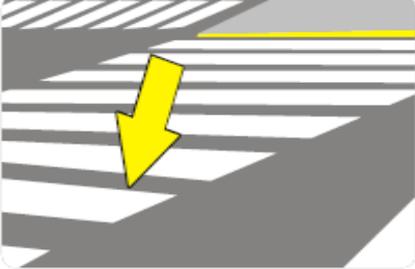
### Que lo motivaría a usar correctamente las señalizaciones y las estructuras

RESPUESTA	Encuestados	%
La Seguridad	904	79,65
Rapidez para cruzar la vía	74	6,52
No opina no responde	157	13,83
<b>TOTAL =</b>	<b>1135</b>	



Podemos observar que según el cuadro de volúmenes de tráfico vehicular el acceso 1 y el acceso 3 son los accesos de mayor volumen de tráfico vehicular en comparación a los demás accesos y también podemos apreciar en el cuadro de velocidades de punto que estos accesos también son los accesos de mayor velocidad de punto. Y también se puede apreciar en el cuadro de volúmenes de peatones que mayor afluencia de peatones circulan transversalmente estos accesos y observando la respuesta de la encuesta realizada plasmada en un diagrama circular donde el 79.65% de las personas dicen que si utilizarían las distintas señalizaciones a implementar. Después de hacer este análisis y según estudios que dicen donde existe grandes concentraciones de volúmenes de tráfico vehicular y peatonal y velocidad de punto considerable, mayor es la posibilidad de ocurrencia de accidentes, por esto sugerimos la implementación de más señalización que puede ser:

Letreros de prevención y señalización en la vía.-

 <p>Señal: Pare. (R-1)</p>	<p>Indica a los conductores que deberán efectuar la detención de su vehículo.</p>	 <p>Señal: Velocidad máxima. (R-30)</p>	<p>Indica la velocidad máxima permitida a la cual podrán circular los vehículos.</p>
 <p>Señal: Intersección rotatoria. (P-15)</p>	<p>Esta señal se utiliza para advertir al conductor la proximidad de una intersección rotatoria (óvalo o rotonda).</p>	 <p>Señal: Sentido del tránsito. (R-14A)</p>	<p>Indica al conductor el sentido de circulación en una determinada vía.</p>
 <p>Señal: Proximidad de un semáforo. (P-55)</p>	<p>Advierte al conductor la proximidad de una intersección aislada controlada por un semáforo.</p>	 <p>Señal: Paradero de ómnibus. (I-20)</p>	<p>Se utiliza para indicar los paraderos del servicio de transporte público de pasajeros. A esta señal se le puede adicionar una placa complementaria indicando las líneas de transporte público que utilizan el paradero.</p>
 <p>Línea central continua.</p>	<p>Indica división de carriles opuestos y a la vez prohíbe la maniobra de sobrepasar a otro vehículo.</p>	 <p>La doble línea continua.</p>	<p>Establece una barrera imaginaria que separe las corrientes de tránsito en ambos sentidos. Prohíbe sobrepasar la línea a los vehículos que circulan por ambos sentidos.</p>
 <p>Líneas de paso peatonal.</p>		<p>Tanto en las áreas urbanas como rurales, indican al peatón por dónde debe cruzar la pista.</p>	

Esta señalización sería implementada en la llegada a los diferentes accesos como prevención que se aproxima una zona de peligro y otras señalizaciones en la zona misma las cuales irán en puntos estratégicos previamente determinados.

También podemos recomendar la implementación de un semáforo vehicular con dos brazos y paso de cebra en la intersección de la avenida Jaime Paz Zamora y José Arce ya que en esta intersección existe un volumen considerable de personas a fluyente para tomar vehículos públicos.

**5.4. ANÁLISIS DEL DISEÑO DE ROMPEMULLES.-** Analizando en cuadro de velocidades y el cuadro de registro de consecuencias de los accidentes producidos en el sitio de estudio que puede observar en los siguientes cuadros:

**Promedio de los tres días**

**Hora: 7:00 – 8:00**

Acceso	1	3	5b	5s
Vel. (Km/Hr)	52.121	55.108	36.751	36.617

**Hora: 12:00 – 13:00**

Acceso	1	3	5b	5s
Vel. (Km/Hr)	54.425	57.840	37.206	36.988

**Hora: 18:00 – 19:00**

Acceso	1	3	5b	5s
Vel. (Km/Hr)	52.729	54.663	36.803	35.979

**Promedio final**

Acceso	Velocidad (Km/Hr)
1	53.425
3	55.871
5b	36.920
5s	36.528

**Tabla de registro de consecuencias de los accidentes producidos en la zona de estudio**

ACCIDENTE	AÑO					TOTAL	%
	2006	2007	2008	2009	2010		
Atropello a peatón	5	6	5	7	10	33	44.59%
Colisión de vehículo y ciclista	2	0	2	1	0	5	6.76%
Choque a vehículo detenido	2	1	1	2	1	7	9.46%
Vuelco de vehículo	1	0	0	0	0	1	1.35%
Choque a vehículo estacionado	2	1	1	1	2	7	9.46%
Atropello a ciclista	0	2	0	0	0	2	2.70%
Choque a vehículo por alcance	0	1	1	1	1	4	5.41%

Colisión de vehículos	1	2	0	1	1	5	6.76%
Choque a objeto fijo	0	1	1	0	0	2	2.70%
Roce de vehículo a motocicleta	0	1	1	0	0	2	2.70%
Caída de motociclista	1	2	0	0	2	5	6.76%
Roce de vehículo a peatón	0	0	0	1	0	1	1.35%
<b>SUMA</b>	14	17	12	14	17	74	

Como podemos apreciar en el cuadro de accidentes el mayor porcentaje son: atropello a peatones (44.59%), choque a vehículos detenidos (9.46%) y analizando el cuadro de velocidades de punto podemos ver que la velocidad en los accesos 1es de (53.43 kl/hrs) y en el accesos 3 es de (55.87 kl/hrs) son velocidades considerables, y como una de las estructuras civiles para controlar el exceso de velocidad es el rompe-muelle de ahí que recomendamos la implementación de rompe- muelles en los accesos 1y 3 a todo lo ancho de todo su acceso esto para controlar la velocidad del tráfico vehicular y los accesos 2 y 4 solo en los carriles de entrada a la zona de estudio. Estas estructuras estarán emplazadas 100 mts. Antes de del paso de cebr de cada acceso, esto con el fin de que haiga una distancia suficiente para que los vehículos leguen a la zona de estudio con una velocidad baja y controlada para que así haya mayor seguridad.

Una vez realizado las averiguaciones correspondiente en el internet y consultando a diferentes ingenieros de la carrera y a la oficialía mayor técnica de alcaldía de la ciudad de Tarija para saber que normas existían para el diseño de rompe-muelles, nos pudimos constatar que existe ninguna norma que rija para diseñar los distintos rompe-muelles.

Platicando con el Ingeniero: Osvaldo Antelo quien es el jefe del departamento de asfaltos y el encargado de colocar los distintos rompe-muelles que hay en la ciudad de Tarija, nos dijo que el diseño de un rompe-muelle solo se lo diseña a criterio técnico del diseñador, donde había algunos criterios que se tomaban en cuenta como ser: la zona donde se desea colocar (plaza, colegio, rotonda, avenida, calle, etc.), el flujo vehicular, la velocidad de diseño y tipos de vehículo que circula (pesado, liviano), y también dijo que se coloca los rompe-muelles que están de moda.

Y que para esto no había ningún cálculo solo una descripción detallada del material, la forma y sus dimensiones del rompe-mulle, en donde el recomendó de acuerdo a la zona de estudio el rompe-muelle denominado “lomo de pescado” el cual es de asfalto, para que haiga una buena adherencia con el asfalto de la avenida y de las calles adyacentes.

Detalle de los rompe-muelles a implementar: una altura de 0.05mts. Y un ancho de 2mts.

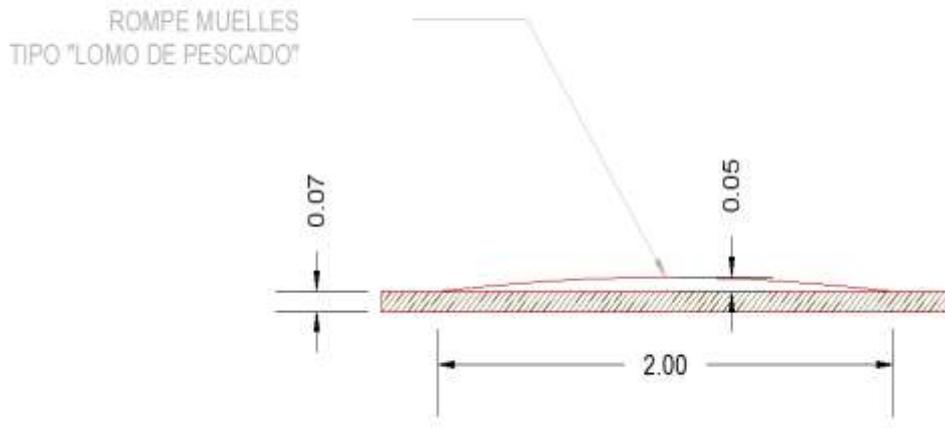


Fig. 5.4a. perfil transversal del rompe-muelle



Fig. 5.4b. perfil longitudinal del rompe-muelle

**5.5. ANÁLISIS DEL DISEÑO DE BARANDAS DE CONTENCIÓN.-** Analizando en cuadro de velocidades el cuadro de registro de consecuencias de los accidentes producidos en el sitio de estudio y los resultados de la encuesta realizada a las personas que concurren por la zona de estudio en la pregunta 1 ¿Qué motivo lo impulsa para que atraviese la vía por lugares no autorizados? que se puede observar en los siguientes cuadros y diagrama:

**Promedio de los tres días**

Hora: 7:00 – 8:00

Acceso	1	3	5b	5s
Vel. (Km/Hr)	52.121	55.108	36.751	36.617

Hora: 12:00 – 13:00

Acceso	1	3	5b	5s
Vel. (Km/Hr)	54.425	57.840	37.206	36.988

Hora: 18:00 – 19:00

Acceso	1	3	5b	5s
Vel. (Km/Hr)	52.729	54.663	36.803	35.979

Promedio final

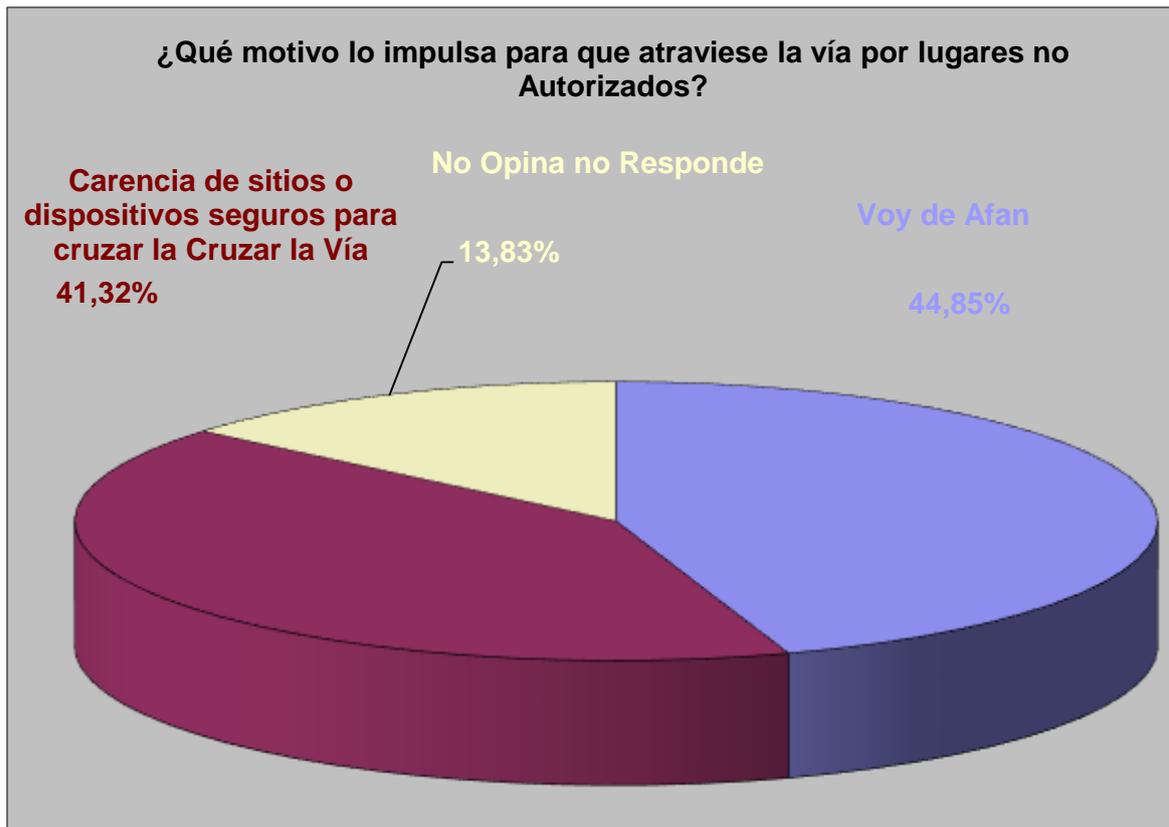
Acceso	Velocidad (Km/Hr)
1	53.425
3	55.871
5b	36.920
5s	36.528

Tabla de registro de consecuencias de los accidentes producidos en la zona de estudio

ACCIDENTE	AÑO					TOTAL	%
	2006	2007	2008	2009	2010		
Atropello a peatón	5	6	5	7	10	33	44.59%
Colisión de vehículo y ciclista	2	0	2	1	0	5	6.76%
Choque a vehículo detenido	2	1	1	2	1	7	9.46%
Vuelco de vehículo	1	0	0	0	0	1	1.35%
Choque a vehículo estacionado	2	1	1	1	2	7	9.46%
Atropello a ciclista	0	2	0	0	0	2	2.70%
Choque a vehículo por alcance	0	1	1	1	1	4	5.41%
Colisión de vehículos	1	2	0	1	1	5	6.76%
Choque a objeto fijo	0	1	1	0	0	2	2.70%
Roce de vehículo a motocicleta	0	1	1	0	0	2	2.70%
Caída de motociclista	1	2	0	0	2	5	6.76%
Roce de vehículo a peatón	0	0	0	1	0	1	1.35%
<b>SUMA</b>	14	17	12	14	17	74	

Qué motivo lo impulsa para que atraviese la vía por lugares no autorizados

RESPUESTA	Encuestados	%
Voy de Afán	509	44,85
Carencia de sitios o dispositivos seguros para cruzar la vía	469	41,32
No opina no responde	157	13,83
<b>TOTAL =</b>	<b>1135</b>	



Como podemos apreciar en el cuadro de velocidades de punto, podemos ver que la velocidad en los accesos 1 es de (53.43 kl/hrs) y en el accesos 3 es de (55.87 kl/hrs) son velocidades considerables y analizando el cuadro de accidentes el porcentaje de: Choque a objeto fijo es de (2.70 %) y analizando la respuesta de la encuesta plasmada en un diagrama circular donde decía ¿Qué motivo lo impulsa para que atraviese la vía por lugares no autorizados? Su respuesta fueron; voy de afán (44.85 %) y carencia de sitios o dispositivos seguros para cruzar la vía (41.32 %). Analizando estos cuadros y diagrama podemos sugerir la implementación de barandas de contención. Aun que estas barandas no son recomendables en zonas urbanas sino para carreteras en tramos de peligros de descarrilamiento. Pero al apreciar los resultados obtenidos tanto de los aforos y de la encuesta podemos sugerir que estas barandas sean colocadas en los accesos para evitar algún descarrilamiento por exceso de velocidad y que a la misma ves también servirían como guadores para los peatones puedan húsar correctamente las distintas señalizaciones como los pasos de cebra, y no estén cruzando la vía por lugares no autorizados donde exponen su integridad física.

Una vez realizado las consultas pertinentes a los ingenieros de la carrera donde me dijeron que no había normas para el diseño de barandas de contención sino que había pruebas de resistencia al metal con el que iba a ser construido de acuerdo a la zona, al flujo vehicular y tipo de vehículos que circulan (pesados o livianos). Por lo que nos vimos con la necesidad de investigar un poco en el internet, donde pudimos recopilar información de cómo se realizan las pruebas y el colocado de las mismas como se puede apreciar a continuación:

- **Sistemas de Contención**



Fig. 5.5a. baranda de contención

**EGSA** suministra e instala defensas camineras metálicas y está constantemente testando y desarrollando nuevos productos junto a los usuarios.

El objetivo de las barreras es "Proteger a los usuarios de la vía y no a los obstáculos que en ella se encuentran". La función principal del sistema de barreras metálicas flexibles, es que es un sistema que al ser impactado por un vehículo, se deforma manteniendo contacto y reconduciendo al vehículo, absorbiendo de manera controlada parte importante de la energía cinética del impacto.

El poste que actúa como soporte de la baranda y elemento de inserción de la barrera en terreno, es un elemento que es capaz de deformarse y deshincarse a medida que el sistema se deforma producto del impacto y de su capacidad de absorción de energía.

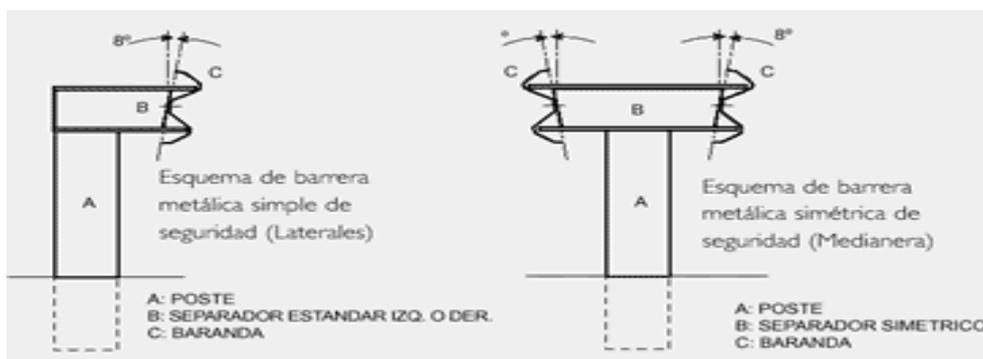


Fig. 5.5b. esquema de la colocación de los postes

- **Elementos Principales:** Los Elementos esenciales que componen el sistema de barrera metálica , son los siguientes:
- **Baranda de contención:** Perfil rigidizado de doble onda, que se dispone horizontalmente en la barrera metálica de seguridad. Esta baranda es el elemento que toma y mantiene contacto con el vehículo, con la misión fundamental de reconducirlo y absorber de manera controlada buena parte de la energía cinética del impacto.
- **Poste de Sujeción:** Este perfil actúa como soporte de la baranda y elemento de inserción de la barrera en terreno, es un elemento que es capaz de deformarse y deshincarse a medida que el sistema se deforma producto del impacto y de su capacidad de absorción de energía.
- **Separadores:** Es el elemento de unión entre baranda y poste de sujeción , su función principal es separar las ruedas del vehículo del poste durante el impacto , permite además mantener una altura de la barrera casi constante y en contacto con el vehículo a medida que los postes se van inclinado.
- **Riel:** Su función es evitar que la rueda de vehículos pequeños y livianos no se impacte ni se enganchen con los postes, de tal manera que produce un re direccionamiento del vehículo disminuyendo la gravedad del accidente.
- **Ojos de Gato:** Mejoran la visibilidad de las barreras durante la noche, lluvia, neblina, lo que permite al vehículo mantener su dirección y seguridad de la carretera.
- **Clasificación:** Las barreras metálicas se clasifican según la Norma Chilena Nch 2032 /2 - 1999 y su clasificación dependerá del uso para el cual se requiere, los criterios de eficacia que identifican y definen el comportamiento de cualquier sistema de contención son:
  - Nivel de Contención
  - Severidad del Impacto
  - Deformación
  - Capacidad de Reconducción

- **INSTALACIÓN**

- **Instalación de Barreras:** La máquina hincadora inicia la faena con las defensas alineadas en el suelo, desplazándose sobre ellas a manera de riel, lo que permite mantener una distancia de hincado exacta entre un poste y otro.



- **Instalación de Postes:** Cuando se ha instalado un Poste Rígido (Empotrado en fundación de hormigón), el sistema presenta una deformación "Limitada " y una "Severidad mayor ", por lo tanto cuando la barrera es impactada , esta transmite la carga a los postes rígidos y estos se convierten en un elemento resistente al impacto. Por lo tanto, cuando el poste es flexible (Hincado), este se deforma con relativa facilidad y la unión del poste con la baranda se diseña para romperse, de manera que la baranda desconectada de los postes actúa como una banda flexible continua.
- **Ensayos de Cimentación:** Para determinar si el suelo presenta resistencia suficiente, se realizarán ensayos que aseguren una correcta instalación, de esto se desprende que el grado de contención del sistema no solo depende del diseño de la barrera, sino también de las características de resistencia del suelo y del método de instalado.
- **Armado del sistema:** En todo armado de barreras, el traslape entre barandas deberá ser realizado de tal modo que al poner una baranda, esta debe estar sobre la siguiente en el sentido del tráfico, para asegurar que frente a un eventual impacto el móvil pueda deslizarse sobre el perfil como viga continua, sin tener ninguna posibilidad de engancharse y menos de enfrentarse al móvil con un canto filudo.

**EGSA** provee e instala defensas en los distintos niveles de contención.



**Pueden observarse las características generales de los vehículos.**

<b>Nivel de ensayo</b>	<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Masa</b>	<b>Velocidad de Impacto</b>	<b>Angulo de impacto</b>
<b>TL-1</b>	Automóvil	820Kg	50Km/h	20°
	Camioneta	2000Kg	50Km/h	25°
<b>TL-2</b>	Automóvil	820Kg	70 Km/h	20°
	Camioneta	2000Kg	70 Km/h	25°
<b>TL-3</b>	Automóvil	820Kg	100 Km/h	20°
	Camioneta	2000Kg	100 Km/h	25°
<b>TL-4</b>	Automóvil	820Kg	100 Km/h	20°
	Camioneta	2000Kg	100 Km/h	25°
	Camión	8000Kg	80 Km/h	15°
<b>TL-5</b>	Automóvil	820Kg	100 Km/h	20°
	Camioneta	2000Kg	100 Km/h	25°
	Camión Semirremolque	36000Kg	80 Km/h	15°
<b>TL-6</b>	Automóvil	820Kg	100 Km/h	20°
	Camioneta	2000Kg	100 Km/h	25°
	Camión Tanque	36000Kg	80 Km/h	15°

**Tabla: Características de los distintos niveles de ensayos de impacto según AASHTO**

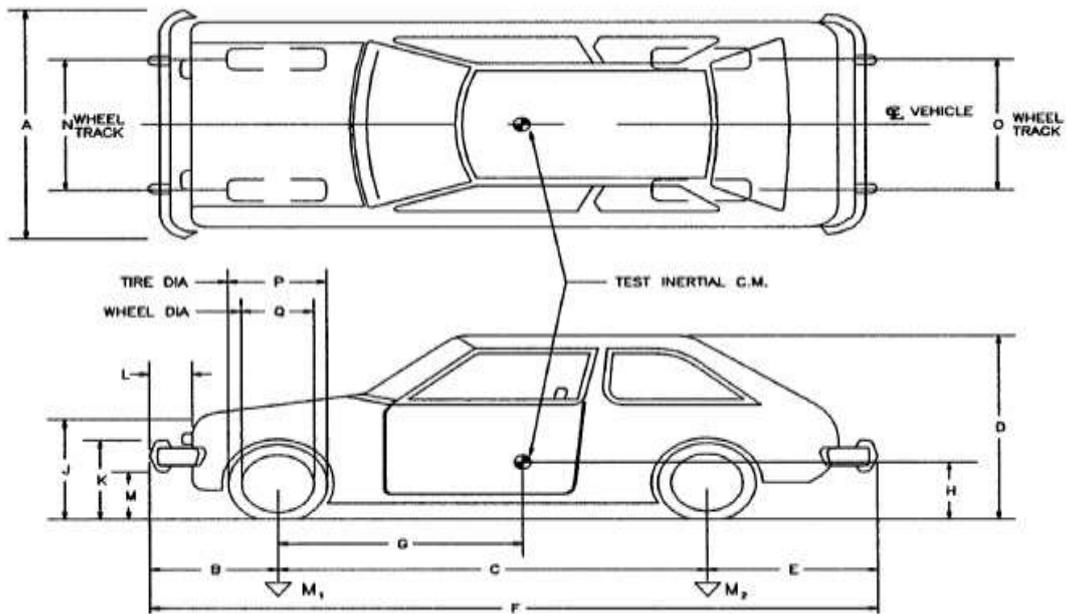


Figura 1 - Automóvil tipo 700C y 820C para ensayos de impacto

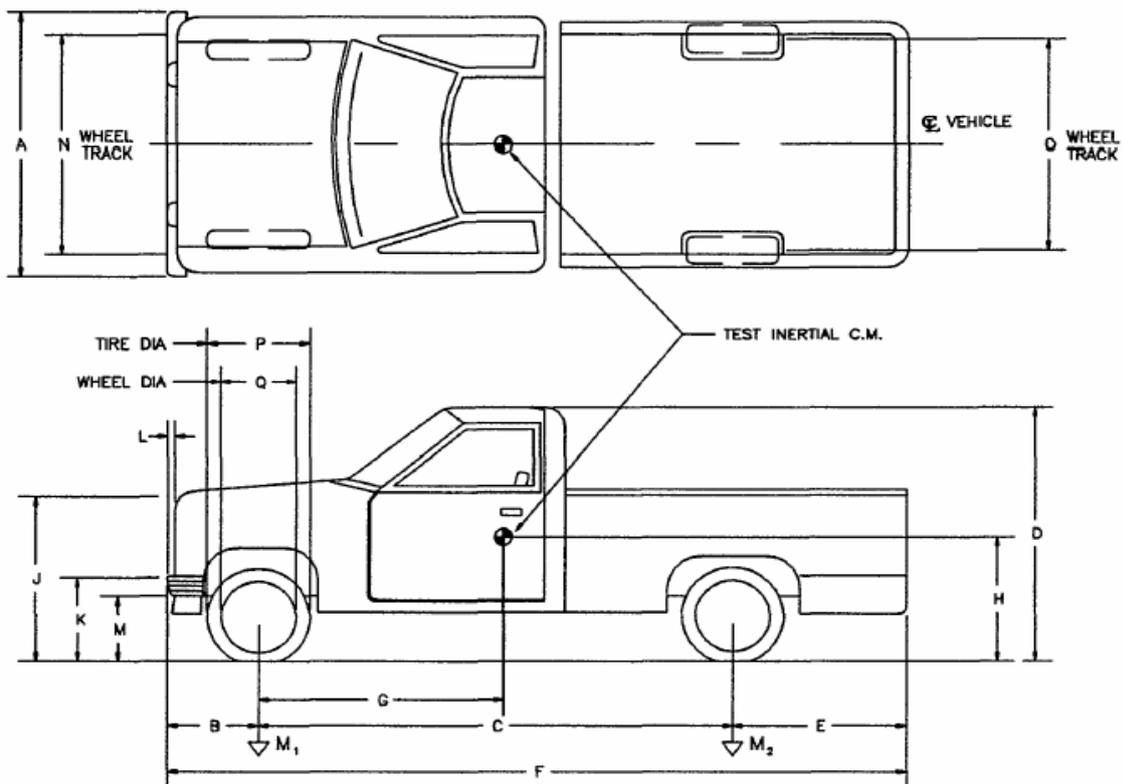


Figura 2 - Camioneta tipo 2000P para ensayos de impacto

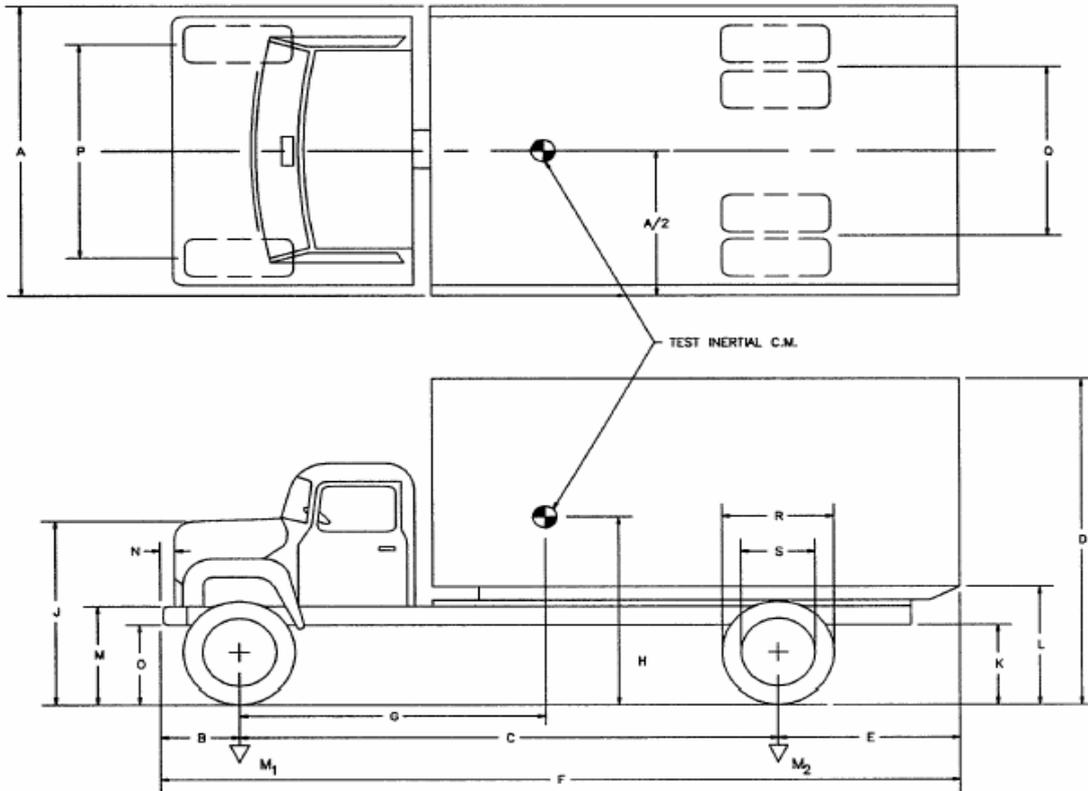


Figura 3 – Camión tipo 8000S para ensayo de impactos

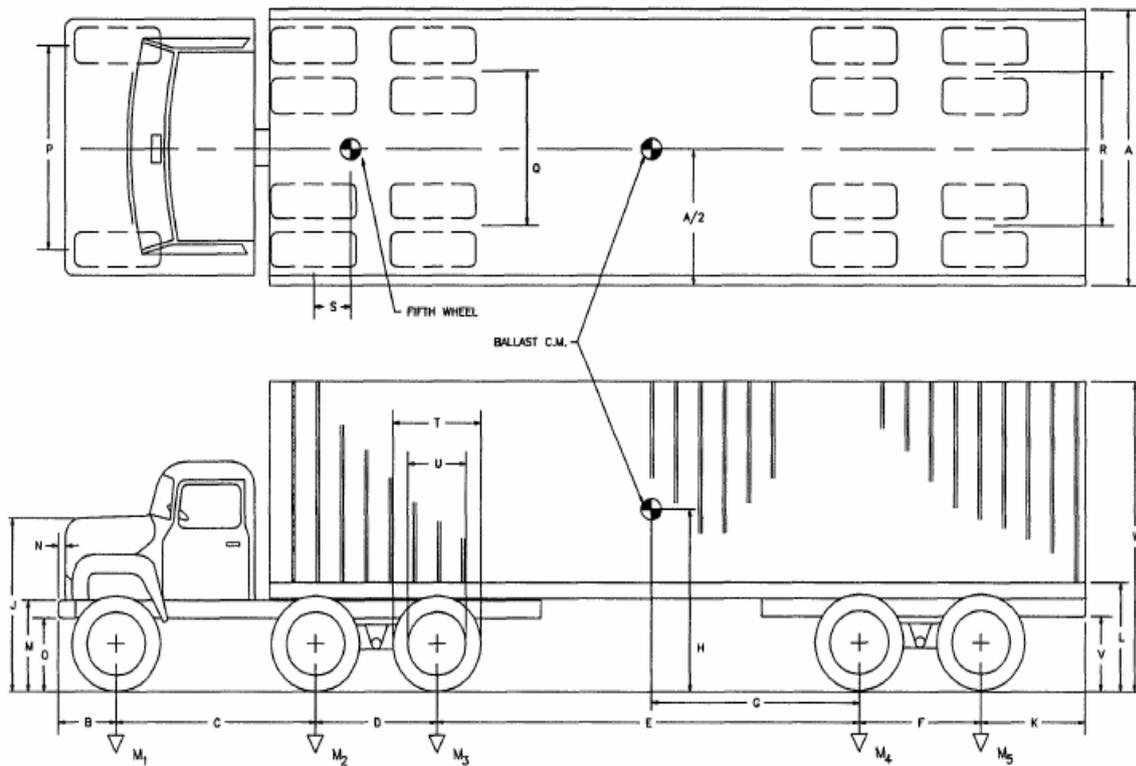


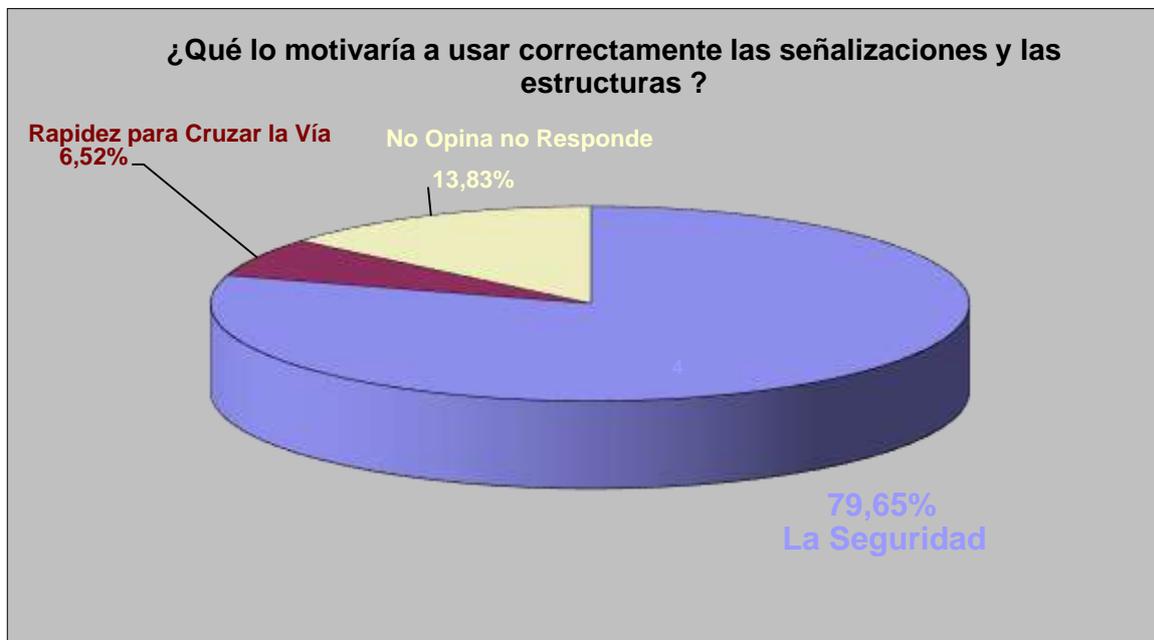
Figura 4 – Camión semirremolque tipo 36000V para ensayos de impacto



Atropello a peatón	5	6	5	7	10	33	44.59%
Colisión de vehículo y ciclista	2	0	2	1	0	5	6.76%
Choque a vehículo detenido	2	1	1	2	1	7	9.46%
Vuelco de vehículo	1	0	0	0	0	1	1.35%
Choque a vehículo estacionado	2	1	1	1	2	7	9.46%
Atropello a ciclista	0	2	0	0	0	2	2.70%
Choque a vehículo por alcance	0	1	1	1	1	4	5.41%
Colisión de vehículos	1	2	0	1	1	5	6.76%
Choque a objeto fijo	0	1	1	0	0	2	2.70%
Roce de vehículo a motocicleta	0	1	1	0	0	2	2.70%
Caída de motociclista	1	2	0	0	2	5	6.76%
Roce de vehículo a peatón	0	0	0	1	0	1	1.35%
<b>SUMA</b>	14	17	12	14	17	74	

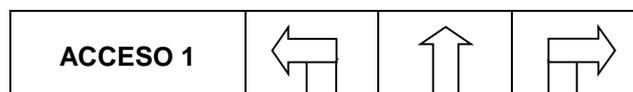
### Que lo motivaría a usar correctamente las señalizaciones y las estructuras

RESPUESTA	Encuestados	%
La Seguridad	904	79,65
Rapidez para cruzar la vía	74	6,52
No opina no responde	157	13,83
<b>TOTAL =</b>	<b>1135</b>	



### Tablas de resumen de volúmenes de tránsito vehicular

#### Acceso 1



<b>Nº de vehículos</b>	256	490	199
<b>% de giros</b>	27.09	51.85	21.06

### Acceso 2

<b>ACCESO 2</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	272	41
<b>% de giros</b>	86.90	13.10

### Acceso 3

<b>ACCESO 3</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	341	12
<b>% de giros</b>	96.60	3.40

### Acceso 4

<b>ACCESO 4</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	151	384
<b>% de giros</b>	28.22	71.78

### Acceso 5

<b>ACCESO 5</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	119	111
<b>% de giros</b>	51.74	48.26

Como podemos ver en el cuadro de volúmenes de peatones la mayor concurrencia del flujo peatonal son en las siguientes direcciones: A-B y B-A (16.98 %), B-C-D y D-C-B (29.90 %) y A-F-E y E-F-A (23.99 %) estos puntos están ubicados en la intersección entre la avenida Jaime Paz Zamora y la avenida Alto de la Alianza y transversalmente a la avenida Jaime Paz Zamora, para su mayor esclarecimiento los puntos se encuentran marcados en el plano de vista en planta. También observando en el cuadro de consecuencias de los accidentes producidos en la zona de estudio podemos ver: atropello a peatón (44.59 %) y choque de vehículos estacionados (9.46 %) son porcentaje elevado sobre todo el atropello a peatón. Analizando la respuesta de la pregunta de ¿Qué lo motivaría a usar correctamente las señalizaciones y las estructuras? Donde el (79.65 %) dijo la seguridad podemos ver que

las personas son conscientes de que es una zona de peligro. También analizando el cuadro de volúmenes de tráfico vehicular podemos observar: acceso 1 (945 Ve/hr), el acceso 2 (313 Ve/hr) y el acceso 3 (353 Ve/hr) como vemos son volúmenes elevados sobre todo en el acceso 1. Analizando estos cuadros y diagrama podemos sugerir la implementación de pasos a desnivel (pasarelas) ya que en estudios anteriores se ha quedado demostrado que una de las estructuras más seguras para cruzar una zona de peligro son estas estructuras y como se ha visto según los resultados esta zona es una zona de alto índice de probables accidentes y como uno de los objetivos es la de resguardar la integridad física de las personas de ahí que sugerimos la implementación de estas estructuras las cuales irían emplazadas sobre los puntos B-C-D, otra sobre los puntos B-A y sobre los puntos A-F-E. Para su mayor esclarecimiento los puntos se encuentran claramente especificados en el plano de vista en planta y las estructuras a implementar están en el plano de vista en planta de estructuras a implementar. Después de hacer este análisis y según estudios que dicen donde existe grandes concentraciones de volúmenes de tráfico vehicular y peatonal y velocidad de punto considerable, mayor es la posibilidad de ocurrencia de accidentes.

El diseño geométrico de las estructuras se lo hizo tomando en cuenta las condiciones más desfavorables para que de esa manera se pueda brindar un correcto y seguro funcionamiento a las pasarelas, y sobre todo ofrecer comodidad a las personas que circulen por ella. Estas condiciones más desfavorables fueron el máximo volumen horario de tránsito peatonal registrado por los aforos, la mayor área de ocupación por peatón y el mayor porcentaje de ocupación peatonal.

Primeramente se procedió a determinar la longitud de cada pasarela, esto fue posible mediante la utilización de un plano digitalizado de la zona, al cual se le realizaron comprobaciones mediante un levantamiento topográfico. Una vez realizadas las comprobaciones se cercioró de que las medidas eran las correctas y de esa manera se estableció la longitud de cada pasarela tomando en cuenta el espacio físico disponible para que esta pueda ser emplazada de la mejor forma desde el punto de vista técnico, arquitectónico y de la comodidad del usuario que en este caso es el peatón. Adoptando en base a lo mencionado las longitudes son:

Pasarela 1 L = 45.00 m.

Pasarela 2 L = 41.50 m.

Pasarela 3 L = 41.00 m.

Una vez determinada la longitud de las pasarelas se prosiguió a establecer la superficie de la pasarela que está en función al volumen de peatones, el área de ocupación por peatón y aun porcentaje de ocupación, para así poder determinar el ancho de la pasarela. Con el fin de tener una idea más precisa de las posibles dimensiones de la pasarela,

Analizando y observando las pasarelas existentes en nuestra ciudad, y lo establecido por una normativa que plantea la Dirección General de Carreteras de España, que estipula que para el dimensionamiento de estos elementos viales el ancho de desplazamiento peatonal mínimo debe ser de 2 metros, por este motivo se vio conveniente adoptar como ancho de la pasarela un valor mayor al único valor que cumplió con la normativa, el cual fue de 2.26 m. estableciéndose como ancho de la pasarela 2.5 metros.

La altura de la estructura se la estableció también tomando en cuenta la normativa que plantea la Dirección General de Carreteras de España, que estipula que para el dimensionamiento de estos elementos viales la altura libre entre la calzada de la vía y la base de la pasarela (altura de desplazamiento vehicular libre) debe ser por lo menos 5.1 metros y además se consideró que por la avenida Jaime Paz Zamora circulan vehículos de alto tonelaje como son los camiones, flotas y tráileres que cuando transportan carga alcanzan alturas considerables y por ello se vio conveniente adoptar como la altura de la estructura los 5.1 metros que recomienda la Normativa española todo esto debido a que es una altura más que suficiente para que los vehículos circulen sin ningún problema, también por razones de economía ya que estructura más alta se hace más cara y por sobre todo se quiere lograr que el desplazamiento o itinerario que realice el peatón cuando circule por la pasarela sea el más corto posible para que de esa manera la utilización de la pasarela no sea algo fastidioso ni agotador.

A continuación se muestran los resultados finales para esta actividad los cuales son expuestos en las siguientes tablas.

#### **Tabla de datos necesarios para la determinación de la superficie de la pasarela**

<b>Nº</b>	<b>DATOS</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
1	Volumen peatonal máximo promedio Horario	$V_{mph} =$	81	pers./Hr.
2	Volumen peatonal máximo Horario	$V_{mh} =$	92	pers./Hr.
3	Área de ocupación por peatón (valor mínimo)	$A_{o1} =$	0,4	m <sup>2</sup>

4	Área de ocupación por peatón (valor máximo)	$A_{o2} =$	0,6	m <sup>2</sup>
5	Índice de ocupación (valor mínimo)	$I_{o1} =$	0,2	adimensional
6	Índice de ocupación (valor máximo)	$I_{o2} =$	0,25	adimensional
7	Longitud de la pasarela	$L_p =$	45	M

La ecuación empleada para el cálculo de la superficie fue la siguiente:

$$\text{Sup} = V_{\text{max}} * A_o * I_o$$

### Tabla de iteración mediante la combinación de todos los datos disponibles

Variables	3 y 5	3 y 6	4 y 5	4 y 6	2 - 4 y 6	UNIDAD
Superficie	37,04	46,3	55,56	69,45	101,85	m <sup>2</sup>
Ancho	0,82	1,03	1,23	1,54	2,26	m

En la anterior tabla podemos observar que solo un valor del ancho de la pasarela cumple con los requisitos estipulados por la Normativa española.

En síntesis las dimensiones de las pasarelas son:

#### Pasarela 1:

Longitud  $\Rightarrow$  **L = 45.00 m.**  
 Ancho  $\Rightarrow$  **B = 2.50 m.**  
 Alto  $\Rightarrow$  **H = 5.10 m.**

#### Pasarela 2:

Longitud  $\Rightarrow$  **L = 41.50 m.**  
 Ancho  $\Rightarrow$  **B = 2.50 m.**  
 Alto  $\Rightarrow$  **H = 5.10 m.**

#### Pasarela 3:

Longitud  $\Rightarrow$  **L = 41.00 m.**  
 Ancho  $\Rightarrow$  **B = 2.50 m.**  
 Alto  $\Rightarrow$  **H = 5.10 m.**

En la siguiente gráfica se muestra la disposición de las dimensiones de la pasarela.

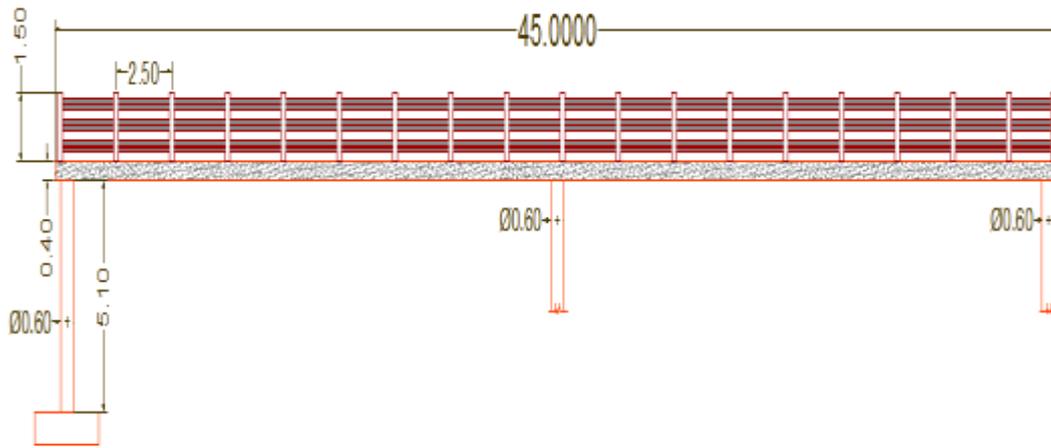


Fig. 5.6a. vista lateral de la pasarela

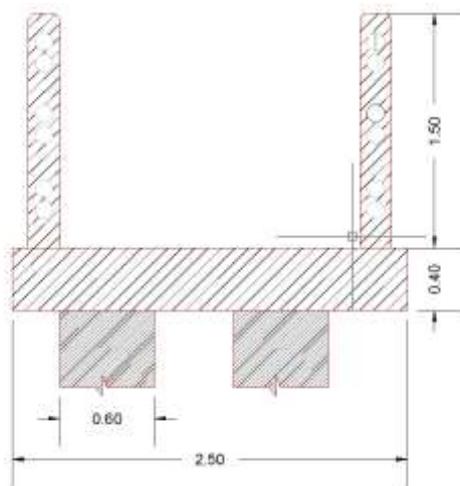


Fig. 5.6b. corte transversal de la pasarela

**5.7. DISEÑO DE UN PASO VIAL TIPO TÚNEL.-** Analizando el cuadro de volúmenes de tránsito vehicular y el cuadro de registro de consecuencias de los accidentes producidos en la zona de estudio. Donde los resultados son considerables y a tomar nota como se puede observar en el siguientes cuadro:

**Tablas de resumen de volúmenes de tránsito vehicular**

**Acceso 1**

ACCESO 1			
Nº de vehículos	256	490	199

<b>% de giros</b>	27.09	51.85	21.06
-------------------	-------	-------	-------

### Acceso 2

<b>ACCESO 2</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	272	41
<b>% de giros</b>	86.90	13.10

### Acceso 3

<b>ACCESO 3</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	341	12
<b>% de giros</b>	96.60	3.40

### Acceso 4

<b>ACCESO 4</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	151	384
<b>% de giros</b>	28.22	71.78

### Acceso 5

<b>ACCESO 5</b>		
<b>Nº de vehículos</b>	119	111
<b>% de giros</b>	51.74	48.26

### Tabla de registro de consecuencias de los accidentes producidos en la zona de estudio

ACCIDENTE	AÑO					TOTAL	%
	2006	2007	2008	2009	2010		
Atropello a peatón	5	6	5	7	10	33	44.59%
Colisión de vehículo y ciclista	2	0	2	1	0	5	6.76%
Choque a vehículo detenido	2	1	1	2	1	7	9.46%
Vuelco de vehículo	1	0	0	0	0	1	1.35%
Choque a vehículo estacionado	2	1	1	1	2	7	9.46%
Atropello a ciclista	0	2	0	0	0	2	2.70%
Choque a vehículo por alcance	0	1	1	1	1	4	5.41%
Colisión de vehículos	1	2	0	1	1	5	6.76%
Choque a objeto fijo	0	1	1	0	0	2	2.70%
Roce de vehículo a motocicleta	0	1	1	0	0	2	2.70%
Caída de motociclista	1	2	0	0	2	5	6.76%
Roce de vehículo a peatón	0	0	0	1	0	1	1.35%
<b>SUMA</b>	14	17	12	14	17	74	

Como podemos apreciar y darnos cuenta que en el cuadro de volúmenes tránsito vehicular él: acceso 1 tiene (945 Ve/hr), el acceso 2 tiene (313 Ve/hr) y el acceso 5 tiene (230 Ve/hr) como vemos son volúmenes elevados sobre todo en el acceso 1. Y analizando el cuadro de registro de consecuencias de los accidentes producidos en la zona de estudio podemos ver: choque a vehículos estacionados (9.46 %) y choque a vehículos por alcance (5.41 %). Analizando estos cuadros podemos sugerir la implementación de un paso vial tipo túnel ya que como sabemos nuestro parque automotor está creciendo rápidamente y estudios anteriores que han hecho en otros países ha quedado demostrado que estas estructuras son una buena alternativa para descongestionar el tráfico vehicular y como se ha visto según los resultados esta zona es una zona de alto índice de probables accidentes por el alto volumen que presenta sobre todo en las horas pico. Y como uno de los objetivos es la de resguardar la seguridad física de las personas de ahí que sugerimos la implementación de esta estructura la cual iría emplazada en el acceso 1. Para su mayor esclarecimiento el acceso 1 se encuentran claramente especificados en el plano de vista en planta y la estructura a implementar está en el plano de vista en planta de estructuras a implementar. Después de hacer este análisis y según estudios que dicen donde existe grandes concentraciones de volúmenes de tráfico vehicular y peatonal y velocidad de punto considerable, mayor es la posibilidad de ocurrencia de accidentes.

El diseño geométrico de la estructura se lo hizo tomando en cuenta la saturación que existe en las horas pico en el acceso 1 y la triple intersecciones que hay entre la avenida Jaime Paz Zamora y la avenida alto de la alianza, y sobre todo ofrecer comodidad a los vehículos que circulen por ella ya que este carril tendría flujo libre las 24 horas de los 365 días del año.

Para el emplazamiento de esta estructura se tendría que ampliar el acceso que actualmente tiene 9.40 metros a 10.50 metros esto para que cada carril tenga un ancho de 3.50 metros cada uno y así tenga el ancho necesario y que según la norma lo exige para tramos cortos y tenga el espacio suficiente para el tránsito vehicular.

Primeramente se procedió a determinar la longitud del paso vial, esto fue posible mediante la utilización de un plano digitalizado de la zona, al cual se le realizaron comprobaciones mediante un levantamiento topográfico. Una vez realizadas las comprobaciones se cercioró de que las medidas eran las correctas y de esa manera se estableció la longitud del paso vial tomando en cuenta el espacio físico disponible para que esta pueda ser emplazada de la

mejor forma desde el punto de vista técnico, arquitectónico y de la comodidad de los vehículos. Adoptando en base a lo mencionado la longitud de: 62.00 metros.



Fig. 5.7. vista de una construcción de una vía tipo túnel

Una vez determinada la longitud del paso vial se prosiguió a establecer una distancia de 40m. Y una pendiente de entrada y de salida de 0.01% del paso vial tipo túnel que está en función al manual para el diseño de carreteras.

La altura de la estructura se la estableció también tomando en cuenta que por el acceso 1 en su mayoría circulan vehículos livianos según los aforos correspondientes que se hizo se determino una altura de 4metros.

En síntesis las dimensiones del paso vial son:

**Paso vial:**

Longitud	⇒	<b>L = 62.00 m.</b>
Ancho	⇒	<b>B = 3.50 m.</b>
Alto	⇒	<b>H = 4.00 m.</b>
Pendiente	⇒	<b>S = 0.01 %.</b>
Entrada y Salida	⇒	<b>L = 40.00 m.</b>

- Pero esto no sería suficiente si no hay conciencia de parte de los conductores y de los peatones en usar correctamente las diferentes señalizaciones y de las estructuras a implementar porque me pude dar cuenta que no hay una buena educación vial, como existe en otros países por ejemplo: chile donde las infracciones son fuertes y la mayoría de los conductores obedecen a las distintas señalizaciones que existen.

## 6.1. PRECIOS UNITARIOS:

- **Preámbulo**

- El proponente deberá tener en cuenta la Lista de actividades, cantidades y sus precios junto con las Instrucciones a los proponentes, las Condiciones Generales y las Condiciones Especiales del Contrato, las especificaciones de funcionamiento, técnicas y los planos.
- Salvo disposición contraria especificada en el Contrato, los precios indicados por el Contratista en la Lista de precios incluida en su oferta deberán incluir todas las Obras Civiles de construcción, la mano de obra, la supervisión propia del Contratista, los materiales, el montaje, el mantenimiento, los seguros, los gastos generales y utilidades, los impuestos, derechos y gravámenes, así como la cobertura de los riesgos generales, de los compromisos y de otras obligaciones explícitas o implícitas del Contrato.
- El método de verificación de las obras ejecutadas para los fines de los pagos deberá estar de acuerdo con:

### 6.1.1. Señalización vertical y horizontal:

- **Descripción**

Esta operación comprende el suministro y colocación de señalizaciones verticales y horizontales, en la ubicación y longitud indicada en los antecedentes del proyecto o donde indique la Supervisión

Las señalizaciones se situarán generalmente paralelas al eje de las carreteras y otras en la carretera misma, de forma que sean visibles tanto para los conductores, para los peatones.

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Monto total</b>
Suministro e instalación del sistema de señalización preventiva de obra		Global		
Trazo y replanteo		Global		
Colocación de señalización vertical		Global		
Pintado de señalización horizontal		Global		
Limpieza de la obra		Global		
Entrega final		Global		
<b>Monto total</b>				

### Costo aproximado

**Actividad:** Señalización vertical y horizontal

**Unitario:** ----

**Descripción:** Pasos de cebras, semáforos y letreros de prevención

- Paso de cebra (ancho de la calle = 7m.) =
- Semáforo (poste con dos brazos) = 18000 bs/uno
- Letrero de prevención = 900 bs/uno

**Moneda:** bolivianos

### Costo aproximado de la estructura

Actividad	Nº de actividad	P. Unitario (bs/uno)	Costo (bs)
<b>Paso de cebra</b>	5	2170.40	10852.00
<b>Semáforo</b>	1	18000.00	18000.00
<b>Letrero de prevención</b>	5	900.00	4500.00
<b>Costo Total</b>			<b>33352.00</b>

- **Fuente:** Precio referencial del costo de: pasos de cebras, semáforos y letreros de prevención. Este precio unitario son datos que se manejan en el departamento de tráfico y transporte e alumbrado público de la oficialía mayor técnica de la alcaldía municipal de la ciudad de Tarija.

#### 6.1.2. Rompe-muelle:

- **Descripción**

Esta operación comprende el suministro y colocación de rompe-muelles “lomo de pescado”, en la ubicación y longitud indicada en los antecedentes del proyecto o donde indique la Supervisión

Los rompe-muelles se situarán generalmente perpendiculares al eje de las carreteras, de forma que intercepten la trayectoria de vehículos para que estos disminuyan su velocidad, de no existir aquello, llegarían a zona peligrosa.

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Monto total
Suministro e instalación del sistema de señalización preventiva de obra		Global		
Trazo y replanteo		Global		
Colocación del rompe-muelle		Metro lineal		
Limpieza de la obra		Global		
Entrega final		Global		
<b>Monto total</b>				

### Costo aproximado

**Actividad:** rompe-muelle

**Unitario:** ML

**Descripción:** forma o tipo lomo de pescado (de 2m. de ancho y 0.05m. de alto)

**Moneda:** bolivianos

**Total precio unitario** = 206.14 bs/ml

**Costo aproximado de la estructura**

Acceso	Distancia (m)	P. Unitario (bs/ml)	Costo (bs)
1	9.40	206.14	1937.72
2	4.05	206.14	834.87
3	7.20	206.14	1484.21
4	6.45	206.14	1329.60
<b>Costo Total</b>			<b>5586.40</b>

- **Fuente:** Precio referencial del costo de rompe-muelle. Este precio unitario son datos que se manejan en el departamento de asfaltos de la oficialía mayor técnica de la alcaldía municipal de la ciudad de Tarija.

#### 6.1.3. Barandas de contención:

- **Descripción**

Esta operación comprende el suministro y colocación de barreras metálicas galvanizadas de doble onda de seguridad, en la ubicación y longitud indicada en los antecedentes del proyecto o donde indique la Supervisión

Las barreras de seguridad se situarán generalmente paralelas al eje de las carreteras, aunque en curvas se pueden adoptar otras disposiciones para reducir el ángulo de choque, de forma que intercepten la trayectoria de vehículos fuera de control que, de no existir aquellas, llegarían a zonas peligrosas u obstáculos.

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Monto total
Suministro e instalación del sistema de señalización preventiva de obra		Global		
Trazo y replanteo		Global		
Colocación de Barreras metálicas Doble Onda tipo flex-beam		Metro lineal		
Limpieza de la obra		Global		
Entrega final		Global		
<b>Monto total</b>				

#### Costo aproximado

**Actividad:** barandas de contención

**Unitario:** ML

**Descripción:** defensas metálicas tipo flex-beam

**Moneda:** bolivianos

**Total precio unitario** = 560.40 bs/ml

**Costo aproximado de la estructura**

Distancia (m)	P. Unitario (bs/ml)	Costo (bs)
800	560.40	448320
	<b>Costo Total</b>	<b>448320</b>

- **Fuente:** Precio referencial del costo de barandas de contención. Este precio unitario son costos que se manejan en el departamento de mantenimiento del SEDECA de la ciudad de Tarija.

#### 6.1.4. Paso a desnivel.-

- **Lista estimada de renglones de trabajo, cantidades y sus precios**

El proponente deberá efectuar sus propias estimaciones de las cantidades respectivas, y de ser necesario aumentar los conceptos de trabajo respectivos.

**“Diseño y Construcción del Paso a Desnivel”**

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Monto total
<b>Obras provisionales</b>				
Instalación de faena		Global		
Suministro e instalación del sistema de señalización preventiva de obra		Global		
Cartel de obra		Global		
Agua y energía para la obra		Global		
Limpieza de terreno		Global		
Retiro y reubicación de postes de electricidad		Global		
Retiro y reubicación de otros servicios públicos(especificar)		Global		
<b>Obras Permanentes</b>				
Trazo y replanteo		Global		
<i>Nivelación de plataformas</i>		m2		
<i>Retiro y eliminación de material excedente fuera de la obra</i>		Global		
Construcción de puente, detallar los diferentes conceptos conforme a la solución estructural.		Global		
Construcción de aceras, bordillos, guarda llantas y barandales		Global		
Suministro e instalación de sistema de iluminación		Global		
Suministro e instalación de sistema de señalización permanente		Global		

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Monto total
Ejecución de jardines		Global		
Limpieza de la obra		Global		
Entrega final		Global		
<b>Monto total</b>				

### Costo aproximado

**Actividad:** paso a desnivel

**Unitario:** ----

**Descripción:** forma o tipo pasarela

- Trabajos preliminares = 49458.99 bs (global)
- Gradadas = 144282.90 bs ( global)

- Apoyo central y lateral 13071.65 bs/ml
- Trabajos complementarios = 202952.31bs (global)

**Moneda:** bolivianos

#### Costo aproximado de la estructura

pasarela	Distancia (m)	P. Unitario (bs/ml)	Costo (bs)
1	45.00	13071.65	984918.45
2	41.50	13071.65	939167.68
3	41.00	13071.65	932631.85
<b>Costo Total</b>			<b>2856717.98</b>

- **Fuente:** Precio referencial del costo del paso a desnivel (pasarela). Este precio unitario son costos que se manejaron para la construcción de la pasarela de la García agreda por parte de la constructora “el ceibo” quien fue la encargada de construcción.

#### 6.1.5. Paso vial tipo túnel:

- **Descripción**

El proponente deberá efectuar sus propias estimaciones de las cantidades respectivas, y de ser necesario aumentar los conceptos de trabajo respectivos.

#### “Diseño y Construcción del Paso vial tipo túnel”

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Monto total
<b>Obras provisionales</b>				
Instalación de faena		Global		
Suministro e instalación del sistema de señalización preventiva de obra		Global		
Cartel de obra		Global		
Agua y energía para la obra		Global		
Limpieza de terreno		Global		
Retiro y reubicación de postes de electricidad		Global		
Retiro y reubicación de otros servicios públicos(especificar)		Global		
<b>Obras Permanentes</b>				
Trazo y replanteo		Global		
Demoliciones (especificar)		Global		
Nivelación de plataformas		m2		
Retiro y eliminación de material excedente fuera de la obra		Global		
Protección de taludes		Global		
Construcción de muros de contención		Global		

Construcción de puente, detallar los diferentes conceptos conforme a la solución estructural.		Global		
Construcción de cunetas, tragantes, pozos y obras disipadoras de energía del sistema de agua pluvial		Global		
<i>Preparación de base para pavimento</i>		m2		
Pavimentación rígida				
<i>Pavimentación de hormigón armado y relleno de juntas</i>		m2		
<i>Pavimentación de hormigón simple y relleno de juntas</i>		m2		
Pavimentación flexible		m2		
Construcción de aceras, bordillos, guarda llantas y barandales		Global		
Suministro e instalación de sistema de iluminación		Global		
Suministro e instalación de sistema de señalización vial permanente		Global		

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Monto total
Ejecución de jardines		Global		
Limpieza de la obra		Global		
Entrega final		Global		
<b>Monto total</b>				

### Costo aproximado

**Actividad:** Paso vial tipo túnel

**Unitario:** ----

**Descripción:** tipo túnel

**Moneda:** bolivianos

**Costo aproximado de la estructura**

<b>Costo Total (bs)</b>	<b>2133144.48</b>
-------------------------	-------------------

- **Fuente:** Precio referencial del costo del Paso vial tipo túnel. Este precio son costos que se manejan en el departamento de mantenimiento del SEDECA de la ciudad de Tarija.

## 6.2. ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS:

### 6.2.1. Análisis técnico.-

- **Análisis técnico:** señalización vertical y horizontal
- **Forma:** obra estructural de ingeniería: pasos de cebras sus medidas a considerar son 0.40 m. por 2.00 m. y señalización en vía, semáforo con un alto de 5.10 m. con dos brazos y con su respectivo tablero de control y letrero de prevención 3.00 m. de alto con su respectivo letrero de aviso.
- **Método:** paso de cebra se pretende realizar esta actividad que consta de un pintado con pintura blanca de 0.40 m. por 2.00 m. para su respectiva visualización de los peatones y de los conductores. Semáforo se pretende construir de tubo de hierro galvanizado de 5.10 m. de alto, con su respectiva cabeza y su tablero de control. Letrero de prevención se pretende construir de tubo de hierro galvanizado de 3.00 m. de alto con su respectiva plancha donde se colocaría la señal. Las cuales deben estar de acuerdo con la normas.
- **Descripción general:** el proyecto de grado consta de la implementación de pasos de cebra, semáforo y letrero de prevención. Los paso de cebra tendrían la forma más común que son de forma rectangular de 0.40 m. por 2.00 m. y 0.40 m. de espacio entre reglón pintado esto a lo largo de la vía con su respectivo pare y flechas de dirección si así lo necesitara el acceso. Semáforo: este sariá de tubo de hierro galvanizado con un alto de mínimo de 5.10 m. esto por el tráfico peso que circula por la zona los cuales presentan alturas considerables, con dos brazos con su respectiva cabeza y un tablero de control el cual controla el cambio de color de los ojos de la cabeza el cual estaría ubicado entre la avenida Jaime Paz Zamora y la calle José Arce. Letrero de prevención: estos letreros serian de tubo de hierro galvanizado los cuales estarían colocados en lugares estratégicos para su respectiva visualización los cuales tendrían un alto de 3.00m. con su respectiva plancha donde se coloca la señal, estas señales van a determinadas distancias de acuerdo con el anuncio que indica.
- **Análisis técnico:** Rompe-muelles

- **Forma:** obra estructural de ingeniería, perfil transversal: de 2.00 metros de ancho y 0.05 metros de alto de figura de lomo de pescado.
- **Método:** se pretende construir esta estructura mediante el uso de una mezcla de pavimento flexible fino. Realizando un pequeño calculo se pretende utilizar alrededor de 1.36m<sup>3</sup> de mezcla asfáltica.
- **Descripción general:** el proyecto consta en la implementación de 4 rompe-muelles en la zona de estudio, los cuales serian colocados con la finalidad de controlar el exceso de velocidad del tráfico vehicular de la zona de estudio, los cuales se pretende colocar en el acceso 1, 2, 3 y 4. Donde los cuales de perfil transversal tiene la forma o figura de lomo de pescado de 2.00 metros de ancho, 0.05 metros de alto, y su largo seria de acuerdo al ancho del acceso. Estos rompe-mulles irían con su respectivo pintado y señalización para su respectiva visualización de parte de los conductores, para que así se percaten del obstáculo que hay en la vía.

- **Análisis técnico:** Barandas de contención

- **Forma:** obra estructural de ingeniería, de perfil longitudinal de 1.00 metros de alto de forma tipo flex- beam con sus respectivos postes de sujeción.
- **Método:** se pretende construir esta estructura de metal de forma o tipo flex-beam. La cual haya cumplido con las pruebas y especificaciones requeridas de acuerdo con la norma para el tipo de transito que va a circular por la zona ya especificadas anteriormente.
- **Descripción general:** el proyecto consta en la implementación de un colocado de defensas metálicas tipo flex-beam de perfil longitudinal: con un alto de un 1.00 m. con sus respectivos postes de sujeción cada 2.50 m. las cuales serian colocadas al contorno de la vía: en el acceso 1 a la entra y salida, en el acceso 3 a la entrada, en el acceso 4 a la entrada lado izquierdo, en el acceso 5 a la entrada lado derecho. Dejando espacio solo en los pasos de cebras para su respectivo cruce de los peatones. El cual está delimitado en el plano de vista en planta de estructuras a implementar. Con respectivo pintado.
- **Análisis técnico:** Paso a desnivel (Pasarela)
- **Forma:** obra estructural de ingeniería, de perfil transversal de 5.10 metros de alto como mínimo, 2.50 metros de ancho de forma tipo pasarela.
- **Método:** se pretende construir esta estructura de hormigón pretensado. El cual haya cumplido con las especificaciones de resistencia a tracción y compresión requeridas de acuerdo con la norma.
- **Descripción general:** el proyecto consta en la implementación de tres pasos a desnivel, su construcción seria en un 90% de hormigón pretensado estas estructuras estarían implementadas: una transversalmente a la avenida Jaime Paz Zamora del punto B-C-D con un largo de 45.00 metros especificado en el plano de vista en planta. La segunda estaría transversalmente la avenida Jaime Paz Zamora perpendicular al punto E con un largo de 41.50 metros especificado en el plano de vista en planta. Y la tercera estaría transversalmente la avenida Alto de la Alianza en los punto B-A con un largo de 41.00 metros especificado en el plano de vista en planta.

- **Análisis técnico:** Paso Vial tipo túnel
- **Forma:** obra estructural de ingeniería, de perfil longitudinal 142.00 metros de largo, de 3.50 metros ancho y un alto de 4.00 metros de alto de forma tipo túnel.
- **Método:** se pretende construir esta estructura de hormigón pretensado similar a las características de un puente. Con muros de contención de hormigón armado en los laterales, con dos ramplas una de ingreso y otra de salida de 40.00 metros de longitud.
- **Descripción general:** el proyecto consta en la implementación de una vía subterránea, su construcción constaría en la excavación de un carril en el acceso 1 el carril N° 2 con una profundidad acabada de 4.00 m. con muros de contención laterales de hormigón armado, un puente con las características de un puente vehicular con un largo de 62.00 m. con una entrada y salida de 40.00 m. con una pendiente de 0.01 % a lo largo de avenida Jaime Paz Zamora, el cual está dividido en tres partes entrada, puente y salida. En la entrada se lo realizara tipo rampla con muros de contención a los laterales, el puente se lo realizara con las características similares a un puente vehicular con muros de contención a los laterales un ancho de 3.50 metros, largo de 62 metros y la salida se lo realizara similar a la entrada especificado en el plano de vista en planta de estructuras a implementar.

### 6.2.2. Análisis de Impacto Ambiental.-

Leyendo algunos artículos de impacto ambiental y consultando con algunos ingenieros que ya tienen experiencia en el desarrollo de obras podemos decir:

Que toda obra de ingeniería tiene un impacto ambiental unas de mayores envergaduras que otras.

En nuestro proyecto podemos mencionar que obras tales como los pasos a desnivel (pasarela), vía subterránea tipo túnel. Son de mayor dimensión que los rompe-muelles y barandas de contención. Que por lo tanto tendrían un mayor impacto ambiental ya que esta ocuparían maquinas mas grandes las cuales producirían ruidos mas fuertes ocuparían mayor espacio contaminarían mayor suelo, aire, agua, etc.

La importancia de apostar por una construcción sostenible está avalada por recientes estudios, que han constatado que el sector de la construcción es responsable del empleo del orden del 36% del total de la energía consumida y, en particular, del 65% del gasto de energía eléctrica, sin olvidar el impacto que produce sobre el medio ambiente, el consumo de materias primas, las emisiones de gases de efecto invernadero, la generación de residuos y el consumo de agua potable, tal como ilustra el siguiente gráfico:



### 6.2.3. Análisis Económico.-

Como ya sabemos el control de los costos es de vital para cualquier empresa que se dedica a la fabricación de cualquier tipo de producto ya que esto nos servirá para determinar tanto el precio costo de la utilidad que deseamos obtener. Es conveniente destacar que el llevar un control de costos bajo principios perfectamente identificados no es exclusivo de las grandes empresas.

Aplicando a nuestro proyecto, con los recursos que cuenta a hora nuestra ciudad podemos decir que si son viables desde el punto económico. Esto por las regalías que ahora recibimos.

### 6.3. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS:

**Analizando las alternativas todas tienen ventajas y desventajas:**

- **Alternativa 1:** Señalización vertical y horizontal
- **Alternativa 2:** Rompe-muelle
- **Alternativa 3:** Barandas de contención
- **Alternativa 4:** Pasos a desnivel (pasarela)
- **Alternativa 5:** Paso vial tipo túnel

**Técnicamente:** analizando las diferentes alternativas como solución desde el punto de vista técnico podemos mencionar que unas estructuras son de mayor magnitud de acuerdo al tamaño en sí, en comparación de una estructura a otra. Y donde podemos mencionar que las ventajas y desventajas que se tendría sería que las estructuras de menor tamaño se podrían construir más rápido que las estructuras de tamaño más grandes, donde al construirse más rápido se perjudicaría menos a la población, que en comparación que las estructuras más grandes donde las cuales llevarían mayor tiempo para desarrollarlas y por consiguientemente se perjudicaría mayor tiempo a la población y a su entorno.

**Ambientalmente:** analizando desde el punto de vista ambiental como ya mencionamos antes la diferencia de las alternativas son el tamaño en sí. De las estructuras y haciendo un análisis desde el punto de vista para ver las ventajas y las desventajas en lo ambiental podemos mencionar que como siendo estructuras más pequeñas estas causarían menor impacto ambiental que las otras estructuras más grandes porque ahí se gasta más material que a su vez causa un mayor impacto ambiental. En si toda estructura causan un impacto ambiental unas de mayor incidencia y consecuencia que otra pero en si todas causan un impacto ambiental.

**Económicamente:** analizando desde el punto de vista económico aquí también se tiene que analizar para cuantos años se está diseñando la estructura por que a simple análisis son diferencias grandes en lo económico pero esto también hay que ver la vida útil de cada estructura. Porque puede que las estructuras más pequeñas a la larga salgan más caras que las estructuras grandes, esto por las veces que se volverían a hacer.