

1.1. Definición.-

Los accidentes de tránsito son permisibles, por lo que valen la pena invertir en una solución, lamentablemente muchas personas en una lectura simplista consideran a los siniestros como sucesos fortuitos.

Por lo contrario, su estudio nos permite aseverar que derivan de una serie de razones bien específicas. Los accidentes no son una casualidad, responden a una casualidad. Causas que están presentes en cualquier situación de peligro, en mayor o menor grado conductor cansado o alcoholizado, bandas de rodamiento con huellas sin la profundidad necesaria, peatón atravesando la calle en un lugar indebido, ciclista circulando a contramano sin alguna luz o elemento reflectivo, entre muchos ejemplos.

1.2. Generalidades

1.2.1. Estudio de los accidentes de tránsito.-

El estudio de accidentes es importante punto de partida, para llevar a la práctica programas de control, educación, mantenimiento, inspecciones vehiculares, servicios de emergencia y mejoras de la red vial; tanto urbana como rural. El estudio de los accidentes sirve también a otros grupos de personas: a la policía, a las compañías de seguro, a los juzgados, etc.

Sus datos, su tabulación y estudio, son usados en los siguientes trabajos:

- Para identificar lugares con alto número de accidentes.
- Para efectuar estudios de “antes y después”, cuando se hayan implementado algunas medidas.
- Para justificar positivas o negativas en la instalación de elementos controladores (señales verticales y horizontales, semáforos, etc.).
- Para ayudar en la evaluación del diseño geométrico de calles, intersecciones, etc.
- Para establecer programas de inversiones, para mejorar las condiciones de lugares donde suceden accidentes.

- Para efectuar cambios en regulaciones de tránsito.
- Para identificar la necesidad de incrementar el control.
- Para determinar necesidades y justificación de restricciones de estacionamientos.

En la realización del trabajo nos fue relativamente dificultoso recolectar la información, ya que no existe un departamento que este ligado en forma directa a la ingeniería de tráfico y transporte que se ocupe de los accidentes que ocurren en nuestra ciudad.

1.2.1.1. Recopilación de datos existentes.-

La principal fuente de datos existentes es el Organismo Operativo de Tránsito (O. O. T.). Los policías de tránsito son responsables de hacer la investigación directa, en el lugar de los hechos y de registrar los datos pertinentes.

Una fuente secundaria de datos de accidentes pueden ser los reportes de las compañías de seguro.

Las tres formas generales de reporte son:

- Datos concretos
- La descriptiva
- La forma combinada

Los datos de mayor importancia para los ingenieros son:

1. Posición y dirección de todos los vehículos antes del accidente, incluyendo parados y estacionados.
2. Hora, día de la semana y fecha.
3. Tipo general del accidente y forma de colisión
4. Que trataban de hacer los conductores o peatones inmediatamente antes del accidente.

5. Las condiciones atmosféricas, de iluminación y del camino o calle a la hora del accidente.
6. El tipo de control de tránsito que afecta a cada una o a todas las unidades involucradas en el accidente.
7. La gravedad del accidente (muertos, lesionados o únicamente daños personales y/o materiales).

Un expediente o reporte puede no ser útil para el ingeniero, si no cuenta con la información necesaria para identificarlo con respecto a su ubicación, tal como una intersección específica o un punto a lo largo de la vía. Existen varios métodos para integrar un archivo por ubicación, ya sea para los reportes originales o para las copias. Para una ciudad, los archivos deberán dividirse en expedientes de accidentes en intersecciones y expedientes a la mitad de la cuadra o en caso de un tramo en un determinado sector del mismo.

Algunos de los sistemas más comunes de archivo por ubicación se describen a continuación:

1. **Por la intersección más cercana:** Todos los accidentes son archivados en carpeta, con el nombre de la intersección más cercana al lugar del accidente. En este sistema no hay expediente separado para los accidentes a media cuadra, esta es la modalidad que se empleo para los expedientes en el presente trabajo.
2. **En los límites legales de la intersección :** Los accidentes que suceden dentro de los límites definidos legalmente por la línea externa del paso de peatones son clasificados como accidentes en intersección y el resto como mitad de cuadra, con la debida identificación.

3. **La regla de los 30 metros :** Los accidentes que ocurren dentro de esta distancia la intersección, incluso los que estén en el límite, son clasificados como accidentes en intersección y los restantes se archivan a mitad de la cuadra.
4. **La regla del medio kilómetro:** Igual que lo anteriormente explicado con la diferencia que la distancia es mayor.
5. **Con el señalamiento de kilometraje:** Este método se emplea generalmente por los departamentos y municipios, para identificar los accidentes rurales, ubicándolos por la décima y centésima de kilómetro más próxima.
6. **Por los elementos que contribuyen:** Este sistema considera las relaciones directas o potenciales de los accidentes con cada intersección. Dentro de estos elementos se consideran los dispositivos para el control, los movimientos direccionales de cualquier vehículo involucrado con respecto a la calle transversal, peatón lesionado o que haya influido en la acción de un conductor involucrado en un accidente; ya sea que transitara en un cruce señalado o no, cambios bruscos del alineamiento, o alumbrado de la intersección. Entre los elementos que contribuyen a un accidente a la mitad de la cuadra se incluyen entradas, vehículos estacionados, objetos fijos frente a las trayectorias vehiculares y peatones que cruzan en zonas prohibidas.

1.2.1.2. Análisis de los datos recopilados.-

Los datos una vez registrados en las hojas de campo, se los interpreta y se transfiere a sistemas computarizados, se preparan tablas que proporcionen información necesaria para el ingeniero. Los accidentes se agrupan de acuerdo con la clasificación del sistema vial, por intersecciones, por tramos de calle, por el tipo de control en las intersecciones y por el tipo de accidente, también se pueden hacer otras consideraciones tales como, la gravedad de los accidentes.

Con el procesamiento computarizado de datos, se puede disponer de tablas que incluyan:

- La publicación periódica de la lista de los accidentes por ubicación.
- Lista periódica de los lugares con mayor frecuencia de accidentes.
- Resúmenes especiales relacionados con la frecuencia o índices de accidentes por época del año, días más frecuentes de accidentes, estado del pavimento y condiciones diurnas y nocturnas.
- Lista periódica de los accidentes más comunes (tipos de accidentes).
- Lista de las causas principales de accidentes
- Lista periódica de accidentes por tipo de vehículos (público o privado).
- Lista periódica por edades de las personas involucradas en los accidentes.

Pueden usarse grupos alternos para analizar los datos recopilados. Para cada grupo, el tipo de accidente es fundamental conocer, se clasifica de acuerdo con los siete casos siguientes:

1. Sin colisión
2. Peatón o ciclista
3. Vehículo estacionado
4. Colisión de vehículos
5. Objeto fijo
6. Alcance al vehículo
7. Caída del vehículo

El valor de la tabla dependerá de la habilidad para agrupar los accidentes en las intersecciones, por el tipo de control y sirven para revisar el significado relativo de algunos accidentes a mitad de cuadra. Los datos de los accidentes de tránsito, a mitad de la cuadra, son útiles para determinar la necesidad de prohibir el estacionamiento, la identificación de obstáculos fijos, peligrosos, etc.

Para realizar la clasificación por el tipo de accidente tuvimos que apelar a los informes levantados por el Organismo Operativo de Tránsito la cual tuvo que ser ordenada, para luego ser procesada y analizada. Entonces los tipos de accidentes más frecuentes en las calles del centro de nuestra ciudad.

**TABLA DE TIPO DE ACCIDENTES MÁS FRECUENTES
EN LA CIUDAD DE TARIJA**

TIPOS DE ACCIDENTES MAS FRECUENTES EN EL CENTRO DE TARIJA	DATOS POR GESTIÓN				
	GESTIÓN 2000	GESTIÓN 2002	GESTIÓN 2004	GESTIÓN 2005	GESTIÓN 2006
	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
ATROPELLO A PEATÓN	39	44	38	43	15
ATROPELLO A CICLISTA	9	13	3	2	1
CAIDA DE CICLISTA, MOTOC. O PASAJERO	4	3	6	10	3
COLISION POR ALCANCE	29	3	13	15	9
COLISIÓN DE VEHÍCULOS	247	215	198	219	175
CHOQUE A OBJETO FIJO	45	23	45	40	21
CHOQUE A VEHIC. DET. O ESTACIONADO	59	57	55	87	48
VUELCO DE VEHÍCULO	1	0	2	0	0
TOTAL DE DATOS POR GESTIÓN	433	358	360	416	272

Tabla1. Datos obtenidos del Organismo Operativo de Tránsito

1.3. Causas que producen los accidentes de tránsito.-

Del estudio de los informes por el Organismo Operativo de Tránsito, se puede precisar los actos del conductor que contribuyeron principalmente al hecho. Usualmente se piensa en una causa y la verdad es que las muchas veces el accidente incluye una serie de causas, y circunstancias contribuyentes.

Como consecuencia del desarrollo de la velocidad en los vehículos modernos y el de no disponer, en muchos casos, de una infraestructura vial acorde con estos avances, la causa más frecuente de accidentes en la zona central de Tarija y podríamos decir en todo el país es el exceso de velocidad, además el consumo de alcohol por parte del conductor, pero les daremos una serie de causas que son las más comunes:

1. Exceso de velocidad
2. Estado de ebriedad
3. Imprevisión del conductor
4. Falla mecánica
5. Imprudencia del peatón
6. Estacionamiento peligroso
7. Carecer de luces
8. Omitir señales de tránsito
9. No acatar disposiciones de tránsito
10. Cruzar peligrosamente
11. Mala maniobra
12. No dar prioridad

Dentro de las causas que les presentamos como las más comunes podemos hallar talvez otras más, pero estas son las más frecuentes y las que de alguna manera se podrían minimizar o eliminar, enseñando tanto al peatón como al conductor educación vial.

Dentro de la presente tabla mostramos los accidentes mas frecuentes en la ciudad de Tarija específicamente en el centro de la ciudad considerados cada uno de ellos con un cierto grado de peligrosidad, cada uno esta reflejado en el porcentaje de accidentabilidad durante la gestión donde se produjo.

1.4. Factores que influyen en un accidente de transito.-

Entre algunos de los factores que influyen en un accidente de tránsito se podrían mencionar varios pero el más frecuente en nuestra ciudad diríamos que el consumo de alcohol, que es el principal factor que produce un accidente de tránsito. Otro que es más o de igual importancia que el consumo de alcohol es el exceso de velocidad en el conductor, los vehículos mal estacionados tampoco dejan de ser un factor importante pero esta en un lugar de importancia; la falta de señalización no se puede tomar como

una excusa al provocarse un accidente pero la falta de educación vial tanto de los peatones como de los conductores es de gran importancia para tratar de evitar accidentes, etc.

1.4.1. Condiciones que alteran la libre circulación.-

Existen algunas condiciones que en ocasiones alteran el estado de la vía como ser:

1.4.1.1. Condiciones climáticas.-

Los factores que más afectan en las vías son:

- La lluvia
- El granizo
- La niebla
- La oscuridad
- El viento

1.4.1.2. Obstáculos en las vías.-

La vía no puede aislarse de un entorno, ya que esta influenciada por obstáculos que son puestos voluntariamente o involuntariamente por el hombre y/o por la naturaleza, que a veces son los causantes de accidentes. Los obstáculos visuales impiden que un conductor vea a otro, una señal, un automóvil circulando a contramano o un peligro potencial, por lo general estos obstáculos son:

- Barreras
- Árboles
- Postes de luz o teléfonos
- Señales de tránsito
- Propagandas

1.4.1.3. Deslumbramientos y otros factores.-

Es un factor difícil de evaluar. En ocasiones se producen accidentes debido a la negligencia del conductor por no dar las luces de cruces. En todo caso no todo deslumbramiento provoca un accidente; dependiendo de la situación, el ojo humano se adapta a las condiciones de luz existentes, salvo que la edad, enfermedad, o estado alcohólico distorsionen la capacidad de dilatación de la pupila, existen tres tipos de deslumbramientos:

1. Por luces fijas o por reflejos de los letreros luminosos y el alumbramiento vial, que puede cegar al conductor.
2. Por alumbramiento de faros frontales de los vehículos, especialmente cuando dos vehículos, están circulando en sentido contrario y con luces altas.
3. Por el sol, se produce cuando este da frontalmente al rostro del conductor cegándolo y haciendo invisible a los peatones, semáforos y otros coches que se aproximan. Otro tipo de deslumbramiento solar se debe al reflejo del sol en el parabrisas o en las ventanillas del vehículo, las ventanas de los edificios y los vehículos estacionados son los que originan reflejos más peligrosos.

En términos de visibilidad algunos colores en determinadas horas de la noche y en la hora del atardecer se confunden con las sombras y la oscuridad, resultando difíciles de distinguir, que multiplican el riesgo de producir accidentes.

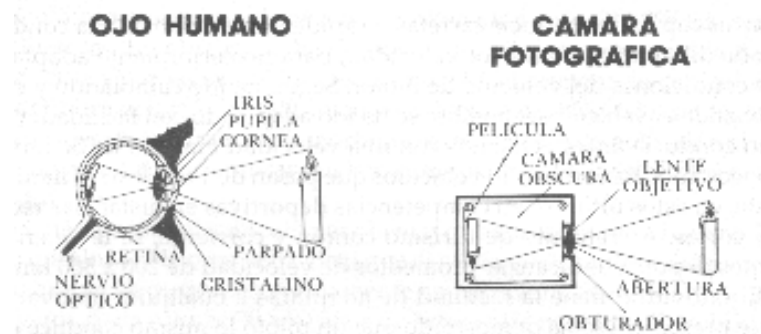


Fig. 1. Enfoque que tiene el ojo humano y el enfoque que tiene una cámara fotográfica

Por esto, en estudios realizados se ha comprobado que los colores más peligrosos son el negro, el morado, el rojo, pero el color rojo se sitúa en la posición catorce de la escala de visibilidad de colores y produce un efecto de adelgazamiento de la silueta de un vehículo y en el atardecer parece negro.

Por lo expuesto podemos concluir que el hombre es el protagonista principal y de su comportamiento depende la ocurrencia de un accidente.

El conductor, el vehículo, la vía con su contorno y los otros usuarios, dan al conductor diversas y cambiantes exigencias para probar su capacidad de actuación, por lo tanto si su capacidad es inferior a las exigencias requeridas se puede producir el accidente.

1.4.2. El hombre.-

Los elementos de un accidente de tránsito son:

- La vía (incluyendo las condiciones ambientales)
- El vehículo
- El hombre

Estos tres elementos influyen de distinta manera en la ocurrencia de accidentes, los dos primeros son de carácter material y sirven de medios al servicio del hombre. El factor preponderante y más influyente es el ser humano el cual los crea y los produce de acuerdo a sus condiciones.

El hombre es el factor más importante e influyente en un accidente de tránsito, estadísticas que se obtuvo del Organismo Operativo de Tránsito, atribuyen el 80% - 90% de responsabilidad al factor humano, por otra parte es el objeto final de seguridad en las circulación, el hombre es el que debe dominar a la maquina, puesto que en el conductor recae la mayor responsabilidad. El conductor será responsable si pudo prever el accidente y no lo hizo, aunque luego fue inevitable.

Las condiciones que más afectan son las condiciones físicas y las condiciones emocionales.

1.4.2.1. Estado en el que se encuentra el conductor.-

Un accidente puede provocarse no solo dependiendo de la circunstancia o del momento, en muchos de los casos se producen por el estado físico o anímico del conductor

1.4.2.1.1. Condiciones físicas.-

Conducir es una labor que requiere que la persona que lo haga se mantenga en buenas condiciones físicas y mentales. Debe tenerse presente que lo que más afecta el buen estado físico del conductor son los problemas de visibilidad. En la conducción intervienen dos procesos que son:

- a) *Percepción:*** vista, oído, tacto, olfato
- b) *Intelección:*** procesamiento de lo percibido con los conocimientos, experiencias y aprendizaje.

Las causas principales de las fallas humanas generalmente son:

- Alteraciones orgánicas transitorias (nauseas, mareos, etc.)
- Insuficiencia sensitiva (defectos del oído, de la vista)
- Alteraciones orgánicas permanentes (insuficiencia cardiaca, diabetes, etc.)
- Insuficiencias motoras (falta de reflejos, coordinación, etc.)

También la condición física del conductor puede verse afectada por la fatiga, la que origina el sueño, que también puede ser causado por contaminación o intoxicación (gases provenientes del motor), o bien por drogas o alcohol. Conviene en esta oportunidad hacer la aclaración que las drogas no solo son alucinógenos, sino también todo preparado farmacológico. Así entonces debe tenerse cuidado con medicamentos prescritos por el médico como:

1. **Antihistamínicos:** usados en tratamiento de gripe u otras enfermedades.
2. **Anfetaminas:** estimulantes usados para contrarrestar el sueño. Debe tenerse presente que la menor forma de contribuir a reducir el sueño, en forma natural, es descansando. Es preferible descansar por un rato, y no por una eternidad.
3. **Barbitúricos:** Productos que producen sueño, el cual puede ser eterno.
4. **Tranquilizadores:** Productos utilizados para contrarrestar estados depresivos o eufóricos. Distorsionan la percepción de distancia, espacio y tiempo en la conducción.

1.4.2.1.2. Condiciones psicológicas.-

Las causas fundamentales de las fallas humanas generalmente son problemas mentales y emocionales.

- a) **El exhibicionismo.-** Al conducir, los exhibicionistas tratan de demostrar habilidades poco corrientes, con las cuales quieren llamar la atención de otras personas (conducir con una mano, manejar a altas velocidades, hacer ruido con bocinas, etc.)
- b) **Temeridad.-** El conductor temerario es audaz, atrevido y se arriesga imprudente e irresponsablemente. Se encuentra con frecuencia esta característica en el comportamiento de los jóvenes, y esta se acentúa más por el efecto del alcohol.
- c) **Negligencia.-** Se presenta en los conductores descuidados, perezosos, quienes no revisan sus vehículos, no se concentran en la conducción y manejan con descuido olvidándose de que es prohibido conducir un vehículo negligentemente, conducen con una irrespetuosidad a los derechos y seguridad de los demás.
- d) **Distracción.-** Es la fijación en la mente de una idea o cosa que la aparta del objeto al que debía concentrarse. Recientes investigaciones

demuestran, que un conductor puede llevar su vista fija en la vía y los demás tienen la sensación de que está muy atento a todo lo que está sucediendo en la vía, pero en realidad su mente está muy lejos de la carretera.

Las distracciones al conducir pueden ser causadas por:

- Escuchar radio
- Buscar un cigarrillo
- Conversar y mirar directamente al interlocutor
- Buscar el encendedor
- Contemplar el paisaje
- Pensar en algo distinto a la conducción
- Atender una puerta que se abre

e) Vanidad.- Esta es otra actitud parecida a la anterior y se distingue por:

- Desprecio por los demás conductores
- Mira nada más los errores de los otros
- No admite que lo adelanten
- No acepta correcciones

f) La agresividad.- Proviene de un desorden de la conducta. Adelanta por la derecha, corta el paso, suena la bocina, hace señales insultantes, grita e insulta.

1.4.2.2. Los peatones

1.4.2.2.1. Datos recolectados de daños a peatones.-

En el caso de los peatones, las lesiones se asocian con los efectos del impacto contra el vehículo y/o con el suelo, incluyendo laceraciones de la piel, desgarros musculares, etc. En cuanto a las motocicletas es usual encontrar graves lesiones en el cráneo como consecuencia de la proyección hacia adelante del cuerpo y el choque frontal, lo que es

especialmente frecuente y crítico en el caso del acompañante, especialmente si carece de casco protector. Casi de la misma forma que en los motociclistas las lesiones de los ciclistas no son tan irrelevantes y como consecuencia del accidente existen fracturas de las extremidades tanto superiores como inferiores y más aun de cráneo llegando a la muerte.

1.4.3 El vehículo.-

Según la experiencia de servicios en asociaciones automovilísticas de servicio, las causas principales de falla en un vehículo y que ocasionan accidentes son llantas, frenos, suspensión delantera, dirección, luces. Etc. La labor preventiva puede ser muy significativa a través de una revisión rápida.

1.4.3.1. Datos referentes a los daños a vehículos.-

Dentro de lo que podemos decir de daños a los vehículos depende del tipo de accidente que se haya sufrido y la gravedad del mismo de esta forma lo clasificaremos de la siguiente manera:

Simples.- Son aquellos en los que intervienen un solo vehículo por ejemplo: choque a objeto fijo (árbol, poste de luz o teléfono), choque a vehículo estacionado, etc.

Complejos.- Son aquellos en los que intervienen dos o más vehículos, en este mismo están los atropellados, en los que puede intervenir una bicicleta o motocicleta.

1.4.3.2. Por la forma que se produce el accidente

1. **Choque a objeto fijo.-** Se produce un choque con un elemento fijo, como ser: árboles, muros, señales u objetos que forman parte de la infraestructura vial. También se considera como choque a objeto fijo al encuentro violento de un vehículo en movimiento con otro estacionado.

2. **Colisiones.-** Son aquellas que se producen por el encuentro violento de dos o más vehículos en movimiento.
3. **Colisiones frontales.-** Este es uno de los accidentes más violentos y mortales, provoca lesiones en la cabeza y el tórax de conductores y pasajeros. Los ocupantes del vehículo son lanzados hacia delante con una fuerza de varias toneladas. En el choque de frente el conductor se levanta hacia delante, y su cabeza tiende a pegar contra el parabrisas. Luego su cuerpo no regresa a la posición original, sino que su cabeza sigue hacia atrás, por que el respaldar del asiento sostiene únicamente el cuerpo o espalda del conductor, pero no su cabeza, la que continúa hacia atrás, provocándose una fractura en las últimas vértebras cervicales, y produciéndose así muerte inmediata.

La causa principal por la que ocurren colisiones frontales es la invasión del carril izquierdo, la cual puede darse en los siguientes casos:

- Al virar a la izquierda
- Al adelantar
- Al ingresar nuevamente a la carretera después de haberse salido de la misma
- El tomar una curva a mucha velocidad
- Por fatiga o descuido del conductor
- Por malas condiciones atmosféricas

Se pueden clasificar las colisiones frontales en:

Central: Cuando coinciden los ejes longitudinales de los vehículos.

- **Excéntricas:** Cuando los ejes longitudinales son paralelos pero no coinciden entre sí.
- **Angulares:** cuando los ejes longitudinales forman un ángulo de 90°.

4. **Embestidas.-** Es cuando un vehículo esta a punto de pasar la intersección es impactado por otro vehículo en forma perpendicular a este, y se puede clasificar en:

- **Perpendiculares:** cuando sus ejes forman un ángulo de 90° y se subdividen en:

1. anteriores
2. centrales
3. posteriores

- **Oblicuas:** cuando el ángulo que forman los ejes no es de 90° y pueden ser:

1. anteriores
2. centrales
3. posteriores

5. **Colisiones por alcance.-** Cuando dos o más vehículos se colisionan de tal forma que la parte frontal de uno impacta contra la posterior del otro.

6. **Colisiones por adelantamiento.-** Dentro de la conducción de vehículos, el adelantamiento es una maniobra peligrosa que requiere mucha atención y prudencia.

Tipos de colisiones que usted puede tener cuando adelanta:

- **Colisión delantera:** Este tipo de accidente se origina al aproximarse demasiado el vehículo que se va a adelantar, o sea, al no guardarse la distancia de seguimiento. Con solo que el vehículo que va adelante desacelere, la velocidad se reduce, la luz de freno no se enciende y puede producirse un accidente, al no haber tiempo ni distancia para detenerse.

- **Colisión lateral izquierda:** Al abandonar la derecha, puede ocurrir una colisión con otro vehículo que se propone efectuar un adelantamiento.

- **Colisión lateral derecha:** Al regresar rápidamente a la derecha puede suceder un choque al cortarle el paso a otro vehículo.
- 7. **Salidas de vía.-** Es cuando un vehículo sale de la calzada por causas ajenas a la voluntad del conductor, pueden ser con vuelco o sin vuelco.
- 8. **Vuelco.-** Puede ser de campana, cuando da vueltas longitudinalmente o de tonel, cuando da vueltas transversalmente.
- 9. **Atropello.-** Cuando un vehículo embiste a un peatón, un ciclista o un motociclista.
- 10. **Embarrancamiento.-** Es cuando un vehículo en movimiento y por influencia de algún factor humano o de la vía, más la fuerza motriz sale de la plataforma y su descanso es en profundidad, o se atasca en su inicio, se presenta generalmente cuando la vía es sinuosa.

1.5. Nivel de servicio.-

El nivel de servicio (NS) de una vía representa el grado de libertad de maniobra que el usuario posee cuando circula por ella. Como es lógico, cuando la intensidad de tráfico de una vía alcanza valores próximos a su capacidad se circula restrictivamente por ella, la velocidad es baja, hay paradas frecuentes y el conductor es sometido a una tensión molesta.

Si se desea alcanzar un buen nivel de servicio, la intensidad de tráfico debe ser inferior a la capacidad, existiendo una intensidad máxima admisible para cada nivel o calidad de servicio.

La carga admisible (CA) o Intensidad de Servicio (i), correspondiente a un nivel de servicio, es el volumen horario máximo de vehículos que puede pasar por una sección

de una vía en unas condiciones determinadas de circulación para el usuario, las cuales vienen definidas por el nivel de servicio del correspondiente tramo de vía.

Hay dos razones principales por las que es interesante determinar el nivel de servicio (NS) en una infraestructura: conocer el nivel de satisfacción de los usuarios (evaluación) y predecir futuros cambios si se realizan hipótesis sobre crecimiento de tráfico y cambios introducidos en la infraestructura (predicción). Si el resultado de la evaluación es un NS insuficiente, esta evaluación puede desembocar en una necesidad de inversión para mejorar la infraestructura. Si el resultado de la predicción es un NS insuficiente, el proceso de planificación debe incluir una programación de gastos y actividades para mejorar la infraestructura.

Para determinar de forma precisa cual es el nivel de servicio correspondiente a unas condiciones dadas de circulación, habría que considerar la velocidad de los vehículos, los cambios de velocidad y tras restricciones de adelantamiento y cambio de carril, la seguridad vial, la comodidad de la conducción y los costos de viaje. Como resulta muy complicado considerar y cuantificar todos estos factores, el Manual de Capacidad emplea un parámetro para caracterizar el nivel de servicio. En autopistas y carreteras con dos o más carriles por sentido se ha escogido, de entre las variables que mejor percibe el conductor, aquella que se ha considerado que mide con mayor precisión los distintos estados de la circulación.

1.6. Fundamentos de la capacidad vehicular en calles urbanas.-

Se define a la capacidad vehicular como el número de vehículos máximo que pasa por una sección de una calle o carretera en un periodo de tiempo que puede ser normalmente horario o diario y que razonablemente puede esperarse que pasen por dicho tramo de camino o calle.

El intervalo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que éste es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable.

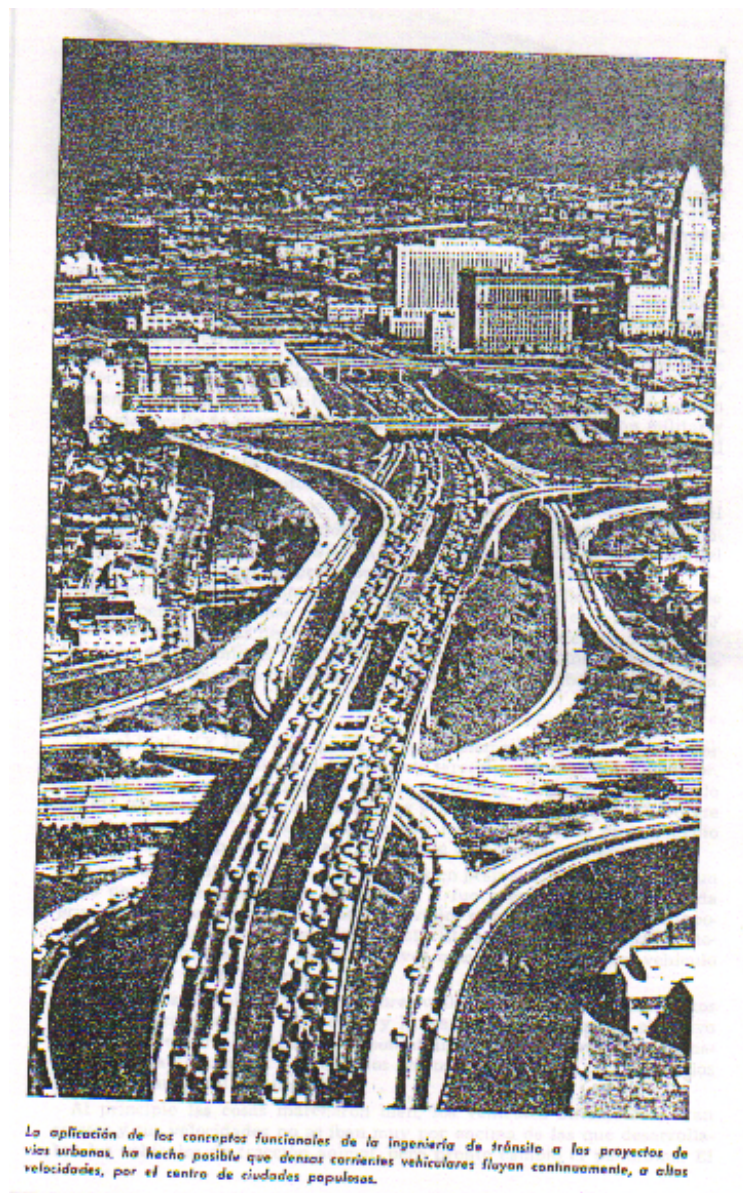


Fig. 2. Ciudad con alto tráfico que rebasa la capacidad de la carretera

Al estudiar las relaciones entre distintas magnitudes de tráfico se llegaba a la conclusión que existe un máximo para la intensidad de tráfico que puede circular por una calle o carretera. Este límite máximo o capacidad de la carretera o calle, aunque define un estado de la circulación inaceptable, como consecuencia y base de cálculo tiene una importancia práctica fundamental en la determinación del conjunto de regímenes de explotación posibles de una carretera o calle, en el proyecto de nuevas

carreteras y en la explotación de las existentes. Por lo consiguiente, dentro de la ingeniería de tráfico se ha desarrollado métodos, denominados de análisis o cálculo de capacidad, que permitan el cálculo de esta y del resto de los regímenes posibles teniendo en cuenta las características de la carretera o una calle. Estos métodos se basan fundamentalmente en datos empíricos ya que las complejas condiciones de la circulación no han permitido el desarrollo de modelos teóricos generales que pueden aplicarse en la práctica a toda la casuística de carreteras o calles urbanas y circulaciones que sobre ellas se pueden presentar.

El método de cálculo de la capacidad más conocido y utilizado es el expuesto en el **Manual de Capacidad de Carreteras** preparado en los Estados Unidos por el Transportation Research Board, este método está basado en estudios realizados en ese país desde 1935, y ha objeto de tres ediciones, la última en 1985, cuya última actualización, en 2000, ha proporcionado un conjunto de modelos nuevos para aplicar a la mayoría de las topologías de carretera y circulación existentes.

Este método ha sido utilizado en otros países, entre ellos España, aunque en ciertos casos la práctica ha aconsejado introducir modificaciones para su adaptación a las circunstancias locales. En algunos países se han desarrollado métodos de cálculo de la capacidad con una metodología diferente, pero frecuentemente se ha empleado la del Manual Americano con las modificaciones que la experiencia ha ido aconsejando.

La capacidad de una sección es el número máximo de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar la sección durante un periodo dado de tiempo (generalmente 15 minutos) en unas condiciones determinadas de la carretera o calle urbana y del tráfico, expresado en vehículos a la hora.

Para que se alcance la capacidad de una sección será necesario que haya una demanda de tráfico suficiente en el acceso a la sección y que no exista una sección menor a la anterior de menor capacidad, que impida que la intensidad de tráfico se mantenga en la entrada; ni una sección posterior de menor capacidad que de lugar a la formación

de una cola de vehículos que llegue a impedir la salida de los mismos de la sección considerada. Debido a la fluctuación aleatoria del tráfico pueden presentarse valores muy altos de la intensidad durante periodos muy cortos, por lo que normalmente interesa más definir la capacidad mediante el número de vehículos que pasan durante un periodo lo suficientemente largo como para estimar estas oscilaciones aleatorias, por ejemplo, quince minutos.

La capacidad depende de las condiciones existentes. Estas condiciones se refieren fundamentalmente a las características de la sección (características geométricas, condición de pavimento, etc.) y las de tráfico (especialmente su composición). Además habrá que tener en cuenta las regulaciones de la circulación que existen (limitaciones de velocidad, prohibiciones de adelantamientos, etc.) y que influirán sobre el tráfico. Por último, habría que considerar las condiciones ambientales y meteorológicas. Aunque se tiene poca experiencia sobre la influencia de estos factores, ya que generalmente es pequeña y sólo en condiciones excepcionales puede llegar a ser importante, el último Manual contempla ciertos ajustes que permitan tenerlos en cuenta en el futuro.

En este sentido, la capacidad de una sección podrá alcanzar un valor máximo cuando sus propias condiciones y las del tráfico sean óptimas, lo que corresponde a una **capacidad en condiciones ideales**.

Cuando hablamos de capacidad en vías interrumpidas, nos referimos específicamente a la capacidad de calles o arterias dentro de una ciudad. Estas vías poseen características de circulación que obedecen a interrupciones en periodos de tiempo o en longitudes determinadas dadas por las intersecciones, las cuales originan la interrupción del tráfico.

La determinación de la capacidad en este tipo de vías esta dada por una capacidad teórica, una capacidad práctica y una capacidad real en función de factores de reducción.

1.6.1. Capacidad básica.-

En la determinación de la capacidad se tiene como premisa que las intersecciones serán semaforizadas o en su caso accionadas por un agente de tráfico que regula la circulación.

La capacidad básica o teórica ha sido estudiada en función a condiciones ideales como ser ancho de carril, visibilidad, velocidad de diseño, ciclo de semáforo, etc. Esas condiciones y tomando en cuenta las diferentes zonas de un área urbana la forma de estacionamiento cerca de la intersección es que se han establecido ábacos que nos proporcionan una capacidad básica ideal o teórica.

Se ha establecido a partir de varios estudios que se han desarrollado en varios tipos de intersecciones tomando en cuenta dos factores fundamentales:

- **Ancho de acceso.-** Es un elemento fundamental para la determinar cuanto de capacidad puede tener el nuevo acceso. Cuanto mayor es el acceso mayor es la capacidad teórica.
- **Características funcionales.-** Están básicamente en la posibilidad de estacionamiento en los accesos y la ubicación de la intersección en el entorno del trozo urbano. Es decir si esta en la zona central, intermedia o periférica.

Tomando estos factores se hace uso de los ábacos ya establecidos tanto para calles de un sentido como de doble sentido con la cual se determina una capacidad teórica.

1.6.2 Capacidad Práctica.-

La capacidad práctica es un concepto de que por diferentes razones no siempre se van ha mantener las condiciones ideales en la circulación por lo tanto se debe colocar un factor de seguridad de por lo menos el 10% con referencia a la capacidad teórica.

Se ha visto que la capacidad teórica puede tener variabilidad en el tiempo debido a otros factores o variables de flujo o volumen, variaciones de las condiciones de los accesos a los varios meses o épocas del año, motivo por el cual por seguridad se ha establecido que hay una capacidad práctica o posible que es igual al 10% menos que la capacidad teórica. Es decir para tener la capacidad práctica se debe multiplicar un factor de 0.9 a la capacidad teórica.

1.6.3. Capacidad real.-

Las condiciones particulares de cada acceso hace que se establezca una capacidad real que es el producto de la capacidad práctica por una serie de factores de reducción que disminuyen la capacidad de una intersección como ser el % de vehículos pesados, los movimientos de giro tanto a la derecha como a la izquierda y las condiciones de estacionamiento cercanos a la intersección que esta ya dada por una metodología establecida.

1.6.4. Factores de reducción de la capacidad.-

En la **capacidad** existen varios factores que influyen y reducen la capacidad de las calles, de entre ellos la mayoría de las normas han hecho énfasis de las tres más importantes que son:

- ***Vehículos pesados.-*** Sustraer el 1% de cada 1% de omnibuses y camiones que pasen del 10% del número total. Por lo tanto la capacidad real es el producto de la capacidad práctica multiplicada por el factor de estacionamiento, el factor de paradas y el factor de vehículos pesados. La capacidad de intersección puede tener dos o más accesos, también tendrán capacidades diferentes en cada acceso. Se considera como capacidad de la intersección a la capacidad más baja.
- ***Movimientos de giro (izquierda y derecha).-*** Sustraer 0.5% de cada 1% en el que el tráfico gira a la derecha, pasa el 10% del tránsito total. Sustraer el 1% de cada 1% en que el tráfico gira a la izquierda, pasa el 10% del tránsito total.

El máximo de la reducción por los dos giros debe hacer un total de 20% del tránsito total.

- **Estacionamientos.-** Permitido restar 1.80 m. al ancho de acceso y utilizar el ancho restante para hacer el recalcu de la capacidad teórica. De omnibuses antes de la intersección restar el 10% por las paradas, después de la intersección restar el 5% en zonas centrales y restar el 10% en zonas intermedias.

1.7. Tipos de nivel de servicio.-

El nivel de servicio es un intento en describir las condiciones operacionales del volumen del tránsito tal y como las percibe el usuario. Originalmente, el concepto de nivel de servicio era definido como una manera cualitativa de medir las condiciones operacionales de una vialidad.

Esta medida cubriría idealmente factores como velocidad, tiempos de viaje, demoras, libertad de maniobras, interrupciones del tránsito, comodidad, conveniencia y, seguridad. Para los especialistas de transporte, las medidas cuantitativas de estos factores son los de importancia; sin embargo, el concepto de los niveles de servicio es de utilidad para la comunicación con el público en general.

Para cada tipo de infraestructura se definen seis categorías de niveles de servicio, del “A” al “F”. El nivel de servicio “A” se refiere a condiciones de volumen libre. El nivel de servicio “E” se refiere a condiciones de volumen a capacidad y el nivel de servicio “F” a condiciones de congestión crítica.

Para tener en cuenta las condiciones en que se desarrolla la circulación en tramos de autopista sin intersecciones, se emplean en el manual de capacidad seis niveles de servicio, cuyas definiciones son las siguientes:



NIVEL A



NIVEL B



NIVEL C



NIVEL D



NIVEL E



NIVEL F

Fig. 3. *Los diferentes tipos de niveles de servicio*

El nivel A: corresponde a una situación de tráfico fluido, los vehículos siguen su curso libremente, con una intensidad de tráfico baja y velocidades de servicio altas, sólo limitadas por las condiciones físicas de la vía. Los conductores poseen un amplio grado de libertad funcional y no se ven forzados a mantener una determinada velocidad por causa de otros vehículos. Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantar

prácticamente sin sufrir ninguna demora, por lo que los conductores no se sienten estorbados por los otros vehículos.

El espaciamiento medio entre vehículos es de unos 161m. Equivalente a una longitud de 26 vehículos, con una densidad máxima de 6.2 vl/km/c. Este nivel de servicio corresponde a unas condiciones de circulación libre con una gran comodidad física y psicológica para los conductores. Los incidentes menores que se pueden producir son amortiguados rápidamente sin que se forme ninguna cola permanente ni se influencie la circulación general.

El nivel B: corresponde a una circulación estable, sin cambios bruscos en la velocidad de los vehículos, esta se mantiene por lo general al nivel de la velocidad libre, aunque ésta empieza a estar condicionada por otros vehículos, los adelantamientos y cambios de carril (según tipo de vías) se realizan sin problema. El espaciamiento medio mínimo entre vehículos ligeros es de unos 100m. o de 18 vehículos en columna, con una densidad máxima de 10 vl/km/c. La capacidad de maniobra se ve solo ligeramente reducida, manteniéndose un alto nivel de comodidad. Los incidentes menores son fácilmente absorbidos aunque los deterioros locales del servicio pueden ser mayores que en el nivel anterior.

El nivel C: corresponde también a una circulación estable, pero la velocidad y la maniobrabilidad están ya considerablemente condicionadas por el resto del tráfico. Los adelantamientos y cambio de carril son más difíciles aunque las condiciones funcionales son tolerables.

El espaciamiento medio mínimo es de 67m. o 11vehículos, con una densidad máxima de 15 vl/km/c. La circulación sigue siendo estable, aunque las perturbaciones localizadas son importantes y se crean colas tras bloqueos significativos. El conductor se ve obligado, ya a una apreciable

tensión para mantener el nivel necesario de atención para circular con seguridad.

El nivel D: corresponde a situaciones que comienzan a ser inestables, es decir, en que se producen cambios bruscos e imprevistos en la velocidad, se forman pequeñas colas, el adelantamiento presenta notables dificultades, y la maniobrabilidad de los conductores está muy restringida por el resto del tráfico.

Todos los vehículos deben regular su velocidad teniendo en cuenta la marcha de los vehículos precedentes. Al aumentar la intensidad empieza a reducirse la velocidad, y algo más de prisa la intensidad. El espaciamiento mínimo es de 50 m. o de 5 vehículos de columna, con una densidad máxima de 20 vl/Km/c. se forman largas colas, ya que resulta casi imposible absorber las alteraciones de la circulación. La circulación se aproxima a la inestabilidad. Estas condiciones de circulación solo resultan tolerables durante periodos cortos de tiempo.

El nivel E: supone que la intensidad de tráfico es ya próxima a la capacidad de las vías y las velocidades no rebasan a duras penas los 40 Kms/h. Las detenciones son frecuentes, aunque de corta duración y se producen largas colas siendo forzadas las condiciones de circulación. La densidad vehicular entre 20 y 30 vl/Km/c.

Corresponden a condiciones de circulación en las que la intensidad de tráfico llega a alcanzar a la capacidad de la carretera. El espaciamiento medio es de 6 vehículos en columnas, y resulta imposible cualquier maniobra de adelantamiento o cambio de carril. Son frecuentes las detenciones bruscas debido a cualquier tipo de incidente. Es una situación límite, que solo puede mantenerse durante periodos cortos ya que a larga

se producirá alguna detención, y se circulará con parones y arrancadas sucesivas.

El nivel F: corresponde a condiciones de saturación inestable de la vía y a punto de colapso. Es una situación de congestión producida cuando la intensidad de tráfico que entra en un tramo de carretera sobrepasa la capacidad en la salida del mismo. Mientras se mantenga esta situación en dicho tramo se irá formando una cola de vehículos que avanzarán muy lentamente y con frecuentes paradas hasta conseguir atravesar la zona congestionada. La densidad vehicular es mayor a 30 vl/Km/c.

En estas condiciones la velocidad media es muy baja y dependerá del tiempo transcurrido desde que empezó la congestión ya que al ir aumentando la longitud de la cola de vehículos; se tardará; más tiempo en recorrer la zona congestionada. La situación resulta completamente inaceptable y denota la existencia de una sección cuya capacidad es insuficiente para la demanda.

Para definir cada nivel de servicio existen unos parámetros que se llaman «medidas de eficacia» y que son densidad, intensidad, velocidad media practicada y demora porcentual.

Las condiciones de velocidad de servicio y de intensidad de tráfico que caracterizan a cada uno de dichos, niveles varían según el tipo de vía. En primer lugar se deberá decidir si es de circulación continua o discontinua. En esta norma se consideran sólo los casos de circulación continua (tronco, tramos de trenzado y ramales de autopistas, autovías, carreteras de dos carriles, multicarriles y calles de dos vías).

1.8. Determinación del nivel de servicio en calles urbanas.-

El nivel de servicio en calles urbanas se ha determinado tradicionalmente a través de dos factores: la velocidad de recorrido y la relación intensidad / capacidad. Los

procesos involucrados en la determinación del nivel de servicio utilizados antes de esta investigación son costosos y complejos, y debido a ello rara vez se aplican con generalidad a una red de calles urbanas convencionales que es la más extensa y la de menor inversión por kilómetro, tanto en construcción como en conservación.

A continuación se seleccionan los parámetros en los que se basará la evaluación de los niveles de servicio. Se opta por el porcentaje de vehículos demorados y la velocidad media temporal. A partir de los datos recogidos se determina el valor del intervalo crítico a utilizar en el establecimiento de niveles de servicio, de forma que un vehículo que circula con un intervalo menor se considera demorado, y se deciden los umbrales de cada variable.

Se realiza entonces un estudio comparativo sobre los niveles de servicio determinados por los métodos empleados por otros autores y el método propuesto.

Como el indicador de efectividad principal para determinar el nivel de servicio es la velocidad media de recorrido de la corriente vehicular que comprende vehículos livianos y pesados, el procedimiento consiste en determinar esa velocidad. Para ello, se empieza por encontrar la capacidad ideal y velocidad de los automóviles a flujo libre en condiciones casi ideales, y transformarla en el parámetro deseado como se explica a continuación:

1. Dada una capacidad ideal C_i de la vía y los factores que dependen de las características de vía y tránsito son los siguientes:
 - Factores de corrección a la capacidad por pendiente (F_{pe})
 - Factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos (F_d),
 - Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma (F_{cb})
 - Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos en pendientes ascendentes (F_p)

2. Para el cálculo de la capacidad los factores de corrección se aplican en forma simultánea, por tanto, la capacidad en vehículos mixtos por hora C_{60} para esas condiciones, suponiendo que no hay variaciones aleatorias del volumen durante esa hora esta dada por la siguiente expresión:

$$C_{60} = C_i \times F_{pe} \times F_d \times F_{cb} \times F_p$$

3. Para el cálculo de la capacidad en vehículos mixtos/hora C_5 para condiciones estudiadas compensando las variables aleatorias normales se multiplica la capacidad C_{60} por FPH que es el *factor de pico horario basado en periodo de cinco minutos suponiendo llegadas aleatorias (fph)*.

$$C_5 = C_{60} \times \mathbf{FPH}$$

4. Obtenidos los valores de C_{60} y C_5 se calcula la relación Q/C_{60} y Q/C_5 , la velocidad ideal se obtiene de la tabla 6 (anexos) conociendo la inclinación de la pendiente y la longitud del tramo. Se toma el factor de corrección por efecto de la utilización de la capacidad f_u de la tabla 7, conociendo la relación volumen/capacidad

Tomar la velocidad ideal de los automóviles en flujo libre, V_i , conociendo la inclinación de la pendiente ascendente en estudio y su longitud. Se obtiene la velocidad media de automóviles, en condiciones ideales.

$$V_1 = V_i \times f_u$$

5. Tomar el factor de corrección por el estado de la superficie de rodadura, f_{sr} de la tabla 8 utilizando como velocidad, la primera velocidad aflujo restringido, V_1 , y el

parámetro de estado de superficie de rodadura. Este parámetro se escoge siguiendo un orden de prioridad y dependiendo de la disponibilidad que él se tenga así.

- El valor del IRI
- El porcentaje de área afectada
- El nivel funcional

Los dos primeros parámetros son más precisos, ya que reflejan cuantitativamente el estado de la superficie de rodadura.

6. Tomar el factor de corrección por efecto combinado del ancho de carril y berma f_{cb} , de la tabla 9, conociendo el ancho utilizable de la berma y el del carril.

7. Multiplicar la velocidad V_1 por el factor f_{sr} y por el factor f_{cb} , para encontrar la velocidad de automóviles a flujo restringido para las condiciones que se estudian, V_2 .

8. Tomar el valor inicial del factor de corrección por la presencia de vehículos pesados, f_{p1} , de la tabla 10, conociendo la inclinación y longitud de la pendiente en estudio y utilizando la velocidad corregida, V_2 , como velocidad media de automóviles.

9. Tomar de la tabla 11 el factor de corrección, f_{p2} , conociendo el porcentaje de vehículos pesados y el volumen total en ambos sentidos Q.

Multiplicar entre si los factores f_{p1} y f_{p2} , para hallar el factor de corrección total por la presencia de vehículos pesados f_p . Si este factor resulta ser mayor que la unidad, se debe hacer igual a uno.

$$f_p = f_{p1} \times f_{p2} ; \text{ si } f_p > 1 \text{ entonces } f_p = 1$$

Multiplicar el factor de corrección f_p por la velocidad de los automóviles a flujo restringido V_2 para obtener la velocidad de tránsito mixto a flujo restringido, para las condiciones estudiadas y en tangente, V_3 .

$$V_3 = V_2 \times f_p$$

10. Hallar la velocidad máxima que permite la curva más cerrada del sector en estudio, V_c , de la tabla 12, conociendo su radio de curvatura.

11. Comparar V_3 con V_c . Si V_c resulta menor que V_3 , habrá que calcular la velocidad media de recorrido V con la hoja de trabajo N° 2. Si V_c resulta mayor o igual que V_3 se deja $V_3 = V$.

Es decir, se compara la velocidad V_3 (en tangente) con la velocidad V_c (en curva), si la curva condiciona la velocidad, su efecto debe ponderar atendiendo el procedimiento de la hoja de trabajo N°2.

Esta velocidad V , corresponde a la velocidad media de tránsito mixto, a flujo restringido, en condiciones estudiadas, en todo el sector del análisis.

12. Con el valor de la velocidad media V , entrar a la tabla 13 y determinar el nivel de servicio.

1.9. Pronóstico futuro del nivel de servicio.-

Luego de observar el tráfico en los puntos críticos escogidos por medios de los datos recopilados en el Organismo Operativo de Tránsito, diremos que los problemas de

embotellamientos, exceso de velocidad, consumo de alcohol y otros no se pueden negar. Aparte que en algunos de los puntos de estudio no existe la señalización necesaria o que los conductores o peatones no tienen el respeto o le dan la debida importancia a estas, sin contar que nuestras calles sobrepasan los volúmenes de vehículos a la capacidad vehicular que poseen haciendo un verdadero caos en las horas pico en especial en el centro de nuestra ciudad.

Llegando más a fondo de lo que se trata específicamente este tema diremos que si no tomamos de inmediato algunas posibles soluciones para mejorar el tráfico vehicular en el casco viejo de nuestra ciudad en un tiempo no muy lejano la circulación de el parque automotor será un verdadero dolor de cabeza no solo en horas pico sino durante todo el tiempo en que la circulación es continua.

Los niveles de servicio llegaran a los valores más críticos como pasa en algunos puntos pero que se podrían solucionar cambiando las paradas de micros a otros lugares así disminuiríamos los niveles de servicio y de paso los accidentes serían casi nulos.

1.10. Análisis de los modelos de ocurrencia de accidentes.-

Se mostró que el transito fluye razonablemente bien cuando la tasa de flujo es menor que la capacidad vehicular, sin embargo, pueden presentarse embotellamientos o una demora excesiva cuando la tasa de flujo que se presenta, es igual a la capacidad o más cercana a esta. Este fenómeno es de primordial importancia en la planificación y en el diseño de las instalaciones carreteras o vías urbanas. Dentro de los objetivos que contempla el diseño y la planificación de vías se encuentran, lograr diseñar y planificar vías con tasas de flujo menores a sus tasas óptimas. Estos objetivos pueden alcanzarse, cuando se ha hecho una buena estimación del flujo de tránsito de un punto determinado.

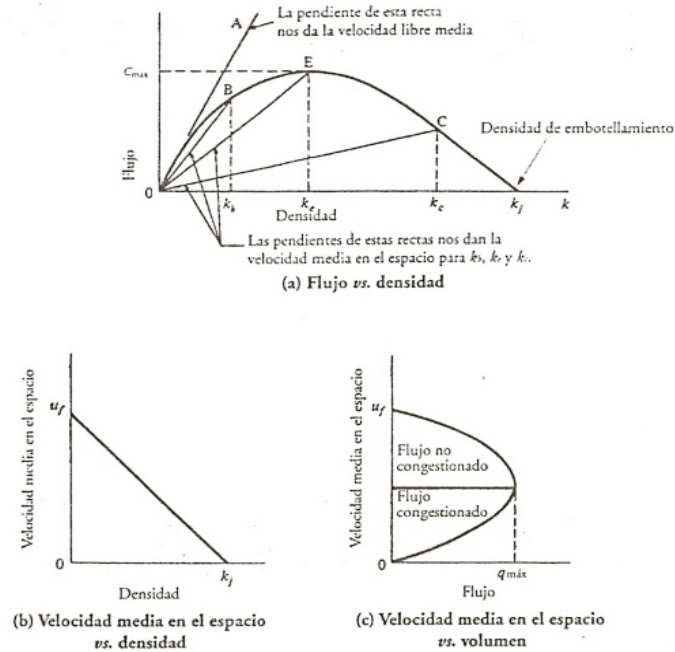


Fig. 4. Diagramas fundamentales de flujo de tránsito

Por lo tanto el análisis de la capacidad, incluye la evaluación cuantitativa de la capacidad de un tramo de una vía, para desalojar el flujo de tránsito. Se utiliza un conjunto de procedimientos para determinar el flujo máximo de tránsito que un tramo de vía determinado va a desalojar bajo condiciones prevalecientes de tránsito y control de camino.

La velocidad libre de una vía puede alcanzarse solo cuando el volumen de la demanda de tránsito tiende a cero, y no hay intersección entre dos vehículos cualesquiera en el tramo. Entonces el conductor tiene la libertad de manejar a la velocidad que desee, hasta llegar a la velocidad libre promedio. En estas condiciones los conductores tienen la percepción más alta que la calidad de flujo en la calle. Sin embargo, a medida que aumenta el volumen de la demanda, se incrementa la intersección vehicular y la densidad, lo que conduce a la disminución gradual de la velocidad que los conductores pueden alcanzar con seguridad. A medida que aumenta

la intersección entre los vehículos, todos los conductores en una u otra forma dependen de las acciones de otros conductores, por tanto, el conductor encuentra más difícil alcanzar la velocidad que esperaba.

De esta forma, los conductores perciben una disminución de la calidad de flujo a medida que aumenta la densidad en la vía. En otras palabras, para una capacidad dada, el nivel de desempeño de operación es decir la calidad de flujo o libre transitabilidad cambia con relación a la densidad que se presente en la vía. El nivel de desempeño esta indicado por el concepto del nivel de servicio, en el cual se utilizan medidas cualitativas que caracterizan tanto las condiciones operativas dentro del flujo vehicular, como su percepción por parte de los conductores y los pasajeros.

Luego de haber analizado mas profundamente las condiciones del flujo de tránsito según la capacidad vehicular de una vía veremos un modelo que se aplicara a los datos recopilados en los puntos críticos donde existe mayor dificultad de libre circulación y luego se analizara para los tramos que se forman por estos puntos críticos. La teoría del flujo de tránsito consiste en el desarrollo de relaciones matemáticas entre los elementos primarios de un flujo vehicular tales como flujo, densidad y velocidad. Estas relaciones ayudan al ingeniero de tránsito para la planificación, diseño y evaluación de la efectividad de la implementación de las medidas de la ingeniería de tránsito en un sistema de vías

Otra aplicación de la teoría del flujo del tránsito es la simulación, en la cual se utilizan algoritmos matemáticos para estudiar las complejas interrelaciones, que existen entre los elementos de flujo vehicular o red vehicular y para estimar el efecto de los cambios en el flujo de tránsito, sobre factores tales como accidentes de tránsito tiempo de viaje, contaminación del aire y consumo de gasolina.

Los elementos primarios del flujo de tránsito son el flujo, densidad y velocidad. Otro elemento que se asocia con la densidad es la separación o brecha entre dos vehículos en el flujo vehicular

El flujo (q) es la tasa horaria equivalente a la cual transitan los vehículos por un punto, en una vía durante un periodo menor a una hora. Puede determinarse mediante:

$$q = \frac{n \times 3600}{T} \text{ veh/h} \quad (1)$$

Donde:

n = el número de vehículos que transitan por un punto en el camino en T segundos

q = el flujo horario equivalente

T = tiempo en segundos

La densidad (k) algunas veces denominada concentración, es el número de vehículos que viajan sobre una longitud unitaria de vía para un instante de tiempo. En general la longitud unitaria es de una milla, por lo que la unidad de densidad es el número de vehículos por milla (vehículos/milla).

La velocidad (u) es la distancia recorrida por un vehículo durante una unidad de tiempo. Puede expresarse en millas por hora (mi/hra), kilómetros por hora (km/hra) o pies por segundo (pie/seg.). La velocidad de un vehículo para un instante t, es la pendiente del diagrama espacio-tiempo para ese vehículo en el instante t.

La velocidad media en el tiempo ($\bar{u}_t$), es la media aritmética de las velocidades de los vehículos que transitan por un punto, en una vía durante un intervalo de tiempo. La velocidad media en el tiempo se calcula mediante:

$$\bar{u}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i \quad (2)$$

Donde:

n = número de vehículos que transitan por un punto de la vía

u_i = Velocidad del vehículo i-ésimo (pie/seg.)

La velocidad media en el espacio ($\bar{u}_s$), es la media armónica de las velocidades de los vehículos que transitan por un punto, de una carretera durante un intervalo de tiempo. Se obtiene al dividir la distancia total recorrida por dos o más vehículos en un tramo de la vía, entre el tiempo total requerido por esos vehículos para que recorran esa distancia. Esta es la velocidad que intervienen en las relaciones de flujo-densidad. La velocidad media en el espacio se calcula mediante:

$$\bar{u}_s = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{u_i}\right)} \quad (3)$$

$$= \frac{nL}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (3.1)$$

Donde:

$\bar{u}_s$ = Velocidad media en el espacio (pie/seg.)

n = número de vehículos

t_i = el tiempo que le toma al vehículo iésimo recorrer el tramo de la vía (seg.)

u_i = la velocidad del vehículo iésimo (pie/seg.)

L = la longitud del tramo de vía (pie)

La velocidad media en el tiempo siempre es más alta que la velocidad media en el espacio. La diferencia entre estas velocidades tiende a disminuir, a medida de que aumentan los valores absolutos de las velocidades. Se ha demostrado a partir de los datos de campo, que la relación entre la velocidad media en el tiempo y la velocidad media en el espacio puede darse como:

$$\bar{u}_t = \bar{u}_s + \frac{\sigma^2}{\bar{u}_s} \quad (4)$$

$$\bar{u}_t = 0.966\bar{u}_s + 3.541 \quad (4.1)$$

Donde:

$\bar{u}_t$ = velocidad media en el tiempo (km/hra)

$\bar{u}_s$ = velocidad media en el espacio (km/hra)

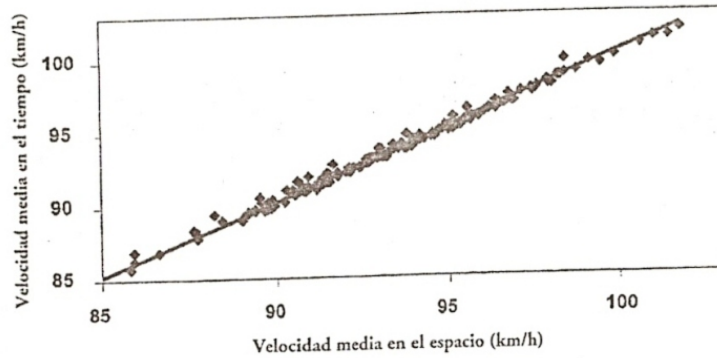


Fig. 4.1. Velocidad media en el espacio vs. Velocidad media en el tiempo

La ecuación general que relaciona el flujo, la densidad y la velocidad media en el espacio esta dada como:

Flujo = densidad x velocidad media en el espacio

$$q = k \bar{u}_s \quad (5)$$

Se listan otras relaciones que existen entre las variables del flujo del tránsito

Velocidad media en el espacio = (flujo) x (intervalo entre vehículos en el espacio)

$$\bar{u}_s = q \bar{d} \quad (6)$$

Donde:

$\bar{d} = (1/k)$ = promedio del intervalo entre vehículos

Densidad = (flujo) x (tiempo del viaje por unidad de distancia)

$$k = q \bar{t} \quad (7)$$

Donde $\bar{t}$ es el tiempo promedio para una distancia unitaria

Promedio del intervalo entre vehículos = (veloc. media en el espacio) x (tiempo prom. de los vehículos)

$$\bar{d} = \bar{u}_s \bar{h} \quad (8)$$

(Tiempo prom. De los vehículos) = (tiempo del viaje por unidad de distancia) x (velocidad media en el espacio)

$$\bar{h} = \bar{t} \bar{d} \quad (9)$$

El modelo de Greenberg.-

Varios investigadores han utilizado la analogía del flujo de fluidos, para desarrollar relaciones macroscópicas, para el flujo del tránsito. Greenberg desarrollo una de las principales contribuciones en que se emplea esta analogía, según la forma

$$\bar{u}_s = c \ln \frac{k_j}{k} \quad (10)$$

Multiplicando cada lado de la ecuación 10 por k se obtiene:

$$\bar{u}_s k = q = ck \ln \frac{k_j}{k} \quad (11)$$

Derivando q respecto de k obtenemos

$$\frac{dq}{dk} = c \ln \frac{k_j}{k} - c$$

Para el flujo máximo

$$\frac{dq}{dk} = 0$$

Obteniéndose

$$\ln \frac{k_j}{k} = 1$$

Sustituyendo 1 en el lugar de $\ln(k_j/k_0)$ en la ecuación 10 nos da

$$u_0 = c$$

Entonces el valor de c es la velocidad para el flujo máximo.

Calibración de los modelos macroscópicos de flujo de tránsito.-

Los modelos de tránsito estudiados hasta ahora, pueden determinar características específicas tales como, velocidad y densidad, para las cuales se presenta el flujo máximo, así como para la densidad de embotellamiento de una instalación. Hacer la calibración de un modelo, implica recolectar los datos apropiados en la instalación específica de interés, y ajustar los puntos de los datos obtenidos a un modelo adecuado. El método de enfoque más común es, ***el análisis de regresión***.

Esto se hace minimizando los cuadrados de las diferencias, entre los valores observados y los esperados de una variable dependiente. Cuando existe una relación lineal entre las variables dependiente y la independiente, el proceso se conoce como ***análisis de regresión lineal***, y cuando exista una relación lineal respecto a dos o más variables independientes, el proceso se conoce como ***análisis de regresión lineal múltiple***.

Si una variable dependiente y, así como una variable independiente x, están relacionadas por una función de regresión estimada, entonces

$$y = a + bx \quad (12)$$

Las constantes a y b podrían determinarse mediante las ecuaciones 13 y 14

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i - \frac{b}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \bar{y} - b \bar{x} \quad (13)$$

Y

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (14)$$

Donde:

n = número de conjuntos de valores observados

x_i = iésima observación de x

y_i = iésima observación de y

Una medida que comúnmente se emplea para determinar lo adecuado de una función de regresión estimada, es el coeficiente de determinación (o el cuadrado del coeficiente de correlación estimado) R^2 , que está dado por:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (15)$$

Donde y_i es el valor de la variable dependiente, tal como se calcula con las ecuaciones de regresión. Entre más cercano esté R^2 de 1, es mejor el ajuste de regresión.

Enfoque microscópico.-

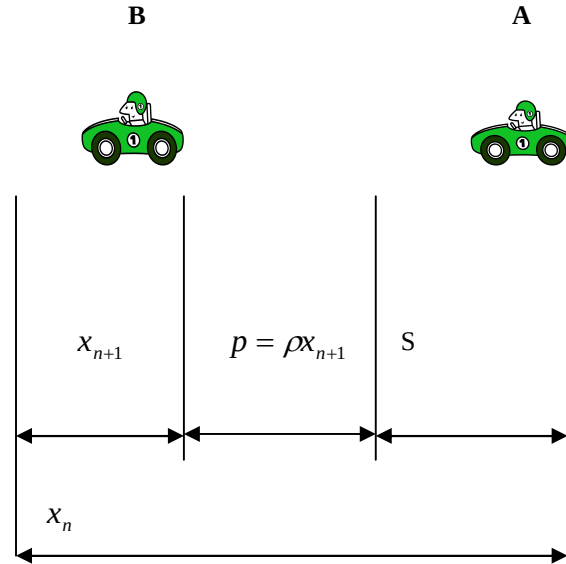


Fig. 4.2. Suposiciones básicas en la teoría de seguir al líder

El enfoque microscópico, a veces denominado, teoría de seguir a un automóvil o teoría de seguir al líder, considera los espaciamientos entre los vehículos individuales, así como las velocidades. Suponga que dos vehículos consecutivos A y B en un solo carril de cierta vía, como se muestra en la fig.4.2 se considera que el vehículo a la cabeza, es el vehículo n ésimo y se estima que el siguiente vehículo, es el $(n+1)$, entonces las distancias de estos vehículos respecto de una sección fija para un instante t , puede tomarse como x_n y x_{n+1} respectivamente.

Si el conductor del vehículo B conserva una distancia de separación adicional, arriba de la distancia de separación en reposo S , tal que P sea proporcional a la velocidad del vehículo B, entonces:

$$p = \rho x_{n+1} \quad (16)$$

Donde:

ρ = factor de proporcionalidad con unidades de tiempo

x_{n+1} = velocidad del vehículo (n+1)

Puede escribirse

$$x_n - x_{n+1} = \rho \dot{x}_{n+1} + S \quad (17)$$

Donde S es la distancia entre las defensas delanteras de los vehículos en reposo.

Derivando la ecuación 23 se obtiene

$$\ddot{x}_{n+1} = \frac{1}{\rho} \left[\dot{x}_n - \dot{x}_{n+1} \right] \quad (18)$$

La ecuación 18 es la ecuación básica de los modelos microscópicos, y describe la respuesta de estímulo de los modelos. Los investigadores han mostrado que existe un tiempo de retraso, para que un conductor responda a cualquier estímulo que sea inducido por el vehículo que esta justo delante, y por tanto la ecuación puede escribirse como:

$$\ddot{x}_{n+1}(t+T) = \lambda \left[\dot{x}(t) - \dot{x}_{n+1}(t) \right] \quad (19)$$

Donde:

T= tiempo de retraso en la respuesta respecto del estímulo

$\lambda = (1/\rho)$ (algunas veces llamada la sensibilidad)

Una expresión general para λ se da en la forma

$$\lambda = a \frac{x_{n+1}(t+T)}{[x_n(t) - x_{n+1}(t)]^l} \quad (20)$$

Entonces la expresión general para los modelos microscópicos puede escribirse como

$$\ddot{x}_{n+1}(t+T) = a \frac{\dot{x}_{n+1}^m(t+T)}{[x_n(t) - x_{n+1}(t)]^l} \left[\dot{x}_n(t) - \dot{x}_{n+1}(t) \right] \quad (21)$$

Donde a, l y m son constantes

El modelo microscópico de la ecuación 21 puede emplearse para determinar velocidad, flujo y densidad de un flujo vehicular, cuando el flujo vehicular se mueve según un estado estable. La solución analítica directa, ya sea de la ecuación 19 o de la ecuación 21 no es sencilla. Sin embargo, puede demostrarse que los modelos macroscópicos estudiados anteriormente, pueden obtenerse en su totalidad de la ecuación 21.

Por ejemplo, si $m=0$ $l=1$, la ecuación del vehículo(n+1) es

$$\ddot{x}_{n+1}(t+T) = a \frac{\dot{x}_n(t) - \dot{x}_{n+1}(t)}{x_n(t) - x_{n+1}(t)}$$

Si se integra la expresión anterior, se encuentra que la velocidad del vehículo (n+1) es

$$\dot{x}_{n+1}(t+T) = a \ln[x_n(t) - x_{n+1}(t+1)] + C$$

Ya que se esta considerando la condición de estado estable

$$\dot{x}_n(t+T) = \dot{x}_n(t) = u$$

$$u = a \ln[x_n - x_{n+1}] + C$$

También

$$x_n - x_{n+1} = \text{espacio promedio entre vehículos} = \frac{1}{k}$$

$$u = a \ln\left(\frac{1}{k}\right) + C$$

Usando la condición de frontera

$$u = 0 \text{ cuando } k = k_j$$

$$0 = a \ln \left(\frac{1}{k_j} \right) + C$$

$$C = -a \ln \left(\frac{1}{k_j} \right)$$

Reemplazando a C en la ecuación por u, se tiene

$$u = a \ln \left(\frac{1}{k} \right) - a \ln \left(\frac{1}{k_j} \right)$$

$$u = a \ln \left(\frac{k_j}{k} \right)$$

Que es el modelo de Greenberg dado en la ecuación 10. En forma similar, si se permite que $m=0$ y $l=2$ se obtiene el modelo de Greenshields.

1.10.1. Proceso del análisis del modelo de ocurrencia.-

Ya escogido el modelo de Greenberg como el modelo de ocurrencia de accidentes y teniendo algunos datos como el flujo horario equivalente que es igual al volumen total de vehículos en un determinado tiempo (q), número de vehículos (n) y el tiempo (T), se calculo la velocidad media en el espacio ($\bar{u}_s$) y la densidad vehicular (k) que calculando el logaritmo natural de la densidad tendremos el valor de xi que es uno de las variables para el calculo de la velocidad final.

Otros de los parámetros que forma parte de los cálculos es el valor de la velocidad media en el tiempo ($\bar{u}_t$) que fue tomada en los puntos de estudio, esta velocidad

viene a ser y_i , con estos valores hacemos el cálculo de las variables a y b de la ecuación de la línea recta para la calibración con regresión lineal $y = a + bx$ del modelo de ocurrencia de accidentes.

Haciendo una relación directa entre la ecuación de la recta y la ecuación $\bar{u}_s = c \ln k_j - c \ln k$ hallamos el valor de la velocidad en el flujo de tránsito.

1.11. Relación del nivel de servicio versus ocurrencia de accidentes.-

Si el nivel de servicio es el grado de libertad que tiene el conductor para maniobrar sin dificultad alguna, por lógica diríamos que mientras el nivel de servicio de la calle está en el nivel A el conductor puede transitar libremente, sin ningún obstáculo ni restricción alguna. En caso de que el volumen vehicular se aumentará como pasa ahora en la zona central de nuestra ciudad el nivel de servicio se estacionaria en el nivel D, E y en el peor de los casos en el nivel F que pasa en la mayoría de las calles llegando a causar una serie de dificultades en el tránsito y hasta provocar accidentes con graves consecuencias llegando a tener resultados fatales y que podrían ser evitados si el tráfico fuera más liviano y con un orden mayor.

Entonces llegamos a la conclusión que el nivel de servicio esta relacionado directamente en la ocurrencia de accidentes; mientras el nivel de servicio esté en el nivel A el tráfico no tendrá dificultad para su libre transitabilidad, caso contrario en los niveles extremos donde se provocarían la mayor cantidad de accidentes si es que no se tiene las respectivas señalizaciones y se conoce los reglamentos de tránsito para un tráfico ordenado.

1.11.1. Con relación al nivel de servicio.-

Considerando que las calles de nuestra ciudad están siendo rebasadas por la cantidad de vehículos que se incrementaron enormemente en esta última época aremos un análisis del nivel de servicio en las calles que se consideraron para el estudio de este tema.

1.11.1.1. En calles principales.-

Analizando el nivel de servicio en calles o vías principales en la zona central de nuestra ciudad, diremos que el nivel de servicio esta entre los niveles D,E o F, provocando varias dificultades, formándose colas constantemente, la velocidad es mínima y la capacidad vehicular sobrepasa la intensidad de las vías haciendo que el tráfico en las mismas sean un total caos.

Casi en su totalidad de las calles están semaforizadas y con señalizaciones pero el parque automotor sobrepasa la capacidad de las vías haciendo que el tráfico sea un desastre en horas pico sin poder circular con tranquilidad.

1.11.1.2. En calles secundarias.-

El nivel de servicio en vías secundarias de la zona central de nuestra ciudad es similar al de las calles principales, diremos que están en los niveles D y E y en muchas ocasiones llegan hasta el nivel F. Existe dificultad en el tránsito las colas existen con menor longitud que en las calles principales, la capacidad vehicular es mayor o igual a la intensidad vehicular y las velocidades son un poco más altas pero se presentan los frenos bruscos.

Estas calles también tienen señalizaciones y semaforización en su mayoría pero existen dificultades para la libre circulación tanto vehicular como peatonal.

1.11.1.3. En puntos críticos de accidentabilidad en los tramos de estudio.-

En casos críticos de accidentabilidad como en el caso de los puntos que se escogieron para los tramos de estudio de este tema en la mayoría de los casos el nivel de servicio se sitúa entre los niveles D y E, por ejemplo las calles Daniel Campos Cochabamba y Avenida La Paz que tienen puntos donde existen paradas de micros, son zonas comerciales y la transitabilidad tanto de vehículos y peatones es alta. Como se dijo anteriormente los puntos de los tramos escogidos se hicieron por medio de un previo análisis de datos recopilados del Organismo Operativo de Tránsito que se ocupa de

registrar los accidentes y de procurar una circulación estable por las calles de nuestra ciudad.

En caso de estos puntos la señalización y semaforización ya existe casi en su totalidad, pero la capacidad vehicular de las calles ya mencionadas es menor a lo que puede albergar, de esta manera se producen muchos accidentes, además que la poca información o por no decir la irresponsabilidad de los conductores o peatones se producen los accidentes.

En caso de las Calles Sucre y 15 de Abril el nivel de servicio se calificaría entre los niveles E y F su transitabilidad es peor la capacidad es mayor a la intensidad vehicular y casi siempre se forman filas o colas de vehículos pero también se producen accidentes por la irresponsabilidad de los conductores en algunas determinadas horas en las que los semáforos no están funcionando o cuando algún conductor irresponsable falta al reglamento de tránsito pasando un semáforo o lo que es más frecuente por el consumo de alcohol, otra de las causas de un accidente en estas calles es la irresponsabilidad de los peatones.

En caso de la Calle O`connor final más específicamente en la Calle Avaroa el nivel de servicio esta en el nivel C donde existe libre circulación pero no existe semaforización y la imprudencia de los conductores han hecho que esa intersección sea un constante problema y que muchos accidentes se hayan producido en ese lugar.

En este trabajo se hizo el análisis de los accidentes básicamente en las intersecciones o puntos críticos como así lo nombramos en este subtítulo para los tramos de estudio elegidos, la razón por la cual se hizo análisis en estos puntos se debe a dos razones fundamentalmente:

- El Organismo Operativo de Transito que se encarga del registro de los accidentes de transito en nuestra ciudad, considera que los accidentes que se producen a 20 o 30 metros próximos a la intersección o esquina de las calles

se toma como si se causaran en la intersección y no así a una determinada distancia de la misma.

- La mayoría de los accidentes se producen en las intersecciones y no así en las partes intermedias de un tramo como por ejemplo los atropellos a peatones, que por lo general se debe a la imprudencia del peatón o del conductor por no respetar la señalización, el choque a vehículo por un freno repentino al cambio de luz del semáforo o por pensar que la luz amarilla del semáforo le permite pasar, etc. Son algunas de las razones que hacen que un accidente de tránsito se produzca con mayor frecuencia en una intersección y no así en un punto intermedio de un tramo.

En caso de este trabajo no se dejó de lado los accidentes que por alguna razón se produjeron en tramos intermedios los cuales están plasmados en las tablas que se realizaron con los datos obtenidos de las partes diarias de los informes técnicos del Organismo Operativo de Tránsito y están en los anexos del trabajo, además de estar plasmados en el plano general de accidentes donde se insertó cada uno de los accidentes por gestión producidos en la ciudad y que se consideraron para este estudio.

1.11.2. Con relación a la accidentabilidad.-

En relación a la gran cantidad de accidentes que se producen por diversas razones en las calles de nuestra ciudad, muchos de los accidentes se producen por el exceso de velocidad y el gran consumo de alcohol. El nivel de servicio es variable en las diversas calles y la falta de señalizaciones es un problema constante para que el conductor no tome precauciones y sea imprudente.

1.11.2.1. Por su frecuencia.-

Los puntos que se tomaron de los tramos para el estudio de este tema, eran los que tenían mayor frecuencia de accidentes, para esto se hizo una recopilación de datos del Organismo Operativo de Tránsito para verificar las calles donde se producían la

mayor cantidad de accidentes, las horas en los que se producían y las consecuencias que tenían

Todos los datos recopilados durante las cinco gestiones que fueron analizados, estas tabulados por gestión en los anexos con todos los datos que el Organismo Operativo de Transito lo realiza (tipo y ubicación de accidente, hora en que se produjo, consecuencias del accidente, por ejemplo daños materiales o físicos de los protagonistas del accidente y el nombre de los oficiales o las unidades policiales que registraron el caso).

1.11.2.2. Por el grado del accidente.-

Analizando los accidentes que se provocaron en los puntos de los tramos de estudio de nuestra ciudad muchos de ellos aunque se presentaron con gran frecuencia en esos puntos no tuvieron tanta importancia. Los de mayor gravedad son choques a postes o entre vehículos con heridos leves o en algunos casos con hospitalizaciones.

Los choques casi en su totalidad se causaron por el exceso de velocidad o la imprudencia del conductor, pero el consumo de alcohol es el mayor de los problemas en los accidentes producidos. El grado depende del tipo de accidente que se produce pero en su mayoría los accidentes en las calles de Tarija no tienen consecuencias fatales. Tanto la responsabilidad del conductor como del peatón se ve comprometida pero la concientización de las personas es muy importante.

1.11.2.3. Por las causas reales y aparentes.-

En un accidente de circulación inciden muchos factores, pero en último caso, quien tiene la responsabilidad es el conductor, quien decide acelerar, frenar o abordar una curva no es otro que el cerebro del conductor.

Y es que el comportamiento del conductor se puede ver afectado por numerosas causas, como el cansancio, el sueño, el estrés, el alcohol, la agresividad, los excesos

de velocidad, la sobre valoración de sus habilidades o el exceso de confianza en trayectos rutinarios.

Asimismo, la concentración al volante es fundamental a la hora de prevenir los accidentes: La atención, es absolutamente necesaria para circular con seguridad, debe triplicarse cuando las condiciones meteorológicas lo exigen.

El alcohol es siempre un peligroso, compañero de viaje, y produce el 40% de las víctimas mortales en accidentes de tráfico. Junto a las distracciones, los excesos de velocidad y el desprecio a las medidas de protección y retención, el alcohol es una de las mayores causas de mortandad en el tráfico en todo el mundo.



Fig. 5. Fotos de accidentes

Conducir ebrio puede llevarte a realizar maniobras e infracciones muy peligrosas, como detenerse en un carril sin motivo, no guardar las distancias de seguridad, circular por el carril incorrecto, adelantamientos antirreglamentarios, señalización incorrecta de las maniobras.

Además, recuerda que la ley prohíbe a los conductores circular con una tasa de alcohol superior a 0,25 mlg/l en aire respirado y de 0,5 g/l en sangre y en el caso de

conductores principiantes o profesionales, la tasa se sitúa en 0,15 en aire y 0,3 en sangre.

Conducir ebrio supone una falta muy grave, con multas muy elevadas y la supresión del carnét o licencia de conducir e incluso penas de prisión. Y, en el peor de los casos, el no poder contarle o el tener que hacerlo desde una silla de ruedas por una lesión medular producida como consecuencia del accidente.

1.12. Valoración de los resultados.-

Dentro de este capítulo hablamos en gran parte de los datos recopilados en los puntos que pertenecen a los tramos de estudio, pero se hablaron de una forma más como datos de referencia que como datos que son arrojados por un accidente que se provoco por algún motivo que se pudo evitar.

Muchos de los accidentes de los datos que se obtuvieron por medio del Organismo Operativo de Tránsito son datos que no tuvieron gran relevancia pero que si reflejaron accidentados con heridas leves y en algunos casos muertos. También existen accidentes que solo tienen daños materiales con poca o mucha importancia en caso de vehículos y en el caso de ornato público y de daños a propiedad privada no llevan gran importancia.

Los datos en su totalidad tenían la ubicación del accidente en caso de ser una intersección o en el caso que se hayan producido en un punto intermedio un punto de referencia. Además de tener la hora aproximada en la que se produjo el accidente, el nombre del protagonista con la edad aproximada y lo que tiene una gran importancia para realizar nuestro estudio es el estado en el que estuvo el conductor o peatón que provoco el accidente, no nos olvidemos que no en su totalidad el conductor es el que provoca el accidente, sino que también existen peatones que los provocan.

Otro dato importante para nuestro estudio es el resultado que tubo el accidente para ver la gravedad del mismo y darle la respectiva importancia, para analizar la posible solución que se daría en ese punto donde se producen tantos accidentes.

2.1. Ubicación del área de estudio.-

Para realizar el estudio de este tema primero que nada se analizó la problemática del tráfico en el centro de nuestra ciudad, que es un completo desastre ya que el transitar en horas pico es una gran dificultad. Como se dijo anteriormente se considero el casco viejo o centro de la ciudad por ser el lugar donde existe mayor volumen de trafico y por que se producen la mayor cantidad de accidentes, luego de plasmar los datos recopilados en el Organismo Operativo de Transito en el plano de Tarija, se analizo las intersecciones con mayor accidentes para escoger los tramos de estudio, y se considero un área entre la calle Juan Misael Saracho y la Avenida La Paz y la Calle Cochabamba y la Avenida Las Américas donde están agrupados la mayor cantidad de accidentes durante las cinco gestiones analizadas.

Luego de tener los datos de transito se verifico cual de las calles eran las que tenían mayor cantidad de accidentes y las intersecciones o puntos sobres las mismas donde se producían en mayor frecuencia, por esta razón se escogieron seis calles que son las siguientes:

Calles paralelas a la Avenida las Américas

- Calle 15 de Abril
- Calle Cochabamba

Calles perpendiculares a la Avenida Las Américas

- Calle Sucre
- Calle Daniel Campos
- Calle O`connor
- Avenida La Paz

Cada una de estas vías se tomo un tramo de estudio que esta conformado por tres puntos en los cuales se tomaron aforos para realizar los estudios y luego realizar los trabajos en gabinete.

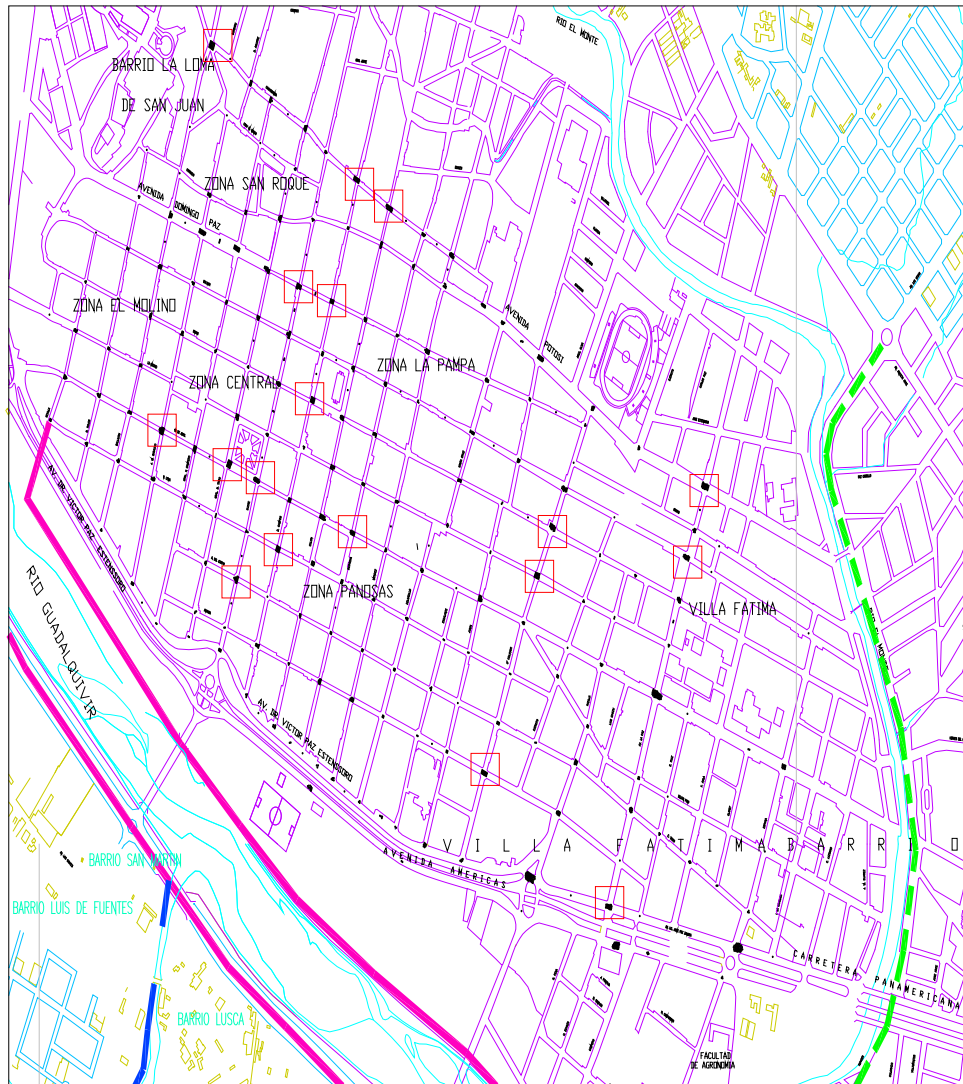


Fig. 6. Plano General del área de estudio

Durante el tiempo de aforo se pudo verificar que existen embotellamientos que hacen que la capacidad vehicular de las calles sobrepase y que los vehículos no puedan transitar haciendo colas interminables y avanzando en un pequeño tramo en un lapso de tiempo largo. Además de que el tráfico es insoportable en hora pico y que las capacidades de tráfico son sobrepasadas, los estacionamientos en el centro hacen que cada vez más las calles tengan mayor dificultad para transitar.

Otras de las dificultades para el libre tránsito en las calles de la ciudad también son las paradas de micros y de taxis que muchas de ellas están en el centro de la ciudad más específicamente en el Palacio de justicia, provocando grandes embotellamientos y un tráfico bastante pesado en ciertas horas donde existe mayor circulación. Para obtener los puntos críticos de los tramos que se tomaron como estudio en este tema se recopiló los datos del Organismo Operativo de Tránsito, haciendo una revisión profunda de las partes diarias de los informes técnicos de varias gestiones para luego realizar una comparación entre las mismas para ver como fue la disminución de los accidentes, con la introducción de señalizaciones y semáforos en algunas de nuestras calles.

También se tomó datos como anchos de calle, anchos de acera, la dirección de circulación del tráfico, señalizaciones existentes, volúmenes de tráfico, velocidades de los vehículos que transitan en horas pico por los tramos escogidos, estacionamientos, paradas de taxis o micros, etc., datos que serán analizados y utilizados dentro de los cálculos del nivel de servicio y el modelo de ocurrencia de accidentes.

Todos estos datos están plasmados dentro de este trabajo en capítulos posteriores, en los anexos se encuentran datos como los aforos de volúmenes y velocidades vehiculares, estacionamientos, etc. y en este capítulo existen planos con datos de anchos de vías y veredas, señalizaciones horizontales y verticales, direcciones del tráfico en cada intersección, etc. para mayor conocimiento facilitando la observación de los mismos en este documento.

2.2. Características del área de estudio.-

Entre las características del área de estudio pues se encontraron varias tanto en lo físico como en el tipo de circulación que poseen por esta razón las daremos a conocer de la siguiente manera:

2.2.1. En lo físico.-

En la parte física del área de estudio diremos que la gran mayoría de las calles son angostas, donde el tráfico solo abarca dos filas de vehículos lo cual hace que en horas pico el avance de los vehículos sea más dificultosa, además de permitir el estacionamiento de vehículos sobre sus calzadas.

Las aceras en su gran mayoría de las calles son estrechas, y además están ocupadas por vendedores ambulantes; quitando el espacio que es netamente de los peatones y obligándolos a transitar por las calzadas corriendo riesgo por sus vidas además de ser una dificultad para el libre tránsito de los vehículos.

En la totalidad de las calles que se utilizaron como objeto de estudio son vías que existe gran flujo de vehículos y por la misma razón estas calles tienen semaforización, señalización horizontal, etc. para reducir el alto valor de accidentes que se provocaban en estos puntos y tener calles expeditas sin accidentes.

2.2.2. En la circulación.-

En lo referente a la circulación diremos que el volumen de los vehículos que circulan por estas calles en especial por estos puntos de los tramos escogidos es elevado y sobrepasan la capacidad de las calles es así que se tiene niveles de servicio en un rango entre el nivel E y el nivel F en especial en las horas pico donde existen colas, y un flujo continuo de vehículos que hace que el tráfico sea realmente pesado.

En relación a la velocidad de los vehículos en la gran mayoría es mínima pero cuando al conductor se le da la oportunidad de acelerar para poder avanzar lo hace y en muchos casos se provocan accidentes que más que todo es por la imprudencia del conductor que del transeúnte o del otro conductor que también está en la espera de transitar y que no lo puede hacer con libertad. El volumen vehicular sobrepasa las capacidades vehiculares de las calles del centro de la ciudad haciendo que no solo durante las horas pico del día sea difícil transitar sino que durante todo el tiempo

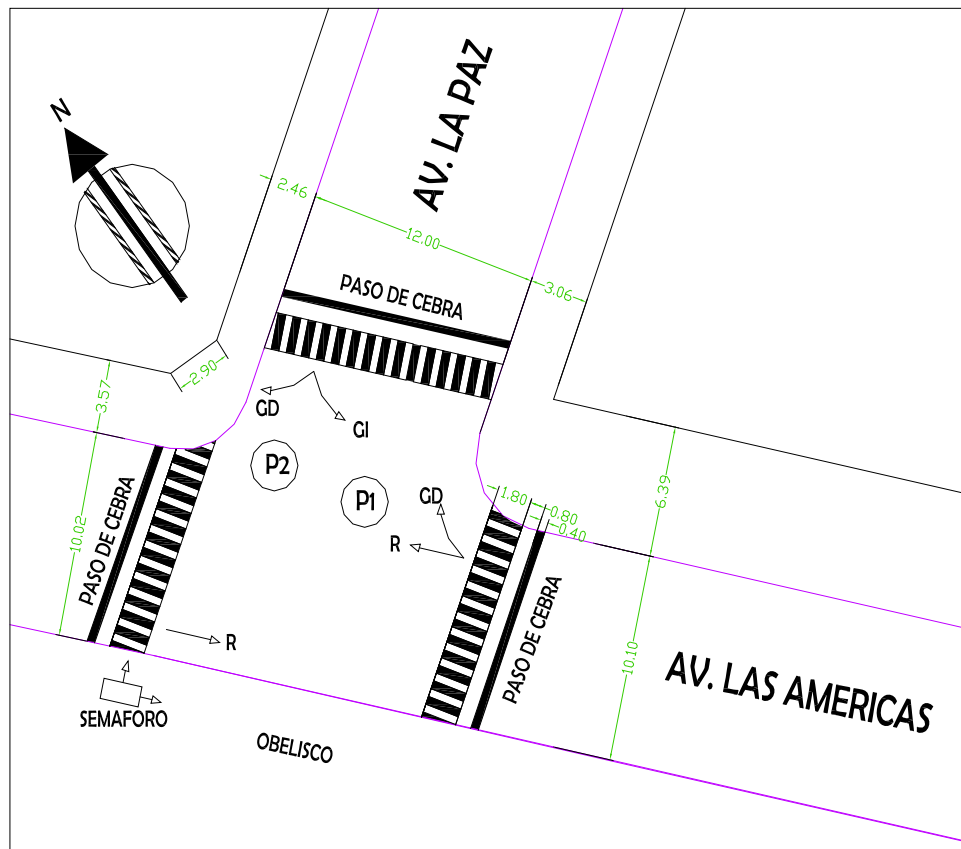
haciendo durante varios minutos colas interminables y embotellamientos en todo el centro de la ciudad, como se puede verificar en los datos obtenidos en las tablas resumen de volúmenes y velocidades vehiculares de los tramos en estudio.

PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA AVENIDA LA PAZ Y LA AVENIDA LAS AMÉRICAS



En este punto existe un alto nivel de servicio que se clasifica en el nivel E. Una de las razones es por que se ubica una parada de micros en este sector además de la

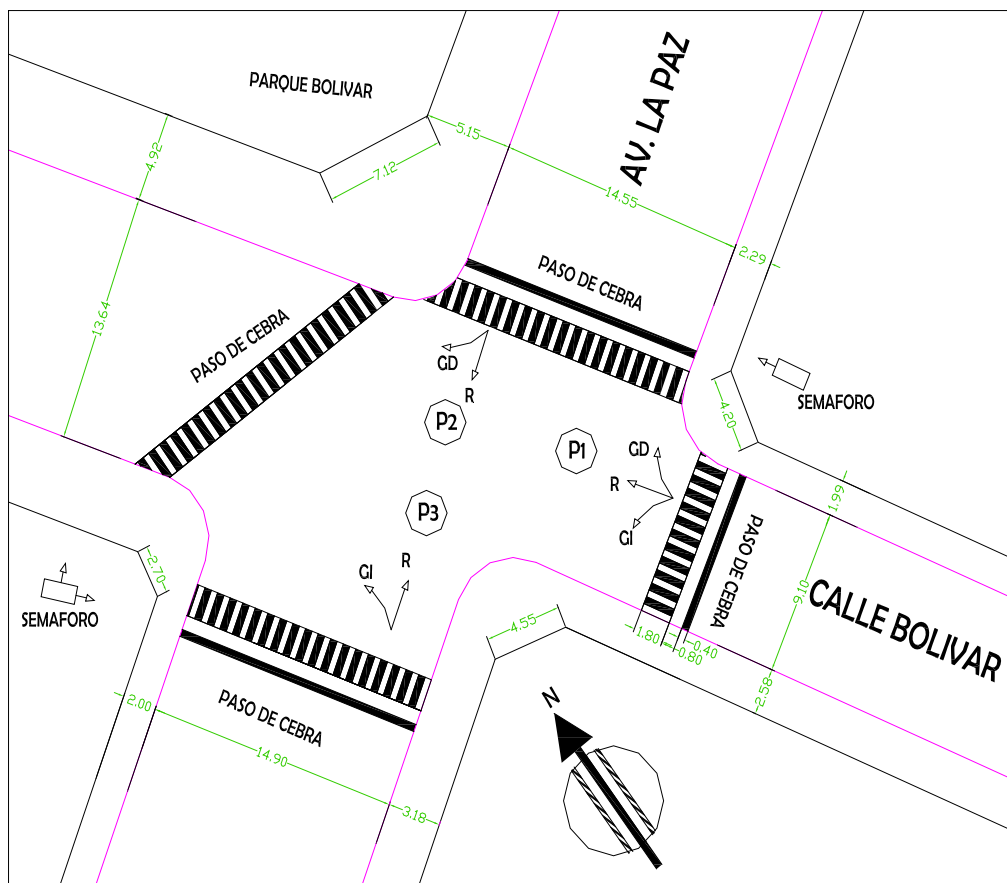
Terminal de Buses. Este es el Punto 1 sobre la Avenida La Paz



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA AVENIDA LA PAZ Y LA CALLE BOLIVAR



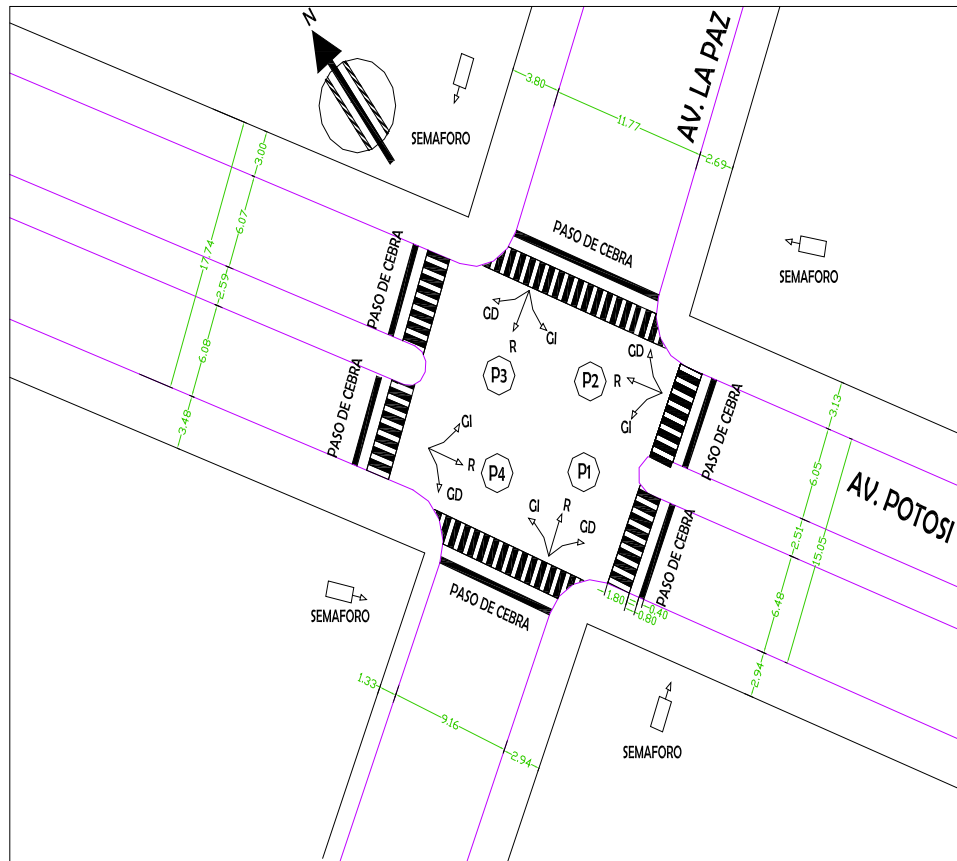
Es uno de los puntos donde el nivel de servicio es E y que existen tanto paradas de taxis como paradas de micros. Este punto es el Punto 2 sobre la avenida La Paz



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA AVENIDA LA PAZ Y LA AVENIDA POTOSÍ



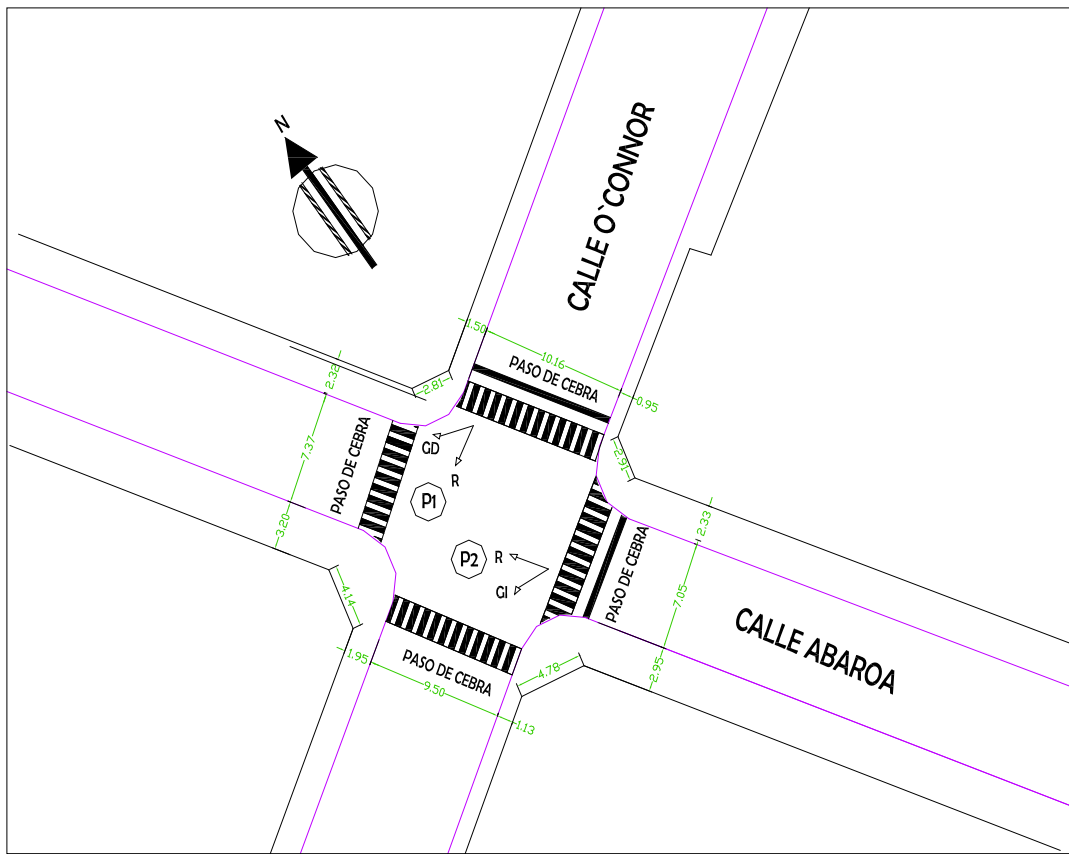
En esta intersección en nivel de servicio es inferior al de los dos puntos anteriores en esta avenida. Existe mayor candidas de semáforos, es el Punto 3 en la avenida La Paz.



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE O`CONNOR Y LA CALLE AVAROA



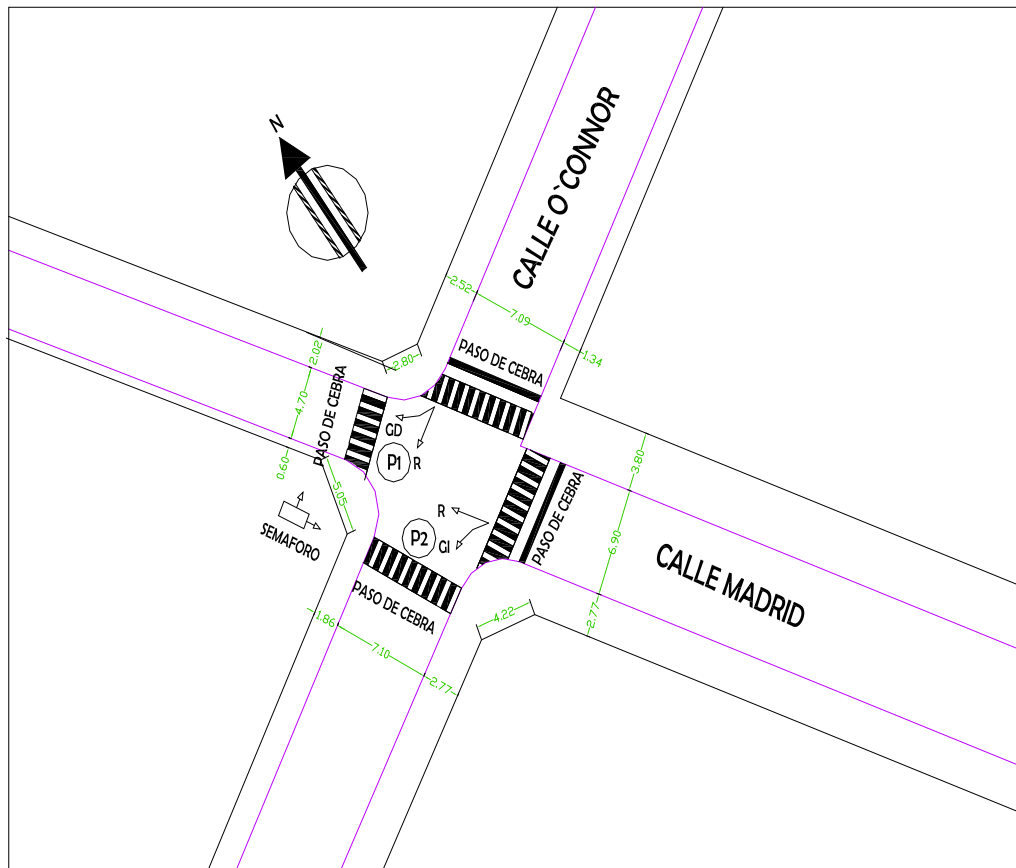
Es el punto 1 de la Calle O`connor en este punto el nivel de servicio tiene un valor igual a C aunque este valor no es elevado los accidentes son muy frecuentes por falta de señalización y por imprudencia de los conductores



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE O`CONNOR Y LA CALLE MADRID



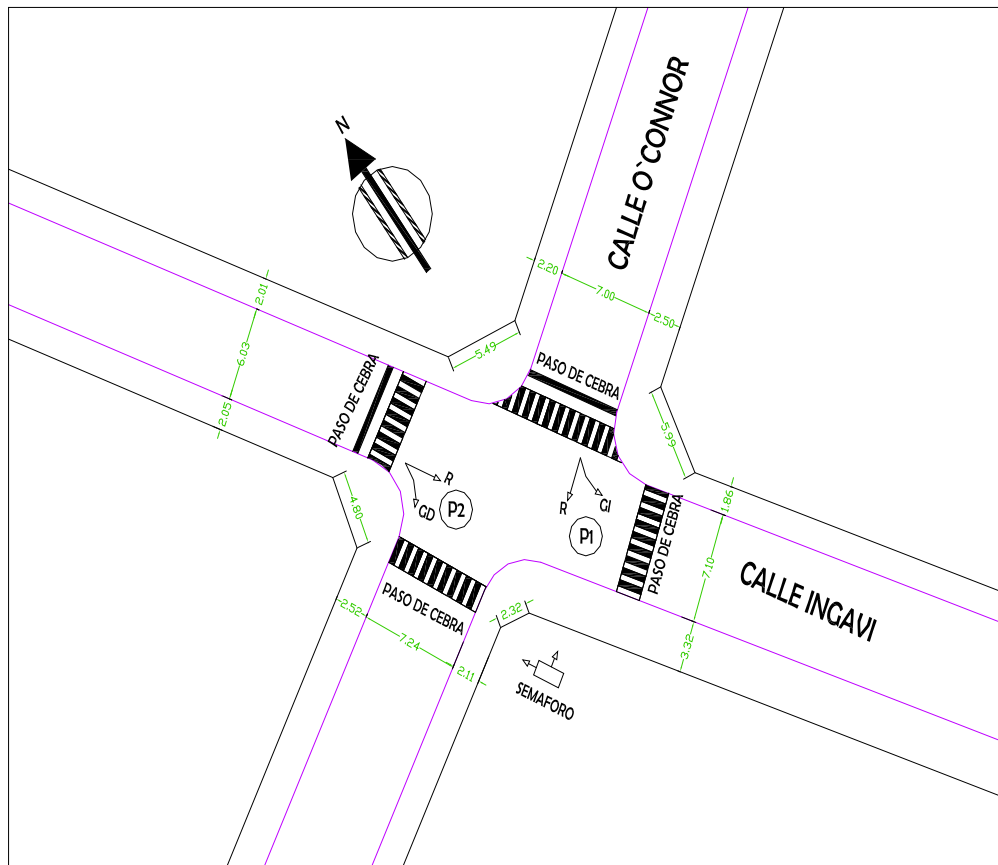
El punto 2 en la calle O`connor esta entre la intersección de esta calle y la calle Madrid es este punto la reducción de accidentes fue notable por que se colocaron señalizaciones verticales y horizontales. El nivel de servicio tiene un valor de E



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE O'CONNOR Y LA CALLE INGAVI



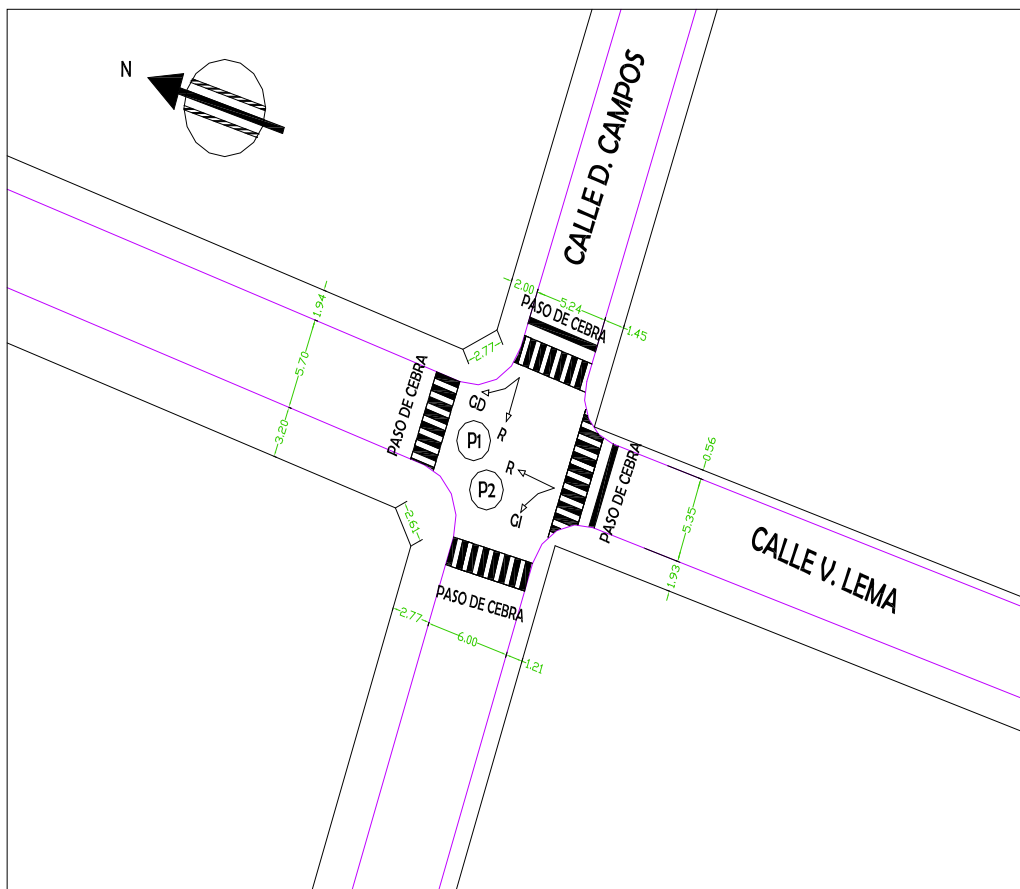
El punto 3 esta en la intersección de las calle Ingavi y O'connor, en este punto el nivel de servicio tiene un valor igual a E aunque al igual que el otro punto se colocaron señalizaciones se redujeron los accidentes notablemente.



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE DANIEL CAMPOS Y LA CALLE VIRGINIO LEMA



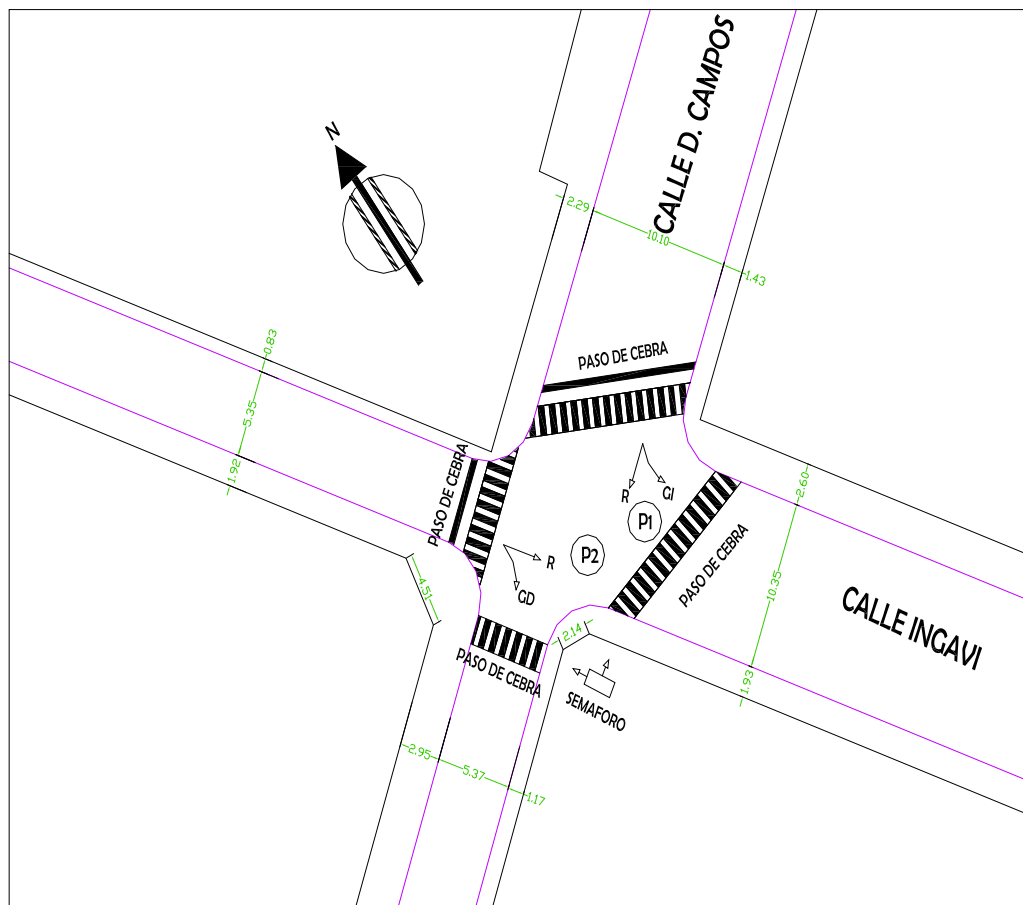
Es el punto 1 en la calle Daniel Campos y esta en la intersección entre esta calle y la Calle Virginio Lema el nivel de servicio tiene un valor de E existe un alto volumen de vehículos en especial en horas pico



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE DANIEL CAMPOS Y LA CALLE INGAVI



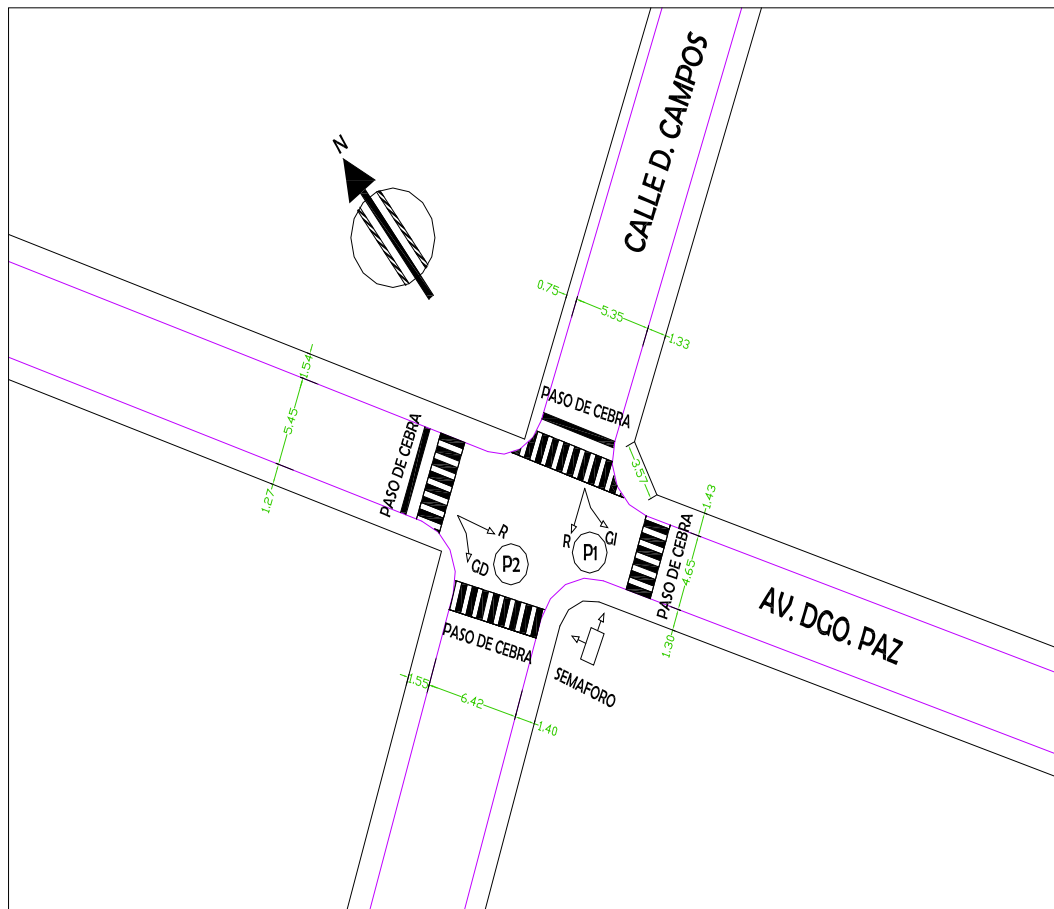
Este es el punto 2 en la Calle Daniel Campos, pese a que existe señalización el volumen de tráfico es mayor a la capacidad de la calle y su nivel de servicio tiene un valor de E. La reducción de accidentes en este punto es notable



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE DANIEL CAMPOS Y LA AVENIDA DOMINGO PAZ



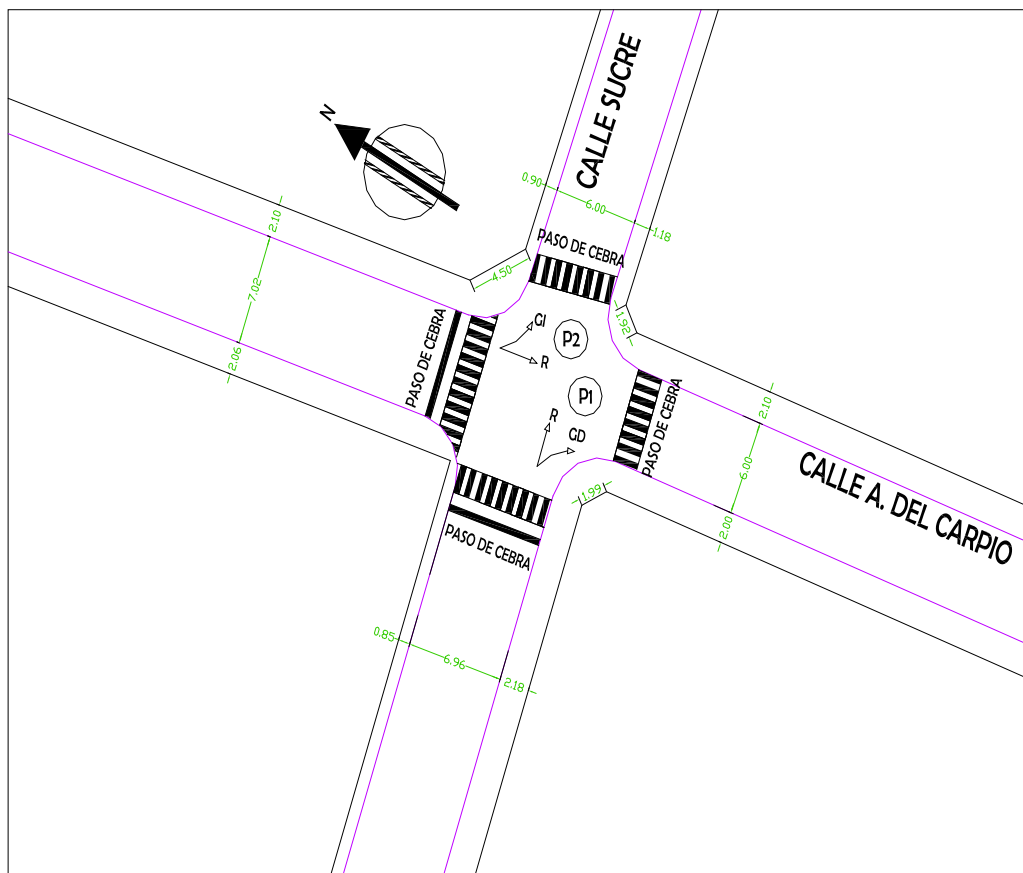
Punto 3 de la Calle Daniel Campos en este punto también existe un alto volumen de tráfico además de existir las paradas de micros, el nivel de servicio tiene un valor de F siendo la calle que posee los niveles de servicio mas elevados de todos los puntos



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE SUCRE Y LA CALLE ALEJANDRO DEL CARPIO



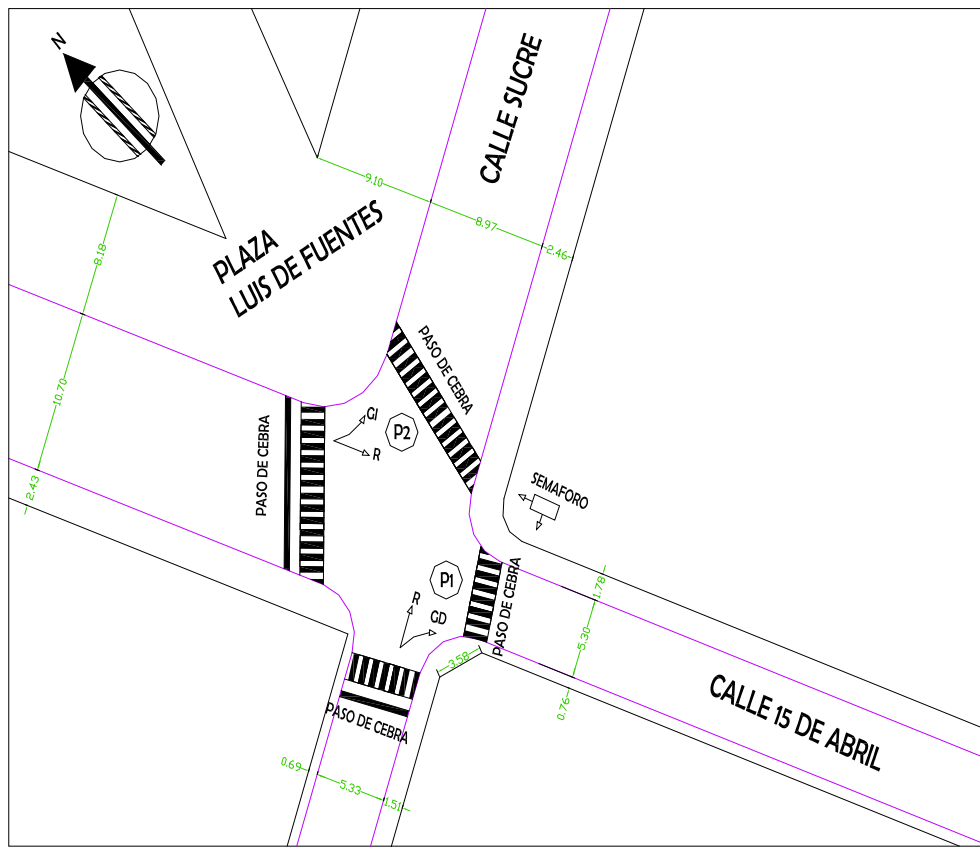
El punto 1 entre la Calle Sucre y la Calle Alejandro del Carpio, no tiene semaforización pero si tiene pasos de cebra. El nivel de servicio tiene un valor de E aunque no existe mucho tráfico pero es un punto donde existen muchos accidentes



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE SUCRE Y LA CALLE 15 DE ABRIL



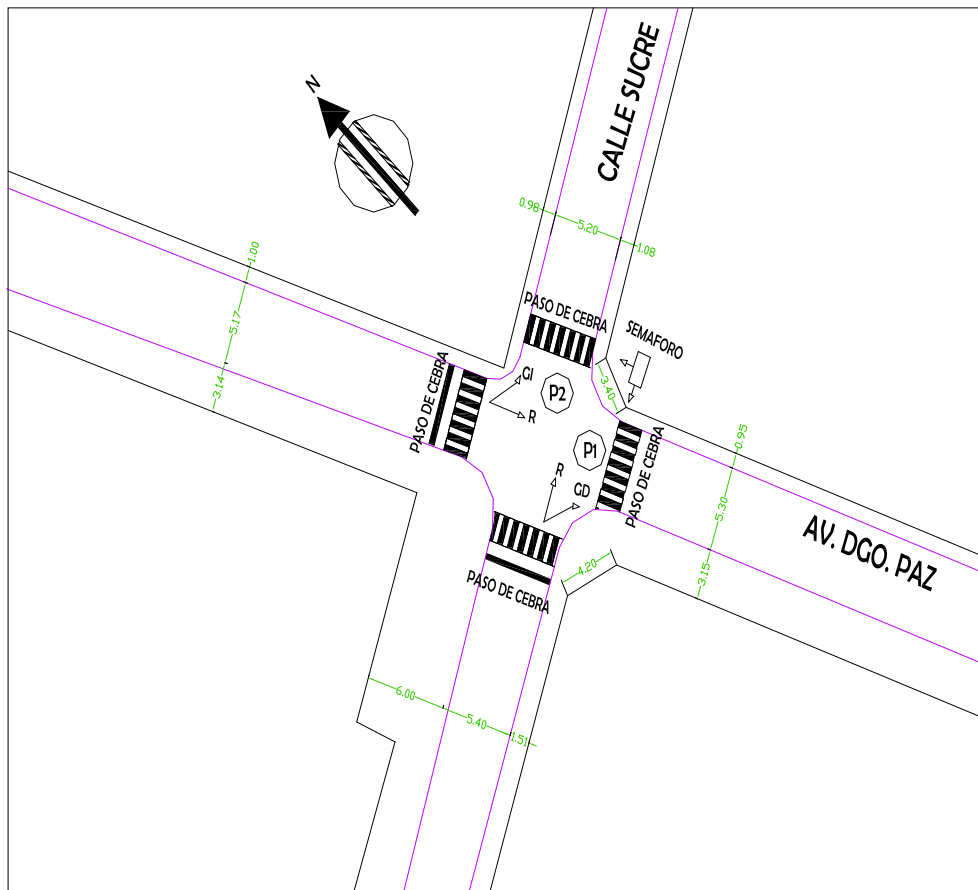
Es el punto 2 de la Calle Sucre y está sobre la Calle 15 de Abril. En este punto existen señalizaciones tanto horizontales como verticales, el nivel de servicio tiene un valor de F siendo una de las intersecciones que tiene un nivel de servicio tan alto.



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE SUCRE Y LA AVENIDA DOMINGO PAZ



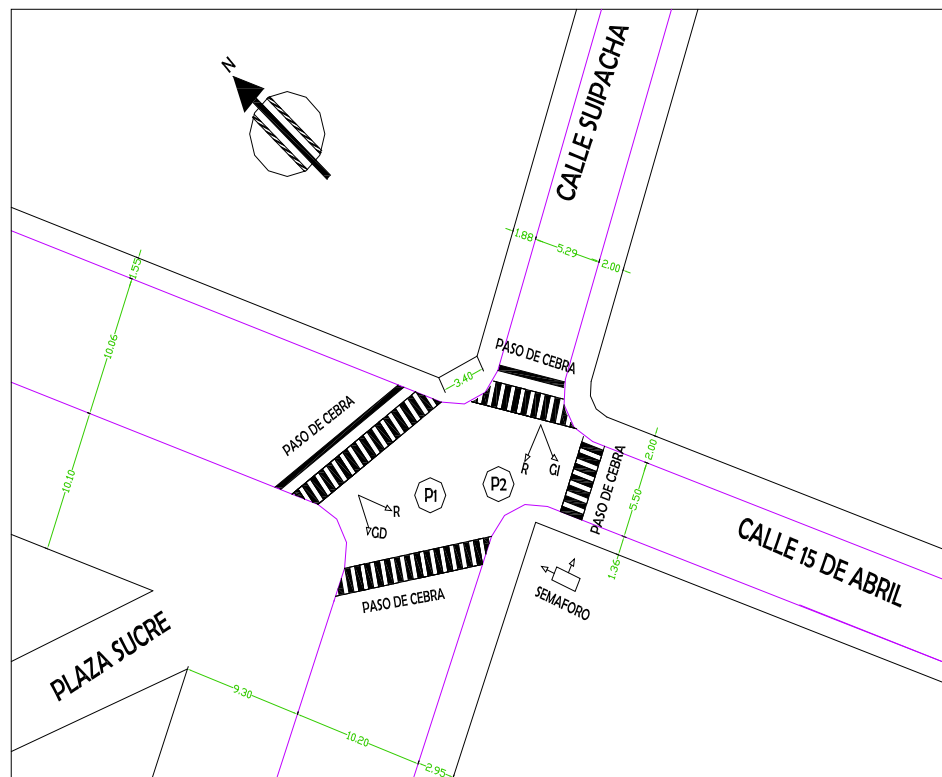
En la intersección de la Calle Sucre y la Avenida Domingo Paz esta el tercer punto en el tramo, tiene señalizaciones horizontales y verticales pero existe mucha dificultad por que este lugar hay comerciantes sobres las aceras que hacen que los peatones transiten por la calzada, el nivel de servicio es F.



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE 15 DE ABRIL Y LA CALLE SUIPACHA



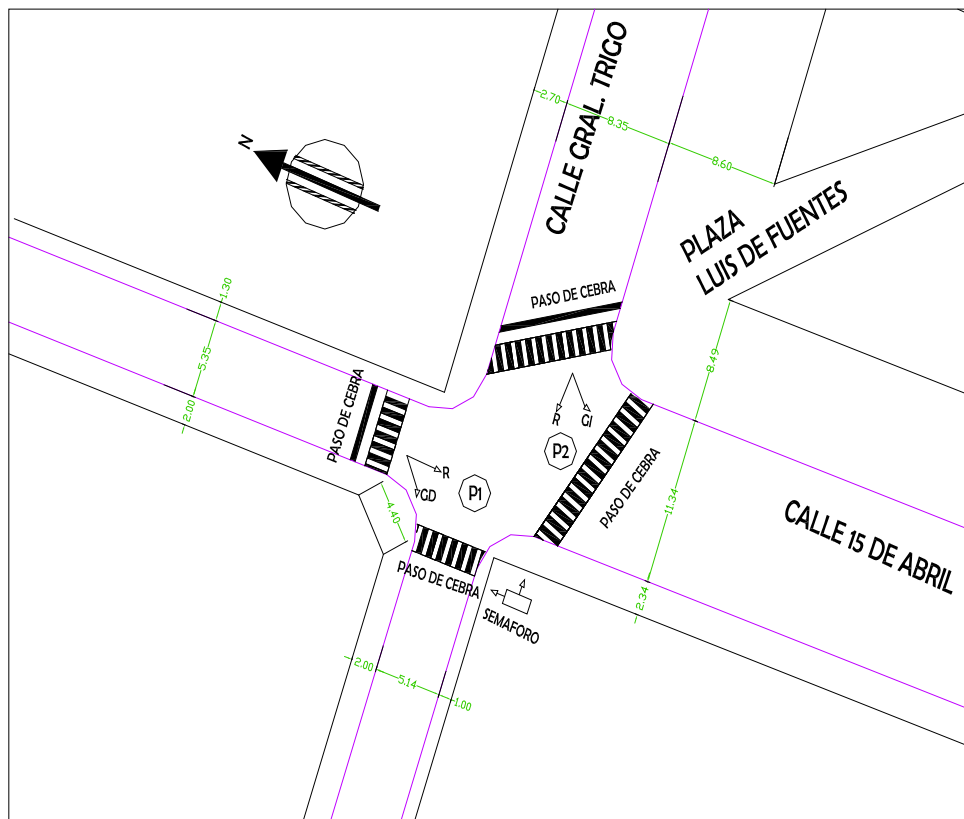
Punto 1 en la Calle 15 de Abril y la Calle Suipacha. En este punto existen las señalizaciones horizontales y verticales, el nivel de servicio tiene un valor de E, existe un gran flujo de vehículos además de existir parada de micros para distintas líneas en esta intersección.



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE 15 DE ABRIL Y LA CALLE GENERAL TRIGO



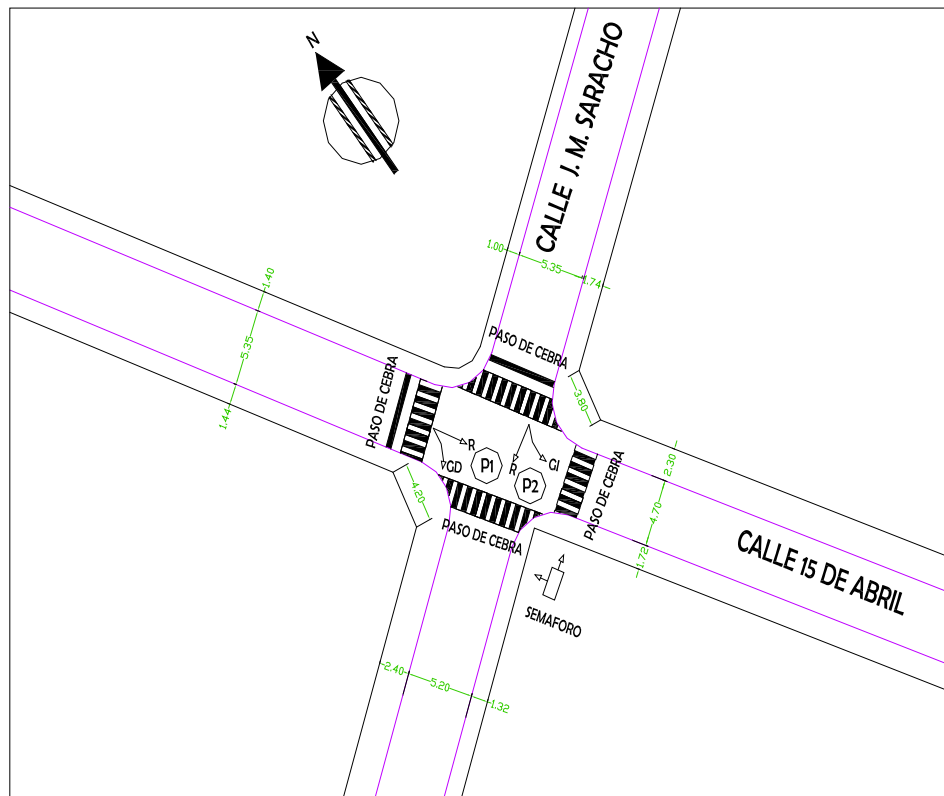
El punto 2 sobre la calle 15 de Abril y Calle Sucre en plena Plaza Principal, aunque parece una intersección que no tiene problemas existen varios accidentes en este sector por esa razón se lo escogió como un punto de estudio, su nivel de servicio es de E como casi en todo en centro de la ciudad.



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE 15 DE ABRIL Y LA CALLE JUAN MISAEL SARACHO



Es el punto 3 sobre la Calle 15 de Abril y esta en la intersección de esta calle y la Calle Juan Misael Caracho. Su nivel de servicio es de E como en toda la calle 15 de Abril, existen señalizaciones además de ser una zona escolar con un gran volumen de tráfico.

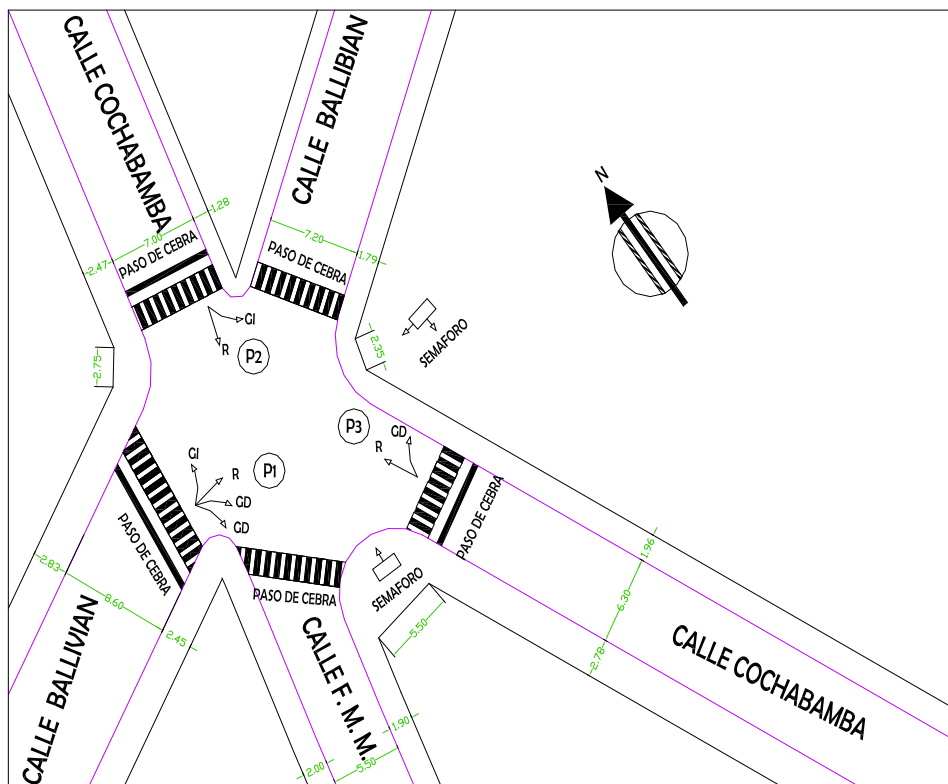


PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE COCHABAMBA Y LA CALLE BALLIVIÁN



puntos.

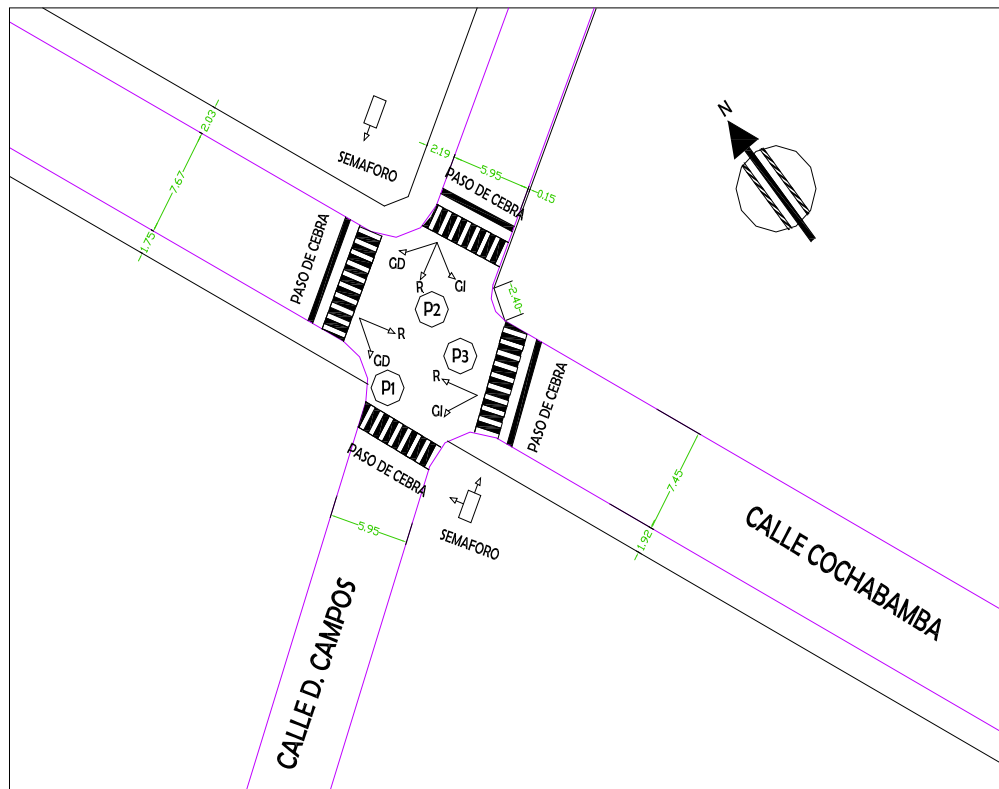
El punto 1 en la Calle Cochabamba, este esta sobre la Calle Ballivián, es un punto muy conflictivo por que tiene varios accesos y salidas, existen señalizaciones horizontales y verticales, tienen un gran volumen de tráfico pero el valor de su nivel de servicio es de C que no es muy elevado en relación a los otros



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE COCHABAMBA Y LA CALLE DANIEL CAMPOS



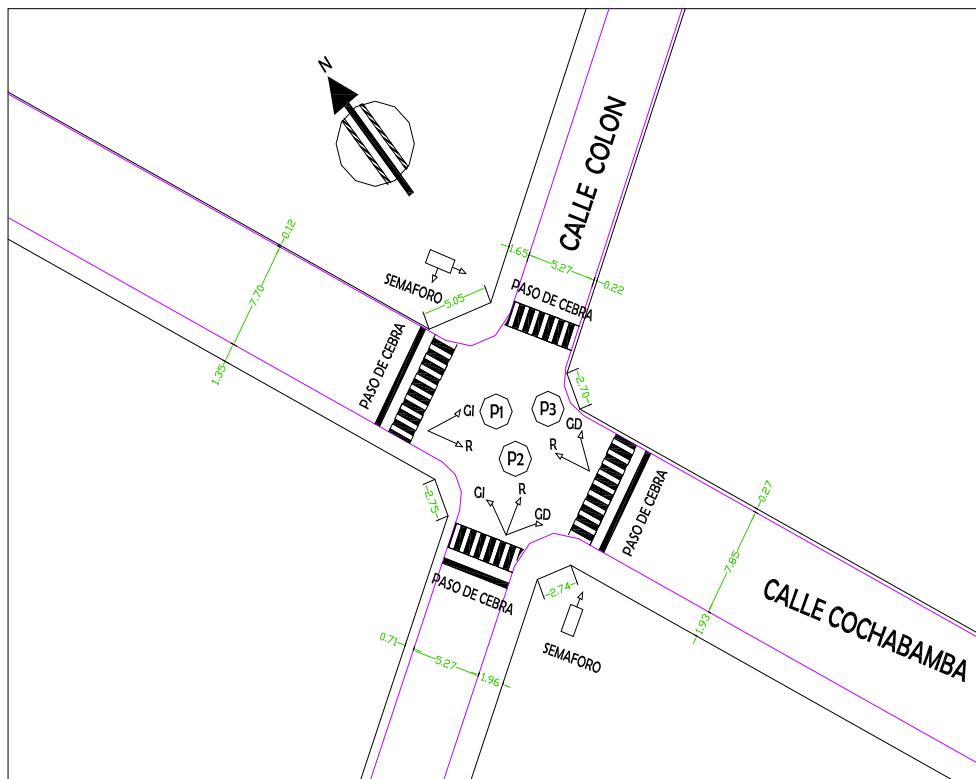
El punto 2 en la Calle Cochabamba, esta sobre la Calle Daniel Campos existen las señalizaciones pero falta las aceras en algunas de las cuadras que pertenecen a esta intersección siendo un peligro para los peatones, el nivel de servicio es D, existe un gran volumen vehicular



PUNTO DE UBICACIÓN DE AFORO SOBRE LA CALLE COCHABAMBA Y LA CALLE COLÓN



El punto 3 de la Calle Cochabamba es un punto donde existen señalizaciones tanto horizontales como verticales, pero la dificultad en este punto es la falta de aceras en las calles lo cual es muy peligroso para los peatones el valor de su nivel de servicio es D



2.3. Análisis de accidentabilidad en el área de estudio.-

Ahora que llegamos a un sitio muy importante y del cual se tomo como un punto de partida para empezar el estudio de este tema diremos que los tramos de las calles que tomamos para este caso son tramos que tienen intersecciones con mayor cantidad de accidentes, pese a que tienen la respectiva señalización pero que aun siguen provocándose accidentes en un menor porcentaje, por esta razón aremos un análisis más profundo en los siguientes párrafos.

Los accidentes que se provocaron en los tramos de estudio son accidentes que no se produjeron precisamente en las horas pico, donde el trafico es intransitable sino que también se provocaron durante otras horas donde el conductor tuvo la confianza de acelerar o de no tomar la precaución de reducir la velocidad por su estado alcohólico u otra razón que solo el conductor conoce. En muchos de los casos no solo fueron los conductores que provocaron los accidentes sino también ciclistas o motociclistas que por el hecho de que están manejando un bicicleta o una motocicleta creen que pueden exceder una velocidad permitida o pueden rebasar a los vehículos que están transitando o en peor de los casos que se les debe dar el libre paso en toda la vía.

Otra parte que tiene una gran responsabilidad en los accidentes analizados fueron los peatones que por descuido, influencia alcohólica o irresponsabilidad de padres se provocaron los accidentes, en especial por lo último mencionado por que varios de los accidentes fueron atropellos a menores de edad que tenían edades inferiores a los 7 años que no tienen el suficiente raciocinio para cruzar una calle o darse cuenta de lo que le puede ocurrir si cruza una calle sin ser acompañado por una persona que lo guíe, de la misma manera que para personas mayores que fueron atropelladas y que también deben tener un poco de cuidado por parte de familiares.

2.3.1. Tramos críticos.-

Los tramos críticos se escogieron como ya lo dijimos anteriormente obteniendo los datos por medio del Organismo Operativo de Tránsito, se hizo la recopilación,

ubicación de los datos en el plano de Tarija para su mejor análisis y se verifico los puntos que tenían mayor cantidad de accidentes.

Todos los puntos están distribuidos en los tramos de estudio en un número de tres por tramo, están en el área central de nuestra ciudad y fueron analizados cuidadosamente para darles la mejor solución, es así que escogieron por los datos que se recopilaron y no así aleatoriamente.

Considerando que existen varios tipos de accidentes los más frecuentes son las coaliciones de vehículos, el choque a vehículo estacionado o detenido, atropello a peatones, etc.

Entre las dificultades que se encontraron en los tramos de estudio en muchos si existen señalización pero los transeúntes y los conductores no los respetan provocando los accidentes. Entre algunos de los problemas en muchos de los casos hubo consumo de alcohol lo cual se debe tratar de reducir de alguna manera para que el conductor no transite en ese estado por que pueden provocar graves accidentes.





Fig. 7. Puntos con mayor frecuencia de accidentabilidad

En esta tabla veremos los tipos de accidentes que son frecuentes en estos tramos y que son accidentes que no se produjeron exactamente en horas pico sino más bien se llevaron a cabo en horas de la noche cuando los semáforos ya no están en funcionamiento o en las primeras horas de la mañana.

**TABLA DE TIPOS DE ACCIDENTES MÁS FRECUENTES
POR GESTION EN LA CIUDAD DE TARIJA**

TIPOS DE ACCIDENTES MAS FRECUENTES EN EL CENTRO DE TARIJA	DATOS POR GESTIÓN				
	GESTIÓN 2000	GESTIÓN 2002	GESTIÓN 2004	GESTIÓN 2005	GESTIÓN 2006
	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
ATROPELLO A PEATÓN	39	44	38	43	15
ATROPELLO A CICLISTA	9	13	3	2	1
CAIDA DE CICLISTA, MOTOC. O PASAJERO	4	3	6	10	3
COLISION POR ALCANCE	29	3	13	15	9
COLISION DE VEHÍCULOS	247	215	198	219	175
CHOQUE A OBJETO FIJO	45	23	45	40	21
CHOQUE A VEHÍC. DET. O ESTACIONADO	59	57	55	87	48
VUELCO DE VEHÍCULO	1	0	2	0	0
TOTAL DE DATOS POR GESTIÓN	433	358	360	416	272

Tabla N° 2.- Datos obtenidos del Organismo Operativo de Transito

Las colisiones de los vehículos es uno de los accidentes que son mas frecuentes, la reducción de este tipo de accidentes se logro pero no se elimino totalmente con la implantación de semáforos en algunos de estos puntos. Otros que forman parte de los

accidentes con mayor numero de frecuencia es el choque a vehículos estacionados o detenidos que muchas veces pasa por que el conductor por pasar el semáforo que esta en amarillo enviste al otro vehiculo, o por frenar de golpe no da tiempo al vehiculo de atrás para frenar y se produce el accidente pero en muchos de los casos es simplemente imprudencia del conductor.

Uno de los mas importantes es el atropello a peatón que en varios casos la culpa no es del conductor sino del peatón que por lo general no respeta el semáforo y pasa en luz verde olvidando que la luz roja le da la oportunidad de circulación.

2.3.2. Causas de accidentes.-

Dentro de los datos recopilados existe una diversidad de causas que provocaron estos accidentes pero en su mayoría son colisiones de vehículos por exceso de velocidad que llegan a formar la primera en la lista que se pudo realizar con los datos obtenidos.

**TABLA DE TIPOS DE ACCIDENTES Y LOS PORCENTAJES
EN QUE SE PRODUCEN EN EL CENTRO DE TARIJA**

TIPOS DE ACCIDENTES MAS FRECUENTES EN EL CENTRO DE TARIJA	DATOS POR GESTIÓN									
	GEST. 2000	%	GEST. 2002	%	GEST. 2004	%	GEST. 2005	%	GEST. 2006	%
ATROPELLO A PEATÓN	39	9,01	44	12,3	38	10,6	43	10,3	15	5,51
ATROPELLO A CICLISTA	9	2,08	13	3,63	3	0,83	2	0,48	1	0,37
CAIDA DE CICLISTA, MOTOC. O PASAJERO	4	0,92	3	0,84	6	1,67	10	2,4	3	1,1
COLISION POR ALCANCE	29	6,7	3	0,84	13	3,61	15	3,61	9	3,31
COLISION DE VEHÍCULOS	247	57	215	60,1	198	55	219	52,6	175	64,3
CHOQUE A OBJETO FIJO	45	10,4	23	6,42	45	12,5	40	9,62	21	7,72
CHOQUE A VEHIC. DET. O ESTACIONADO	59	13,6	57	15,9	55	15,3	87	20,9	48	17,6
VUELCO DE VEHÍCULO	1	0,23	0	0	2	0,56	0	0	0	0
TOTAL DE DATOS POR GESTIÓN	433	100	358	100	360	100	416	100	272	100

Tabla N° 3.- Datos obtenidos del Organismo Operativo de Transito

Imprudencia del conductor esa es una de las causas que también provocan accidentes pero entre las causas más importantes está el consumo de alcohol que hace que el conductor pierda el total control de su cuerpo y en especial del vehículo que conduce, haciendo que no solo peligre su vida sino también del acompañante y de los peatones que por una mera casualidad están transitando por la misma vía que el conductor irresponsable.

La imprudencia del peatón es también una causa que no se puede dejar de lado por que también en muchos casos ellos son los protagonistas de los accidentes de tráfico, dentro de los datos recopilados en todas las gestiones el atropello a los peatones esta alrededor de un 15 %, siendo muchas de las causas la imprudencia, pasándose el semáforo en luz verde, cruzando la calzada cuando un vehículo se acerca con gran velocidad o simplemente por simple descuido sin fijarse si realmente puede pasar poniendo el peligro su vida y la libertad del conductor que por mala suerte está tras el volante.

Las caídas de motociclista o ciclista también forman parte del grupo de accidentes frecuentes teniendo un porcentaje de un 5 a un 10% durante todas las gestiones y por diversas razones. Uno de los tipos de accidentes que también forman parte de nuestra lista que le pudo realizar con los datos del Organismo Operativo de Transito fue el choque a objeto fijo sea casas, postes o jardines de ornato público tienen un valor del 10 al 15% en todas las gestiones llegando a superar a las caídas de ciclistas, motociclistas o peatones, revisando cada parte diaria las causas de estos choques casi en su totalidad son por influencia alcohólica del conductor.

2.3.3. Grado de accidentes.-

El grado de accidentabilidad en estos casos casi en su totalidad no tuvieron gran importancia, en muchos casos solo fueron en los vehículos, en algunos de los casos donde fueron choques a objetos fijos fueron daños al ornato público o a propiedad privada

En el caso de caídas de pasajeros, ciclista o motociclistas en su gran mayoría solo fueron contusiones, golpes leves y los de mayor gravedad fueron fracturas expuestas o pérdidas de conocimiento con posterior internación y observación del accidentado, policontusiones, politraumatismos o lesiones leves en los acompañantes que casi en su totalidad fueron dados de alta. Solo algunos de los casos tuvieron resultados fatales con pérdidas de vidas humanas pero fueron mínimos pero no se los puede dejar de lado por que la prioridad de este tema es reducir los accidentes casi en su totalidad.

En los accidentes de colisiones, vuelcos y atropellos de ciclistas tampoco tuvieron gran importancia y en su mayoría solo existieron golpes, fracturas expuestas, policontusiones o politraumatismos pero sin resultados donde se tenga que lamentar nada, solo en algunos de los casos existieron internaciones o en los peores casos con un diagnóstico reservado pero no se tubo mas informe de un desenlace fatal.

2.4. Aplicación del modelo de ocurrencia.-

El modelo de ocurrencia se lo utilizara en todos los puntos de las seis calles que se tomaron como estudio para este tema.

Se calcularan todos los valores necesarios para la utilización del modelo de Greenberg, inicialmente se tomaron los datos de la velocidad, numero de vehículos durante el tiempo en segundos, el tiempo, la velocidad media y la velocidad media en el espacio, densidad y el flujo vehicular.

Llegando al final a la ecuación de la regresión lineal para llegar al resultado requerido que es el valor de Greenberg para cada uno de los tramos donde se realizó la práctica.

CALCULO DEL MODELO DE REDUCCION DE ACCIDENTES

PUNTOS	q (vehic.)	n	V media (pie/seg) (yi)	Vm.esp. (pie/ seg)	ti (seg.)	k	lnk (xi)	xiyi	xiA2	yimed.	ximed.	Σyi	Σxi	Σxi^2	Σyixi	nmed	b	a	kj	k	üs Inter.
AV. LA PAZ Y AV. LAS AMERICAS																					
P1	714	33	35,34	33,33	97,45	21,42	3,06	108,30	9,39	36,69	2,99	73,38	5,97	17,86	218,98	28,00	12,26	0,06	0,99	19,89	36,79
P2	672	24	38,04	36,62	64,50	18,35	2,91	110,68	8,47												
AV. LA PAZ Y CALLE BOLIVAR																					
P1	618	21	32,46	31,23	66,18	19,79	2,99	96,90	8,91	31,11	3,08	93,33	9,24	28,55	287,38	19,00	10,06	0,12	0,99	22,06	31,23
P2	554	21	30,25	28,99	71,30	19,11	2,95	89,24	8,70												
P3	804	16	30,62	29,47	53,43	27,28	3,31	101,24	10,93												
AV. LA PAZ Y AV. POTOSI																					
P1	540	20	28,57	28,15	69,92	19,18	2,95	84,40	8,73	29,17	2,85	116,67	11,42	32,71	333,54	21,00	10,19	0,07	0,99	17,60	29,33
P2	500	23	29,92	29,07	77,88	17,20	2,84	85,12	8,09												
P3	362	19	27,89	27,08	69,06	13,37	2,59	72,31	6,72												
P4	608	22	30,29	29,44	73,55	20,65	3,03	91,71	9,17												
CALLE O'CONNOR Y CALLE AVAROA																					
P1	252	22	31,12	29,97	72,25	8,41	2,13	66,26	4,53	28,64	2,08	57,27	4,15	8,63	119,18	24,00	13,81	- 0,05	1,00	7,99	28,70
P2	188	26	26,15	24,85	102,96	7,57	2,02	52,92	4,09												
CALLE O'CONNOR Y CALLE MADRID																					
P1	518	23	31,02	30,63	73,90	16,91	2,83	87,72	8,00	29,20	2,76	58,40	5,53	15,30	161,69	22,00	10,57	- 0,03	1,00	15,91	29,25
P2	398	22	27,38	26,71	81,05	14,90	2,70	73,96	7,30												
CALLE O'CONNOR Y CALLE INGAVI																					
P1	582	25	26,41	25,89	95,03	22,48	3,11	82,20	9,69	27,21	2,74	54,41	5,48	15,31	148,59	25,00	9,69	0,65	0,94	16,59	27,81
P2	306	26	28	28,58	89,52	10,71	2,37	66,38	5,62												
CALLE D. CAMPOS Y CALLE V. LEMA																					
P1	216	9	22,98	8,40	105,43	25,71	3,25	74,62	10,54	23,34	2,68	46,68	5,37	15,03	124,82	15,00	8,25	1,22	0,86	17,01	24,62
P2	194	22	23,7	23,33	92,80	8,32	2,12	50,20	4,49												

CALLE D. CAMPOS Y CALLE INGAVI																					
P1	344	21	17,35	18,06	114,44	19,05	2,95	51,13	8,68	18,22	3,15	36,44	6,31	19,97	115,27	20,00	5,77	0,02	0,99	23,92	18,38
P2	380	19	19,09	13,20	141,69	28,79	3,36	64,14	11,29												
CALLE D. CAMPOS Y AV. D. PAZ																					
P1	260	23	21,93	27,22	83,15	9,55	2,26	49,49	5,09	21,78	2,52	43,56	5,04	12,86	109,76	21,00	8,53	0,28	0,97	12,89	22,06
P2	290	20	21,63	17,88	110,08	16,22	2,79	60,27	7,76												
CALLE SUCRE Y CALLE A. DEL CARPIO																					
P1	590	23	23,66	58,66	38,59	10,06	2,31	54,62	5,33	28,06	2,47	56,12	4,93	12,22	139,82	22,00	11,45	- 0,18	1,01	11,93	28,27
P2	408	21	32,46	29,56	69,91	13,80	2,62	85,20	6,89												
CALLE SUCRE Y CALLE DE ABRIL																					
P1	606	19	21,37	19,09	97,97	31,74	3,46	73,89	11,96	23,35	3,14	46,70	6,28	19,94	145,48	22,00	7,28	0,47	0,94	24,31	23,68
P2	574	26	25,33	34,00	75,26	16,88	2,83	71,59	7,99												
CALLE SUCRE Y AV. D. PAZ																					
P1	522	18	25,84	19,52	90,74	26,74	3,29	84,92	10,80	21,25	3,42	42,49	6,85	23,47	144,18	20,00	6,14	0,24	0,96	30,94	21,31
P2	656	23	16,65	18,67	121,26	35,14	3,56	59,26	12,67												
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE SUIPACHA																					
P1	496	14	31,44	29,03	47,47	17,09	2,84	89,23	8,06	27,16	2,80	54,31	5,61	15,73	152,58	15,00	9,70	- 0,06	1,00	16,52	27,22
P2	354	16	22,87	22,19	70,98	15,95	2,77	63,34	7,67												
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE GRAL. TRIGO																					
P1	338	18	24,74	23,42	75,63	14,43	2,67	66,04	7,13	24,12	2,83	48,23	5,66	16,07	136,30	19,00	8,48	0,13	0,98	17,17	24,27
P2	456	21	23,49	22,91	90,23	19,90	2,99	70,26	8,95												
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE J. M. SARACHO																					
P1	494	18	21,77	21,26	83,33	23,24	3,15	68,48	9,90	21,24	2,88	42,47	5,77	16,76	122,72	17,00	7,32	0,14	0,98	18,49	21,49
P2	284	17	20,7	20,67	80,95	13,74	2,62	54,24	6,87												
CALLE COCHABAMBA Y CALLE COLON																					
P1	458	21	27,15	26,56	77,81	17,24	2,85	77,31	8,11	25,01	2,68	75,03	8,03	21,53	200,68	21,00	9,31	0,09	0,99	14,67	25,11
P2	298	18	20,84	20,30	87,28	14,68	2,69	55,99	7,22												
P3	316	24	27,04	26,15	90,32	12,08	2,49	67,38	6,21												

CALLE COCHABAMBA Y CALLE D. CAMPOS																					
P1	480	25	34,28	33,05	74,44	14,52	2,68	91,73	7,16	29,54	2,39	88,62	7,17	17,52	212,55	24,00	12,10	0,61	0,95	11,55	30,24
P2	198	23	29,05	29,79	76,00	6,65	1,89	55,02	3,59												
P3	328	23	25,29	24,32	93,06	13,49	2,60	65,80	6,77												
CALLE COCHABAMBA Y CALLE BALLIVIAN																					
P1	246	26	29,57	28,83	88,77	8,53	2,14	63,40	4,60	26,00	2,53	77,99	7,58	19,44	195,75	26,00	10,04	0,62	0,94	13,10	26,45
P2	288	26	22,19	22,54	113,53	12,78	2,55	56,53	6,49												
P3	458	26	26,23	25,44	100,60	18,00	2,89	75,82	8,36												

**CALCULO DEL MODELO DE REDUCCION
DE ACCIDENTES POR TRAMOS DEFINIDOS**

INTERSECCION	ūs Interseccion	ūs Tramo.
AV. LA PAZ Y AV. LAS AMERICAS	36,79	32,45
AV. LA PAZ Y CALLE BOLIVAR	31,23	
AV. LA PAZ Y AV. POTOSI	29,33	
CALLE O`CONNOR Y CALLE AVAROA	28,7	28,59
CALLE O`CONNOR Y CALLE MADRID	29,25	
CALLE O`CONNOR Y CALLE INGAVI	27,81	
CALLE D. CAMPOS Y CALLE V. LEMA	24,62	21,69
CALLE D. CAMPOS Y CALLE INGAVI	18,38	
CALLE D. CAMPOS Y AV. D. PAZ	22,06	
CALLE SUCRE Y CALLE A. DEL CARPIO	28,27	24,42
CALLE SUCRE Y CALLE 15 DE ABRIL	23,68	
CALLE SUCRE Y AV. D. PAZ	21,31	
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE SUIPACHA	27,22	24,33
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE GRAL. TRIGO	24,27	
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE J. M. SARACHO	21,49	
CALLE COCHABAMBA Y CALLE COLON	25,11	27,27
CALLE COCHABAMBA Y CALLE D. CAMPOS	30,24	
CALLE COCHABAMBA Y CALLE BALLIVIAN	26,45	

2.5. Determinación de la capacidad y el nivel de servicio en el área de estudio.-

Primero se calculo los factores de corrección a la capacidad por pendiente (F_{pe}), factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos (F_d), los factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del carril y berma (F_{cb}), los factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (F_p) y los factores de pico horario basados en periodos de cinco minutos suponiendo llegados los vehículos aleatorios (F_{PH}).

Se calculo las capacidades del sector en vehículos mixtos por hora en ambos sentidos sin tomar en cuenta y tomando en cuenta variaciones aleatorias cuyos valores son C_{60} y C_5 , la variable Q es el volumen total de vehículos. Luego se procedió a calcular la velocidad media ideal de los automóviles a flujo libre en pendientes ascendentes (V_i).

Una vez calculada la velocidad media ideal se calculo los factores de corrección al nivel de servicio por el efecto de la utilización de la capacidad (f_u), factores de corrección el nivel de servicio por el estado de la superficie de rodadura (f_{sr}), los factores de corrección al nivel de servicio por efecto combinado del ancho de carril y berma (f_{cb}), los factores de corrección al nivel de servicio por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (f_{pf}) y los factores de corrección por la presencia de vehículos pesados (f_{p2}). Para cada uno de estos factores se considero la pendiente, la distribución de sentidos, el ancho de carril de las vías y en caso del ancho de berma se consideró en ancho de veredas, la longitud de los tramos en los que se realizo la práctica y el porcentaje de vehículos pesados.

Y por último se calculo la velocidad máxima que permite la curva mas cerrada del sector (V_3), con este valor encontramos el nivel de servicio para cada uno de los tramos de estudio.

El nivel de servicio se calculo primero para los puntos escogidos en cada una de las intersecciones, luego se calculo el valor del nivel de servicio para la intersección sacando un valor medio entre los resultados obtenidos, de la misma manera se hizo para los tramos en estudio teniendo el nivel de servicio total de cada uno de los seis tramos estudiados.

2.5.1. Análisis de volúmenes de circulación.-

Luego de haber obtenido los datos del Organismo Operativo de Transito, se escogieron los diferentes puntos donde se tomaron los datos de campo para luego hacer el respectivo análisis y calculo de los niveles de servicio, capacidad y aplicación del modelo de Greenberg.

Inicialmente se recolectaron los datos del Organismo Operativo de Transito de varias gestiones para verificar en gabinete que intersecciones tenían la mayor cantidad de accidentes y pueden ser usadas como objeto de estudio. Después de tener los puntos se empezó a aforar volúmenes los cuales se obtuvieron en las horas pico del día donde existe mayor flujo vehicular.

2.5.2. Determinación de la capacidad vehicular.-

La capacidad en una intersección señalizada, esta dada por cada grupo de carriles y se define como la tasa máxima de flujo que puede cruzar la intersección, por cada grupo de carriles que se considera, de acuerdo con las condiciones prevalecientes de transito, de la vía y de la señalización. La capacidad se da en vehículos por hora (veh/hra), pero se basa en el flujo durante un periodo pico de 15 minutos. No se considera la capacidad de toda la intersección; en lugar de ello, se enfatiza en el suministro de las instalaciones adecuadas para los movimientos principales en las intersecciones.

Por lo tanto, la capacidad se aplica solamente a los movimientos o accesos principales de la intersección. Observe también que en la comparación con otras

instalaciones, tales como los segmentos de una vía de acceso controlado, la capacidad del acceso de una intersección, no se correlaciona tan estrechamente con el nivel de servicio.

2.5.2.1. Capacidad ideal.-

Cualquiera que sean las características de la vía que influyen en la velocidad media de una corriente vehicular, la variedad que existe entre las velocidades a que quieren ir los distintos conductores de vehículos causa interacciones entre ellos. Los conductores más lentos retardan a los mas rápidos, mientras que los rápidos no obligan a acelerar a los lentos y, por lo tanto, el efecto de las interacciones es la de reducir la velocidad media de la corriente vehicular.

La capacidad de un camino de acceso controlado es la tasa de flujo de 15 minutos sostenida máxima, expresada en automóviles por hora por carril (ap/h/c), que puede ser alojada por un tramo uniforme de camino de acceso controlado, en condiciones prevalecientes del tránsito y del camino en un sentido. Las condiciones del camino son las características geométricas del tramo del camino en estudio, lo que incluye el número y el ancho de los carriles, la holgura lateral del acotamiento derecho, el espaciamiento de los sistemas de intercambio de tránsito sin cruzar a nivel y la pendiente. Las condiciones de tránsito son las características del flujo e incluyen la composición porcentual de los tipos de vehículos y el grado hasta el cual los conductores están familiarizados con el tramo de camino. Se presentan condiciones de velocidad de flujo libre cuando las tasas de flujo varían de bajas a moderadas (menores que 1300 automóviles/hora/carril a 70 millas/hora. A medida que las tasas de flujo aumentan mas allá de 1300, disminuye la velocidad media de los automóviles en el flujo vehicular.

Cuando los conductores rápidos pueden adelantar a los lentos, el efecto de las interacciones no es tan grande, pero a medida que la vía se va saturando, los sobrepasos van siendo más difíciles y la velocidad media va disminuyendo. Además, parece que conforme aumenta la densidad los conductores van perdiendo confianza y

reducen su velocidad, la realidad que la utilización de la capacidad, medida por la relación volumen/capacidad, ejerce un efecto innegable sobre la velocidad de los vehículos.

Lo cierto es que al variar la velocidad ideal de una carretera la capacidad ideal de la misma deja de ser ideal, por una diferencia en algunos insignificativa pero que hace que la velocidad cambie por la saturación de las vías u otro factor, hace que lo que se considera ideal es una realidad. En caso de los tramos de estudio se considero una capacidad ideal de 700 veh/hra.

2.5.2.2. Factores de reducción.-

En el método que se utilizó en el siguiente trabajo, la capacidad para condiciones ideales C_i se multiplica por varios factores de corrección, que reflejan el grado en que se no se cumplen los requisitos que definen esas condiciones para que una vía tenga un entorno ideal en su trayecto. Los factores transforman esa capacidad ideal en una capacidad para las condiciones estudiadas.

Las características de vía y transito que tienen en cuenta esos factores de corrección son los siguientes:

- ***Factores de corrección a la capacidad por pendiente (F_{pe})***, las pendientes reducen la velocidad de los vehículos con respecto a la velocidad que pueden desarrollar en razante horizontal. La reducción se traduce en un aumento en los intervalos entre vehículos que están en un pelotón y, por ende, en una disminución de la capacidad (tabla 1 en anexos).
- ***Factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos (F_d)***, una calle puede saturarse cuando tiene una de sus carriles saturados, aunque el volumen de transito sea muy bajo en el otro carril (tabla 2 en anexos).
- ***Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma (F_{cb})***, los carriles y veredas estrechas, y la ausencia o malas

condiciones de estas, restan confianza a los conductores, lo que se traduce en una disminución de la velocidad, un aumento en los intervalos entre los vehículos, y la consiguiente reducción de la capacidad de la vía (tabla 3 en anexos).

- ***Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos en pendientes ascendentes (F_p)***, la capacidad se puede definir como el número máximo de intervalos entre los vehículos que pasan por un punto de una vía en una hora. Los vehículos pesados reducen ese número de intervalos pero incrementan el intervalo al que pertenece por que su paso demora mas, debido a su longitud y la menor velocidad retardando los vehículos que transitan tras suyo (tabla 4 en anexos).

2.5.2.3. Capacidad real.-

Cuando el volumen horario que circula por un sector uniforme de una vía se acerca a su capacidad, sin alcanzarla, debido a que existen siempre variaciones aleatorias en la demanda de transito, puede suceder que en ciertos momentos la demanda exceda la capacidad y se produzca congestión. Las consecuencias adversas de estas congestiones momentáneas suelen prolongarse mucho más allá de los momentos donde hay déficit de capacidad y por ese motivo se trata de evitarlas hasta donde sea posible.

Para el cálculo de la capacidad los factores de corrección se aplican en forma simultánea, por tanto, la capacidad en vehículos mixtos por hora C_{60} para esas condiciones, suponiendo que no hay variaciones aleatorias del volumen durante esa hora esta dada por la siguiente expresión:

$$C_{60} = C_i \times F_{pe} \times F_d \times F_{cb} \times F_p$$

Este cálculo se realizó para cada uno de los puntos en las intersecciones y luego para cada uno de los tramos de estudio.

CALCULO DE CAPACIDADES VEHICULARES EN PUNTOS DE AFORO

PUNTOS	F _{pe}	F _d	F _{cb}	F _p	FPH	C60	C60 INTERS
AV. LA PAZ Y AV. LAS AMERICAS							
P1	1,00	0,75	1,00	0,95	0,76	499	582
P2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	
AV. LA PAZ Y CALLE BOLIVAR							
P1	1,00	0,64	1,00	0,95	0,74	426	585
P2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	
P3	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	
AV. LA PAZ Y AV. POTOSI							
P1	1,00	1,00	0,99	0,95	0,79	658	663
P2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	
P3	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	
P4	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	
CALLE O`CONNOR Y CALLE AVAROA							
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	423
P2	1,00	0,64	1,00	0,95	0,74	426	
CALLE O`CONNOR Y CALLE MADRID							
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	421
P2	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	
CALLE O`CONNOR Y CALLE INGAVI							
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	415
P2	1,00	0,64	0,96	0,95	0,74	409	
CALLE D. CAMPOS Y CALLE V. LEMA							
P1	1,00	0,64	0,91	0,95	0,74	387	383
P2	1,00	0,64	0,89	0,95	0,74	379	
CALLE D. CAMPOS Y CALLE INGAVI							
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	402
P2	1,00	0,64	0,90	0,95	0,74	383	
CALLE D. CAMPOS Y AV. D. PAZ							
P1	1,00	0,64	0,91	0,95	0,74	387	387
P2	1,00	0,64	0,91	0,95	0,74	387	
CALLE SUCRE Y CALLE A. DEL CARPIO							
P1	1,00	0,64	0,97	0,95	0,74	413	417
P2	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	
CALLE SUCRE Y CALLE DE ABRIL							
P1	1,00	0,64	0,89	0,95	0,74	379	402
P2	1,00	0,64	1,00	0,95	0,75	426	
CALLE SUCRE Y AV. D. PAZ							
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	402
P2	1,00	0,64	0,90	0,95	0,74	383	
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE SUIPACHA							
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,75	421	406
P2	1,00	0,64	0,92	0,95	0,74	392	
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE GRAL. TRIGO							
P1	1,00	0,64	0,91	0,95	0,74	387	406
P2	1,00	0,64	1,00	0,95	0,75	426	
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE J. M. SARACHO							
P1	1,00	0,64	0,91	0,95	0,74	387	385

CALLE COCHABAMBA Y CALLE COLON							
P1	1,00	1,00	0,97	0,95	0,78	645	563
P2	1,00	0,64	0,92	0,95	0,74	392	
P3	1,00	1,00	0,98	0,95	0,78	652	
CALLE COCHABAMBA Y CALLE D. CAMPOS							
P1	1,00	1,00	0,92	0,95	0,78	612	563

P2	1,00	0,64	0,90	0,95	0,74	383	
----	------	------	------	------	------	-----	--

P2	1,00	0,64	0,88	0,95	0,74	375	
P3	1,00	1,00	0,97	0,95	0,78	645	
CALLE COCHABAMBA Y CALLE BALLIVIAN							
P1	1,00	1,00	0,99	0,95	0,78	658	576
P2	1,00	0,64	1,00	0,95	0,74	426	
P3	1,00	1,00	0,97	0,95	0,79	645	

CALCULO DE CAPACIDADES VEHICULARES EN TRAMOS DE ESTUDIO

PUNTOS	C60 PUNTOS	C60 INTERS.	C60 TRAMO
AV. LA PAZ Y AV. LAS AMERICAS			610
P1	499	582	
P2	665		
AV. LA PAZ Y CALLE BOLIVAR			
P1	426	585	
P2	665		
P3	665		
AV. LA PAZ Y AV. POTOSI			
P1	658	663	
P2	665		
P3	665		
P4	665		
CALLE O`CONNOR Y CALLE AVAROA			419,67
P1	421	423	
P2	426		
CALLE O`CONNOR Y CALLE MADRID			
P1	421	421	
P2	421		
CALLE O`CONNOR Y CALLE INGAVI			
P1	421	415	
P2	409		
CALLE D. CAMPOS Y CALLE V. LEMA			390,67
P1	387	383	
P2	379		
CALLE D. CAMPOS Y CALLE INGAVI			
P1	421	402	
P2	383		
CALLE D. CAMPOS Y AV. D. PAZ			
P1	387	387	
P2	387		
CALLE SUCRE Y CALLE A. DEL CARPIO			407
P1	413	417	
P2	421		
CALLE SUCRE Y CALLE DE ABRIL			
P1	379	402	
P2	426		
CALLE SUCRE Y AV. D. PAZ			
P1	421	402	
P2	383		
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE SUIPACHA			399
P1	421	406	
P2	392		
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE GRAL. TRIGO			
P1	387	406	
P2	426		
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE J. M. SARACHO			
P1	387	385	
P2	383		

CALLE COCHABAMBA Y CALLE COLON			567,33
P1	645	563	
P2	392		
P3	652		
CALLE COCHABAMBA Y CALLE D. CAMPOS			
P1	612	563	
P2	375		
P3	645		
CALLE COCHABAMBA Y CALLE BALLIVIAN			
P1	658	576	
P2	426		
P3	645		

2.5.3. Determinación de los niveles de servicio.-

La manera de calcular el nivel de servicio es similar a la empleada para estimar la capacidad, se parte de una velocidad en condiciones casi ideales que se va multiplicando por distintos factores de corrección menores que la unidad, hasta convertirla en la velocidad representativa de las condiciones que se estudian. Por lo tanto el cálculo del nivel de servicio para una vía urbana se realiza de la siguiente manera:

1. Capacidad en condiciones ideales $C_i = 700 \text{ veh/hra.}$

2. Cálculo de los factores F_{pe} , F_d , F_{cb} y F_p según los datos requeridos en las tablas

$F_{pe} = 1.00$ (tabla 1, pendiente 0% tránsito cuesta arriba 50%)

$F_d = 0.75$ (tabla 2, zonas de no rebase 0%, distribución por sentidos 80/20%)

$F_{cb} = 1.00$ (tabla 3, ancho de acera 1.8m y ancho de carril 3.65m)

$F_p = 0.95$ (tabla 4, pendiente 0%, longitud del sector, porcentaje de vehículos pasados.)

3. La capacidad será igual a:

$$C_{60} = C_i \times F_{pe} \times F_d \times F_{cb} \times F_p$$

$$C_{60} = 700 \times 1.00 \times 0.75 \times 1.00 \times 0.95$$

$$C_{60} = 499 \text{ veh/hra}$$

4. Se calcula FPH y C_5

FPH = 0.76 (tabla 5, volumen horario C_{60})

$$C_5 = \text{FPH} \times C_{60}$$

$$C_5 = 0.76 \times 499$$

$$C_5 = 379 \text{ veh/hra}$$

El volumen en ambos sentidos es igual a 714 veh.hra

5. la relación Q/C_{60} será igual a: $714/499 = 1.43$

6. La velocidad $V_i = 90$ km/hra (tabla 6 pendiente 0%, longitud de sector)

7. $f_u = 0.5$ (tabla 7, $Q/C_{60} = 1.43$)

8. El cálculo de la velocidad será:

$$V_1 = V_i \times f_u$$

$$V_1 = 90 \times 0.5$$

$$V_1 = 45 \text{ km/hra}$$

9. Se calculo f_{sr} y f_{cb}

$$f_{sr} = 0.97 \text{ (tabla 8 IRI= 4 a 6 mm/m, } V_1 \text{)}$$

$$f_{cb} = 1 \text{ (tabla 9, ancho de acera 1.8m y ancho de carril 3.5m)}$$

10. Se calcula V_2

$$V_2 = V_1 \times f_{sr} \times f_{cb}$$

$$V_2 = 45 \times 0.97 \times 1.00$$

$$V_2 = 43.65 \text{ km/hra}$$

11. se calcula f_{p1} y f_{p2}

$$f_{p1} = 1.00 \text{ (tabla 10, } V_2 \text{, longitud del sector y pendiente)}$$

$$f_{p2} = 1.09 \text{ (tabla 11, \% de vehículos pesados, volumen en ambos sentidos Q)}$$

12. $f_p = f_{p1} \times f_{p2}$ si $f_p > 1$ entonces $f_p = 1$

$$f_p = f_{p1} \times f_{p2}$$

$$f_p = 1.00 \times 1.09$$

$$f_p = 1.09$$

13. la velocidad V_3 será igual a:

$$V_3 = V_2 \times f_p$$

$$V_3 = 43.65 \times 1.09$$

$$V_3 = 47.58 \text{ km/hra}$$

14. El cálculo del nivel de servicio es igual al valor de la tabla 13 según el tipo de terreno. En el punto 1 de la intersección entre la Avenida Las Américas y la Avenida La Paz del tramo de la Avenida La Paz será el nivel E.

CALCULO DE NIVELES DE SERVICIO

PUNTOS	Fpe	Fd	Fcb	Fp	FPH	C60	C5	Q	Q/C60	Vi	fu	V1	fsr	fcB	V2	fp1	fp2	fp	V3	V3 MEDIO	N. EN PUNTOS	N. EN INTERS.
AV. LA PAZ Y AV. LAS AMERICAS																						
P1	1,00	0,75	1,00	0,95	0,76	499	379	714	1,43	90	0,50	45,00	0,97	1,00	43,65	1,00	1,09	1,09	47,58	47,58	E	E
P2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	525	672	1,01	90	0,50	45,00	0,97	1,00	43,65	1,00	1,09	1,09	47,58		E	
AV. LA PAZ Y CALLE BOLIVAR																						
P1	1,00	0,64	1,00	0,95	0,74	426	315	618	1,45	90	0,50	45,00	0,97	1,00	43,65	1,00	1,09	1,09	47,58	51,26	E	E
P2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	525	554	0,83	90	0,65	58,50	0,92	1,00	53,82	0,99	1,10	1,09	58,61		D	
P3	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	525	804	1,21	90	0,50	45,00	0,97	1,00	43,65	1,00	1,09	1,09	47,58		E	
AV. LA PAZ Y AV. POTOSI																						
P1	1,00	1,00	0,99	0,95	0,79	658	520	540	0,82	90	0,66	59,40	0,92	0,97	53,01	0,99	1,08	1,07	56,68	60,06	D	D
P2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	525	500	0,75	90	0,72	64,80	0,90	1,00	58,32	0,97	1,10	1,07	62,23		C	
P3	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	525	362	0,54	90	0,85	76,50	0,84	1,00	64,26	0,96	1,10	1,06	67,86		C	
P4	1,00	1,00	1,00	0,95	0,79	665	525	608	0,91	90	0,58	52,20	0,94	1,00	49,07	1,00	1,09	1,09	53,48		D	
CALLE O`CONNOR Y CALLE AVAROA																						
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	312	252	0,60	90	0,82	73,80	0,85	0,95	59,59	0,97	1,09	1,06	63,01	66,15	C	C
P2	1,00	0,64	1,00	0,95	0,74	426	315	188	0,44	90	0,90	81,00	0,81	1,00	65,61	0,96	1,10	1,06	69,28		C	
CALLE O`CONNOR Y CALLE MADRID																						
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	312	518	1,23	90	0,50	45,00	0,97	0,94	41,03	1,00	1,10	1,10	45,13	47,65	E	E
P2	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	312	398	0,94	90	0,55	49,50	0,95	0,97	45,61	1,00	1,10	1,10	50,18		E	
CALLE O`CONNOR Y CALLE INGAVI																						
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	312	582	1,38	90	0,50	45,00	0,97	0,97	42,34	1,00	1,09	1,09	46,15	50,34	E	E
P2	1,00	0,64	0,96	0,95	0,74	409	302	306	0,75	90	0,72	64,80	0,90	0,85	49,57	1,00	1,10	1,10	54,53		D	

CALLE D. CAMPOS Y CALLE V. LEMA																						
P1	1,00	0,64	0,91	0,95	0,74	387	287	216	0,56	90	0,84	75,60	0,84	0,71	45,09	1,00	1,10	1,10	49,60	48,39	E	E
P2	1,00	0,64	0,89	0,95	0,74	379	280	194	0,51	90	0,87	78,30	0,83	0,66	42,89	1,00	1,10	1,10	47,18		E	
CALLE D. CAMPOS Y CALLE INGAVI																						
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	312	344	0,82	90	0,66	59,40	0,92	0,98	53,56	0,99	1,10	1,09	58,32	45,64	D	E
P2	1,00	0,64	0,90	0,95	0,74	383	283	380	0,99	90	0,51	45,90	0,96	0,68	29,96	1,00	1,10	1,10	32,96		F	
CALLE D. CAMPOS Y AV. D. PAZ																						
P1	1,00	0,64	0,91	0,95	0,74	387	287	260	0,67	90	0,77	69,30	0,87	0,71	42,81	1,00	1,10	1,10	47,09	40,35	D	F
P2	1,00	0,64	0,91	0,95	0,74	387	287	490	1,27	90	0,50	45,00	0,97	0,70	30,56	1,00	1,10	1,10	33,61		F	
CALLE SUCRE Y CALLE A. DEL CARPIO																						
P1	1,00	0,64	0,97	0,95	0,74	413	305	509	1,23	90	0,50	45,00	0,97	0,89	38,85	1,00	1,10	1,10	42,73	45,80	E	E
P2	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	312	408	0,97	90	0,53	47,70	0,96	0,97	44,42	1,00	1,10	1,10	48,86		E	
CALLE SUCRE Y CALLE 15 DE ABRIL																						
P1	1,00	0,64	0,89	0,95	0,74	379	280	606	1,60	90	0,50	45,00	0,97	0,67	29,25	1,00	1,10	1,10	32,17	40,09	F	F
P2	1,00	0,64	1,00	0,95	0,75	426	319	574	1,35	90	0,50	45,00	0,97	1,00	43,65	1,00	1,10	1,10	48,02		E	
CALLE SUCRE Y AV. D. PAZ																						
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,74	421	312	522	1,24	90	0,50	45,00	0,95	0,98	41,90	1,00	1,10	1,10	46,08	39,27	E	F
P2	1,00	0,64	0,90	0,95	0,74	383	283	656	1,71	90	0,50	45,00	0,95	0,69	29,50	1,00	1,10	1,10	32,45		F	
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE SUIPACHA																						
P1	1,00	0,64	0,99	0,95	0,75	421	316	496	1,18	90	0,50	45,00	0,97	0,99	43,21	1,00	1,10	1,10	47,53	49,02	E	E
P2	1,00	0,64	0,92	0,95	0,74	392	290	354	0,90	90	0,59	53,10	0,94	0,92	45,92	1,00	1,10	1,10	50,51		E	
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE GRAL. TRIGO																						
P1	1,00	0,64	0,91	0,95	0,74	387	287	338	0,87	90	0,62	55,80	0,93	0,91	47,22	1,00	1,10	1,10	51,95	49,98	E	E
P2	1,00	0,64	1,00	0,95	0,75	426	319	456	1,07	90	0,50	45,00	0,97	1,00	43,65	1,00	1,10	1,10	48,02		E	

CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE J. M. SARACHO																						
P1	1,00	0,64	0,91	0,95	0,74	387	287	494	1,28	90	0,50	45,00	0,97	0,91	39,72	1,00	1,10	1,10	43,69	50,43	E	E
P2	1,00	0,64	0,90	0,95	0,74	383	283	284	0,74	90	0,72	64,80	0,90	0,90	52,49	0,99	1,10	1,09	57,16		D	
CALLE COCHABAMBA Y CALLE COLON																						
P1	1,00	1,00	0,97	0,95	0,78	645	503	458	0,71	90	0,75	67,50	0,88	0,88	52,27	1,00	1,09	1,09	56,98	55,34	D	D
P2	1,00	0,64	0,92	0,95	0,74	392	290	298	0,76	90	0,71	63,90	0,90	0,73	41,98	1,00	1,10	1,10	46,18		E	
P3	1,00	1,00	0,98	0,95	0,78	652	508	316	0,48	90	0,88	79,20	0,82	0,88	57,15	1,00	1,10	1,10	62,87		C	
CALLE COCHABAMBA Y CALLE D. CAMPOS																						
P1	1,00	1,00	0,92	0,95	0,78	612	477	480	0,78	90	0,70	63,00	0,90	1,00	56,70	0,98	1,10	1,08	61,12	55,98	D	D
P2	1,00	0,64	0,88	0,95	0,74	375	277	198	0,53	90	0,86	77,40	0,83	0,63	40,47	1,00	1,10	1,10	44,52		E	
P3	1,00	1,00	0,97	0,95	0,78	645	503	328	0,51	90	0,88	79,20	0,82	0,88	57,15	1,00	1,09	1,09	62,29		C	
CALLE COCHABAMBA Y CALLE BALLIVIAN																						
P1	1,00	1,00	0,99	0,95	0,78	658	514	246	0,37	90	0,93	83,70	0,79	0,94	62,16	0,99	1,09	1,08	67,07	63,09	C	C
P2	1,00	0,64	1,00	0,95	0,74	426	315	288	0,68	90	0,76	68,40	0,88	1,00	60,19	0,98	1,09	1,07	64,30		C	
P3	1,00	1,00	0,97	0,95	0,79	645	510	458	0,71	90	0,77	69,30	0,87	0,89	53,66	0,99	1,09	1,08	57,90		D	

**CALCULO DE NIVELES DE SERVICIO
EN TRAMOS DEFINIDOS**

INTERSECCIONES	V3 INTERS.	Nº EN INTERS.	V3 TRAMO	N. EN TRAMO
AV. LA PAZ Y AV. LAS AMERICAS	47,58	E	52,97	D
AV. LA PAZ Y CALLE BOLIVAR	51,26	E		
AV. LA PAZ Y AV. POTOSI	60,06	D		
CALLE O`CONNOR Y CALLE AVAROA	66,15	C	54,71	D
CALLE O`CONNOR Y CALLE MADRID	47,65	E		
CALLE O`CONNOR Y CALLE INGAVI	50,34	E		
CALLE D. CAMPOS Y CALLE V. LEMA	48,39	E	44,79	E
CALLE D. CAMPOS Y CALLE INGAVI	45,64	E		
CALLE D. CAMPOS Y AV. D. PAZ	40,35	F		
CALLE SUCRE Y CALLE A. DEL CARPIO	45,80	E	41,72	E
CALLE SUCRE Y CALLE 15 DE ABRIL	40,09	F		
CALLE SUCRE Y AV. D. PAZ	39,27	F		
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE SUIPACHA	49,02	E	49,81	E
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE GRAL. TRIGO	49,98	E		
CALLE 15 DE ABRIL Y CALLE J. M. SARACHO	50,43	E		
CALLE COCHABAMBA Y CALLE COLON	55,34	D	58,14	D
CALLE COCHABAMBA Y CALLE D. CAMPOS	55,98	D		
CALLE COCHABAMBA Y CALLE BALLIVIAN	63,09	C		

2.6. Influencia de los niveles de servicio en la ocurrencia de accidentes en el área de estudio.-

Ahora que podemos hacer una comparación con valores reales obtenidos en las intersecciones y tramos que se tomaron como objeto de estudio se llegó a la conclusión que el nivel de servicio esta estrechamente relacionado a los accidentes de transito.

Considerando que en muchos de los puntos de estudio obtuvimos niveles de servicio elevados diremos que la relación con los accidentes de transito es directa. Se escogieron estos puntos por que eran las intersecciones que tenían mayor cantidad de accidentes en el centro de la ciudad, bueno y se pudo verificar que los niveles de servicio están relacionados directamente con la ocurrencia de accidentes es decir que mientras sea mas alto el valor del nivel de servicio existe mayor probabilidad de que ocurran mayor cantidad de accidentes.

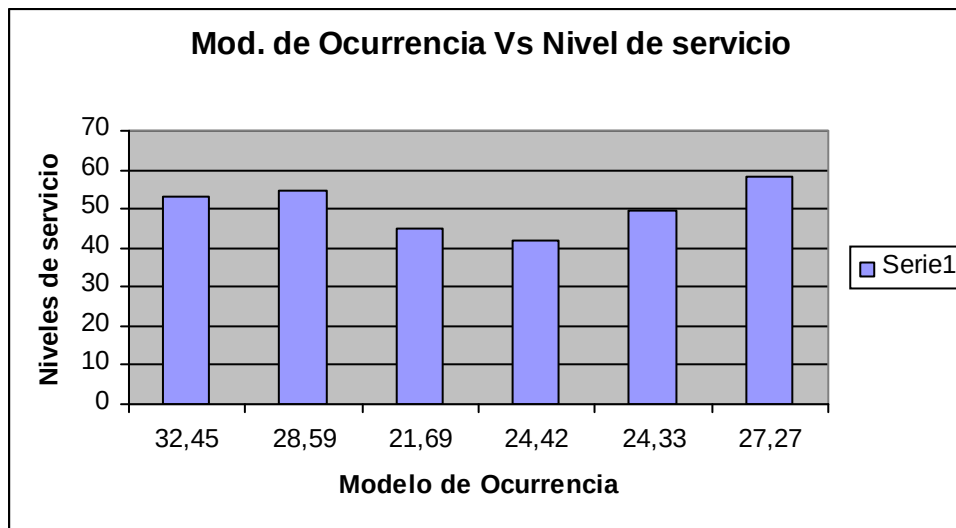


Fig. 8. Grafica de Modelo de ocurrencia vs. Nivel de servicio

2.6.1. Con relación al nivel de servicio.-

La relación entre la influencia del nivel de servicio en la ocurrencia de accidentes y el nivel de servicio es una relación directa, si reducimos el nivel de servicio en las calles

o mas específicamente en los tramos de estudio por diferentes circunstancias como por ejemplo señalizaciones, restricción de placas u horas de transitar o por evitar los estacionamientos el nivel de servicio disminuye, por lo tanto los accidentes son menos frecuentes notablemente o por decirlo de otra manera son mínimos.

En caso de las calles que se tomaron algunos tramos para el estudio, los niveles de servicio eran superiores antes de las señalizaciones, pero en un determinado tiempo los niveles redujeron notablemente haciendo que tengan mayor transitabilidad y que el flujo vehicular sea mas libre; las capacidades de las vías están mas acordes con las realidad pese que estas son sobrepasadas por el flujo real existente.

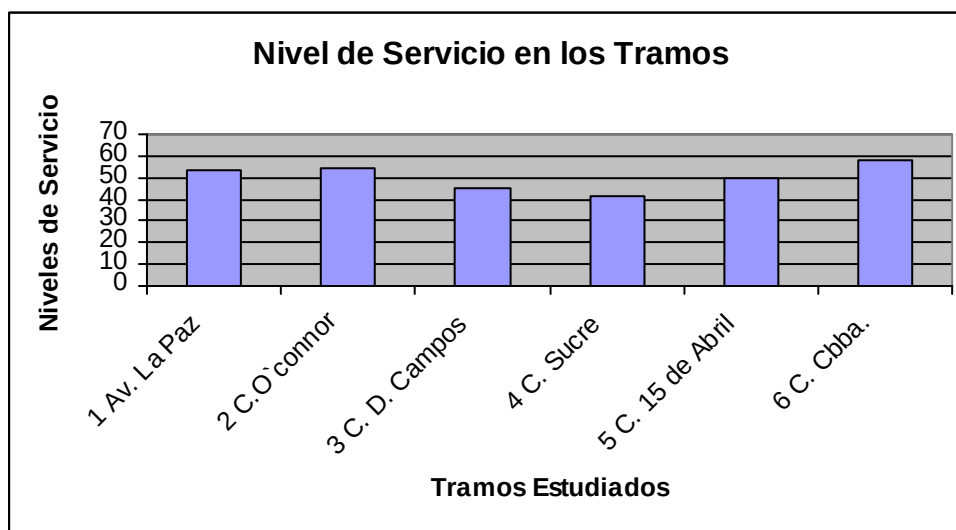


Fig.8. 1. Grafica Nivel de servicio vs Tramos estudiados

2.6.2. Con relación a la ocurrencia de accidentes.-

La influencia del nivel de servicio en la ocurrencia de accidentes en el área de estudio, con relación a la ocurrencia de accidentes, tiene una relación directa de igual manera que el nivel de servicio.

En caso de que el nivel de servicio tenga una reducción notable de sus valores, mas concretamente las calles son más transitables, no existen embotellamientos, las

capacidades de las calles no son sobrepasadas, se puede decir que eso afecta notablemente para que los accidentes también reduzcan.

Muchos de los accidentes que sucedieron en los puntos de los tramos de estudio fueron colisión por alcance, atropello a peatón, atropello a ciclista o en peor de los casos un vuelco de vehiculo, muchos de estos accidentes de transito se produjeron en horas pico donde los volúmenes vehiculares sobrepasan la capacidad vehicular de la vía y los niveles de servicio llegan a su máximo valor, considerando que en muchos de estos casos no existía señalizaciones.

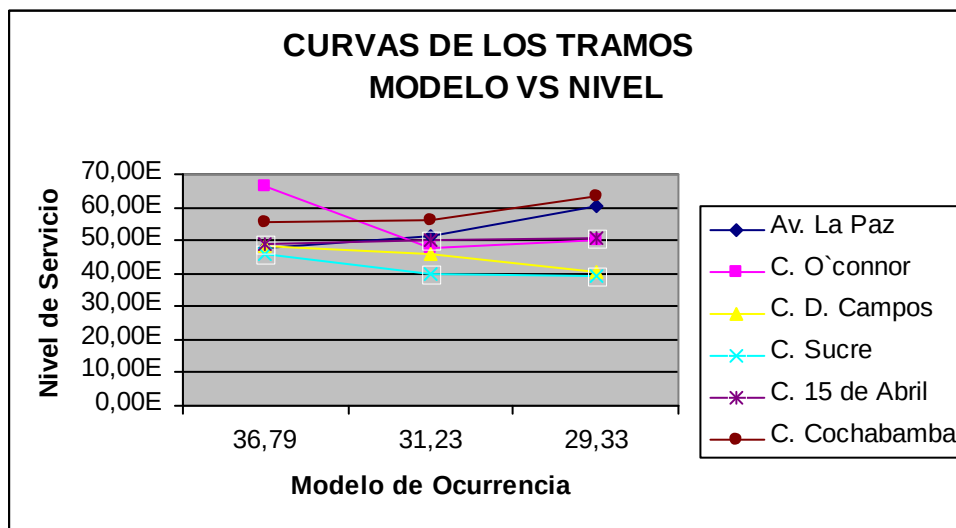


Fig. 8.2. Grafica de las curvas de los tramos (modelo de ocurrencia vs. Nivel de servicio)

Como se puede ver en la grafica en algunas de las curvas el nivel de servicio disminuye en relación a los valores del modelo como en el caso de de las Calles O'Connor, Daniel Campos y Sucre en caso de la Calle 15 de Abril se mantiene estable casi en tu totalidad formando una línea casi recta. En el caso de la Calle Cochabamba y la Avenida La Paz su curca es ascendente lo cual nos demuestra que si el nivel de servicio es mayor la ocurrencia de accidentes es menor.

De esta manera se puede llegar al siguiente análisis con respecto a los tramos que forman parte de este estudio.

- En caso de las calles O`connor, Daniel Campos y Sucre podemos decir que mientras el nivel de servicio es mas alto la ocurrencia de accidentes es mayor, esto puede depender de muchos factores como la señalización, estacionamientos inadecuados, paradas de taxis y micros, la ocupación de las veredas por vendedoras ambulantes, capacidades de las vías menores a los volúmenes que pueden albergar, etc.
- La Calle 15 de Abril en la grafica nos muestra una línea casi recta donde existen valores de nivel de servicio acorde con el valor del modelo, lo que nos muestra que en caso que los niveles de servicio se mantengan estables pueden existir la reducción de accidentes en el tramo dependiendo de existan señalizaciones, no existan estacionamientos sobre las vías, veredas libres para la circulación del peatón, etc.
- En caso de la Calle Cochabamba y la Avenida La Paz las curvas nos demuestran todo lo contrario, si el nivel del servicio es mayor la ocurrencia de accidentes es menor, por lo cual podemos decir que si el ancho de las vías es el suficiente para que su capacidad no sea rebasada en su limite máximo es una vía segura con la posibilidad de que la cantidad de accidentes sea menor y su nivel de servicio sea relativamente alto. En caso de estas dos vías la Calle Cochabamba por disposición de tránsito es de una sola vía por las cantidad de accidentes que anteriormente se producían en esta calle y la Avenida La Paz posee 2 carriles que no son rebasados en su capacidad por el volumen vehicular, lo cual no ocurre con las otras calles que son parte de este estudio las cuales fueron rebasadas en su capacidad con un volumen vehicular mayor al que pueden albergar produciendo en muchos casos accidentes.

3.1. Definición.-

El control de tráfico, es un sistema de gestión de tráfico o tránsito rodado que aplica las normas, reglamentos y métodos del tráfico, tales como señales, signos y marcas para reducir la congestión o atasco de vehículos y la contaminación atmosférica, para favorecer la seguridad y movilidad de los peatones, por lo general se aplica en las zonas urbanas. En las ciudades más pequeñas, donde el tráfico es menor, se utilizan métodos de control y técnicas de gestión similares pero más sencillas.

Se define seguridad vial como la reducción del riesgo de accidentes y lesiones en las vías, lograda a través de enfoques multidisciplinarios que abarcan ingeniería vial, gestión del tráfico, educación y formación de los usuarios de las vías y diseño de los vehículos.

3.2. Utilización de las medidas de seguridad.-

Son muchos los países que aplican medidas de bajo costo para resolver los puntos conflictivos. En nuestra ciudad, recientemente se ha podido observar que las instituciones encargadas de la seguridad vial como el Organismo Operativo de Tránsito y la Alcaldía Municipal se han encargado de la ejecución de obras de ingeniería vial han realizado trabajos de control de tráfico como semaforización, demarcación de señalizaciones, marcas en la vía, rotondas, zonas de parada, iluminación, etc., la reducción de los accidentes que se consigue a través de estas medidas es notable y las ventajas económicas son varias veces el costo de las medidas en su primer año de aplicación.

3.2.1. Señales tráfico.-

La señalización es otro parámetro dentro de la ingeniería de tráfico cuyo objetivo es que a través de señales se pueda ayudar al ordenamiento tanto en zonas urbanas como en carreteras. Para un mejor estudio a nivel internacional se ha hecho una clasificación.

Los dispositivos para regular el tráfico son los medios físicos que se emplean para indicar detalladamente a los usuarios de las vías públicas la forma correcta y segura de transitar por ellas a fin de evitar accidentes y demoras innecesarias. Entre las funciones de estos dispositivos se encuentran prevenir a conductores y peatones sobre peligros existentes y guiarlos en su recorrido por las vías; divulgar oportunamente disposiciones de las leyes y reglamentos de trafico, así como dar a conocer restricciones específicas que se impongan a la circulación en una vía o en parte de la misma; y asignar alternativamente el derecho de paso a distintas corrientes vehiculares.

Los dispositivos que se usan para regular la circulación son las llamadas señales de transito, las marcas en las vías y sus inmediaciones, los semáforos y otros mas.

El diseño y apariencia exterior del dispositivo son de mucha importancia en el desarrollo de su función para lograr una mejor visualización y comprensión del mensaje Fig.9 se combinan los tamaños y colores de la señales, de forma tal que las mismas puedan ser divisadas desde lejos e interpretadas por cualquier persona sin importar su preparación.



a) MODELO SP 04



b) MODELO SP 03

Fig. 9. Semáforos portátiles

3.2.1.1. Clasificación de las señales de tráfico.-

Existen dos tipos de señales que se desglosan en la siguiente manera:

Señalización vertical:

- Señalización restrictiva
- Señalización preventivas
- Señalización informativas

Señalización horizontal:

- Marcas sobre el pavimento

3.2.1.2. Señales en el pavimento.-

Los colores de las marcas serán *blanco o amarillo*, y en algún caso negro sin ser una norma, sirviendo solamente como guía para lograr un contraste en pavimentos de color claro.

Tipos de marcas

Existen 5 tipos de marcas y son las siguientes:

- separación de carriles
- separación de sentidos
- línea de parada
- cruce de peatones
- línea de distancia de freno

Separación de carriles.- Línea segmentada de color blanco cuyo espesor es de 10 cm y longitud de 3 a 5 cm pero normalmente hay una relación entre la separación sobre la señal es igual a 0.60.

A mayor velocidad mayor separación en la señal. La señal blanca permite la circulación sobre la señal o cruzar sobre la señal.

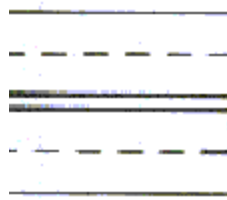


Fig. 10. Separación de carriles

Separación de sentidos.- La señal amarilla es restrictiva no permite cruzar de un carril a otro.



Fig. 10.1. Separación de sentidos

Cruce de peatones.- Mas conocidos como líneas de cebras, estas son de color blanco y el ancho es de 1.50 a 4 m.

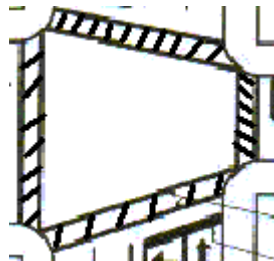


Fig. 10.2. Cruce de peatones

Línea de parada.- Se ubica en la confluencia de las tangentes de los ochaves son de color blanco y su espesor es de 0.4 a 0.5 m.

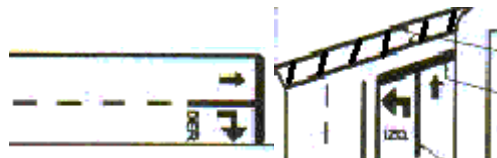


Fig. 10.3. Línea de parada

Línea de distancia de frenado.- Son de color amarillo, en algunos casos coinciden con el eje de la vía su espesor es de 0.1 m.

Especificaciones.- *Se debe cumplir con las siguientes especificaciones:*

- pintura reflectiva vial
- micro esferas de vidrio
- premix
- postmix

Premix.- Son micro esferas, su dosificación es a razón de 390 gr. / l.

Postmix.- Después que se coloca la señal se hace el rociado de micro esferas, su dosificación es de 360 gr. / l.

La pintura tiene la siguiente duración:

- en frío 18 meses (costo es de 9 \$us / m²)
- en caliente 3 a 5 años (costo es de 30 \$us / m²)

3.2.1.2.1. Señalizaciones horizontales.-

Son las indicaciones en forma de *rayas, símbolos y letras* que se pintan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro de o adyacentes a las vías de circulación, así como los *objetos* que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular o canalizar el tránsito e indicar la presencia de obstáculos, sin distraer la atención del conductor.

Por su uso, las marcas pueden estar sobre el pavimento, en las guarniciones para prohibición de estacionamiento, y en obstáculos adyacentes a la superficie de rodamiento.

Las marcas sobre el *pavimento* son todas las rayas como: central sencilla continua o discontinua, adicional continua para prohibir el rebase, central doble continua, separadoras de carriles, en las orillas de calzada, canalizadoras, de parada, para cruce de peatones, con espaciamiento logarítmico, y para estacionamiento. Estas marcas también incluyen los símbolos y letras para cruces de ferrocarril y usos de carriles.

Las marcas en *obstáculos* se usan para indicar la presencia de guarniciones, parapetos, aleros, pilas y estribos, postes, cabezales, defensas, muros de contención y árboles.

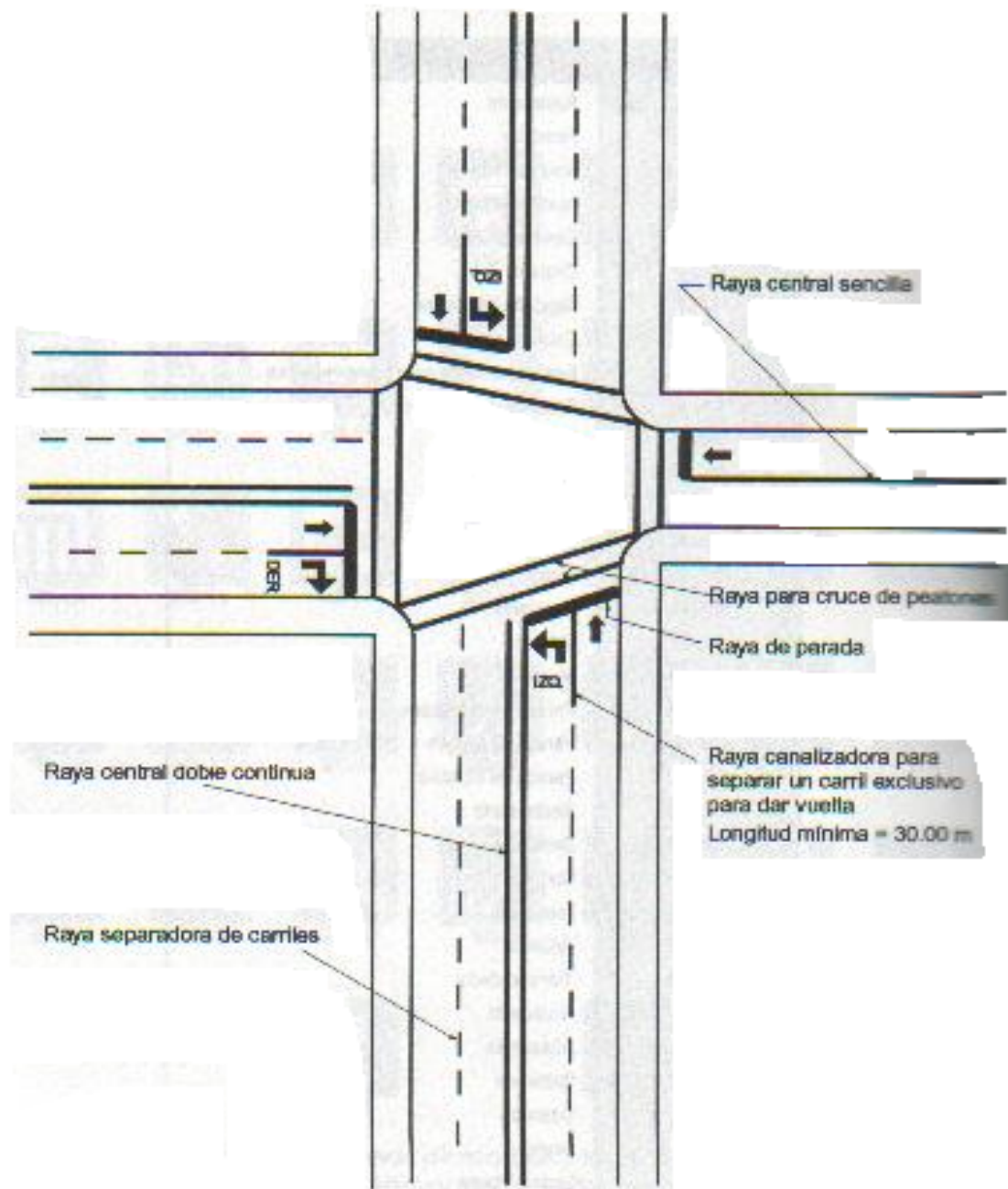


Fig. 11 Señalizaciones horizontales en una carretera

3.2.1.2.2. Señales verticales.-

Según la función que desempeñan, los dispositivos se clasifican en tres categorías:

- ***Dispositivos de prevención.-*** Las señales preventivas, identificadas con el código SP, tienen como función dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia, sobre o a un lado de la carretera o calle, de un peligro potencial y su naturaleza. Así se cumple con la Regla de Oro del Tránsito que dice: "que no deben existir cambios bruscos". La señal por sí misma debe provocar que el conductor adopte medidas de precaución, y llamar su atención hacia una reducción de su velocidad o a efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad o la de otro vehículo o peatón.

Las señales preventivas deberán instalarse siempre que una investigación o estudio de tránsito indique que existe una condición de peligro potencial. Las características que pueden justificar el uso de señales preventivas, son las siguientes:

- Cambios en el alineamiento horizontal y vertical por la presencia de curvas.
- Presencia de intersecciones con carreteras o calles, y pasos a nivel con vías de ferrocarril.
- Reducción o aumento del número de carriles y cambios de anchura del pavimento.
- Pendientes peligrosas.
- Proximidad de un cruce donde existe un semáforo o donde se debe hacer un alto.
- Pasos peatonales y cruces escolares.
- Condiciones deficientes en la superficie de la carretera o calle, como presencia de huecos y protuberancias.
- Presencia de derrumbes, grava suelta, etc.
- Aviso anticipado de dispositivos de control por obras de construcción.

El tablero de las señales preventivas será de forma *cuadrada*, de esquinas redondeadas, que se colocará con una de sus diagonales en sentido vertical tomando la forma de *diamante*. Las señales que requieran una explicación complementaria, además del símbolo llevarán un tablero adicional en su parte inferior de forma *rectangular* con las esquinas redondeadas, con leyendas como "Principia", "Termina", o la longitud en que se presenta la situación que se señala, formando así un conjunto.

Los colores de las señales preventivas serán en acabado reflejante o mate, así: *amarillo* para el fondo, y *negro* para el símbolo, leyendas, caracteres y filete.

La figura 12 y la tabla 4 ilustran los diferentes tipos de señales preventivas.

La ubicación de las señales preventivas en sentido *longitudinal* será antes del riesgo que se trate de señalar, a una distancia que depende de la velocidad de aproximación. En sentido *lateral* las señales se fijarán en uno o dos postes colocados a un lado del acotamiento en carreteras o sobre la banqueta en calles, a las distancias y alturas que se especifican en la figura.



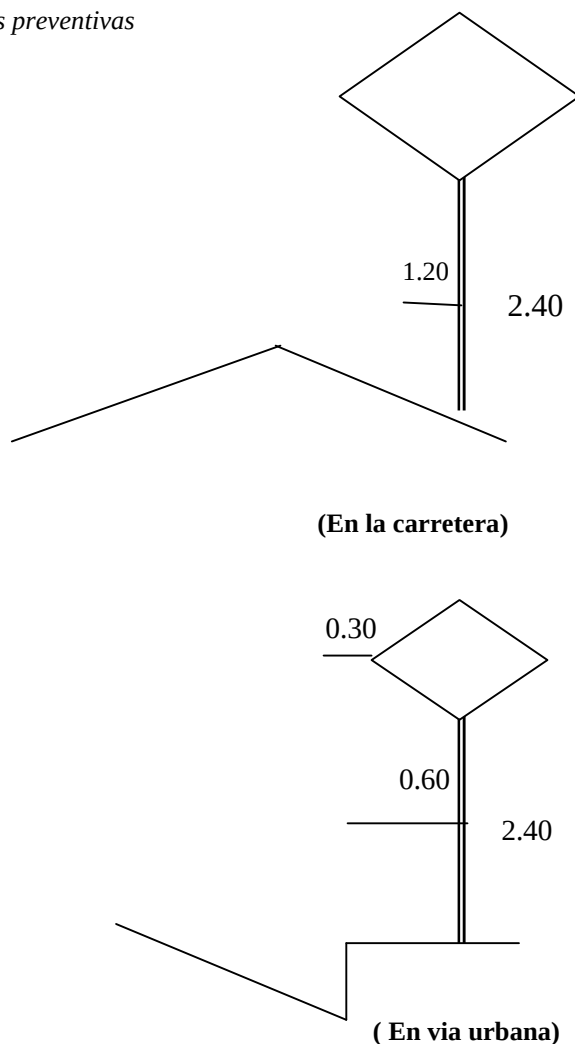
Fig. 12. Diferentes tipos de señales preventivas

Tabla 4. Significado de las señales preventivas

SP-6 Curva
 SP-7 Codo
 SP-8 Curva inversa

SP-9 Codo inverso
SP-10 Camino sinuoso
SP-11 Cruce de caminos
SP-12 Entronque en T
SP-13 Entronque en delta
SP-14 Entronque lateral oblicuo
SP-15 Entronque en Y
SP-16 Glorieta
SP-17 Incorporación de tránsito
SP-18 Doble circulación
SP-19 Salida
SP-20 Estrechamiento simétrico
SP-21 Estrechamiento asimétrico
SP-22 Puente móvil
SP-23 Puente angosto
SP-24 Anchura libre
SP-25 Altura libre
SP-26 Vado
SP-27 Termina pavimento
SP-28 Superficie derrapante
SP-29 Pendiente peligrosa
SP-30 Zona de derrumbes
SP-31 SP-6Alto próximo
SP-32 Peatones
SP-33 Escolares
SP-34 Ganado
SP-35 Cruce de ferrocarril
SP-35 Maquinaria agrícola
SP-36 Semáforo
SP-37 Camino dividido
SP-38 Ciclistas
SP-39 Grava suelta

Fig. 12.1. Vistas transversales de señales preventivas



- **Dispositivos de reglamentación o de restricción.-** Las **señales restrictivas**, identificadas con el código SR, tienen *como función* expresar en la carretera o calle alguna fase del Reglamento de Tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. En general, tienden a restringir algún movimiento del mismo, recordándole la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada. Infringir las indicaciones de una señal restrictiva acarreará las sanciones previstas por las autoridades de tránsito.

Las señales restrictivas de acuerdo a su uso se clasifican en los siguientes grupos:

- De derecho de paso o de vía.
- De inspección.
- De velocidad máxima o mínima.
- De movimientos o circulación.
- De mandato por restricciones y prohibiciones.
- De estacionamiento.

El tablero de las señales restrictivas será de forma *cuadrada* con las esquinas redondeadas, excepto las señales de "ALTO", que tendrá forma *octagonal*, y "CEDA EL PASO", que tendrá forma de un *triángulo equilátero* con uno de sus vértices hacia abajo. Las señales que requieran una explicación complementaria, además del símbolo llevarán un tablero adicional de forma *rectangular* con las esquinas redondeadas, colocado en su parte inferior formando un conjunto.

El color del fondo de las señales restrictivas será *blanco* en acabado reflejante o mate. El anillo y la franja diagonal en *rojo*, y el símbolo, letras y filete en *negro*, excepto las señales de "ALTO" y "CEDA EL PASO". La señal de "ALTO" llevará fondo *rojo* con letras y filete en *blanco*. La señal de "CEDA EL PASO" llevará fondo *blanco*, con letras en *negro* y *franja* perimetral en *rojo*.

La figura 13.2 y la tabla 5 ilustran los diferentes tipos de señales restrictivas.

La ubicación *longitudinal* de las señales restrictivas será en el punto mismo donde existe la restricción o prohibición. En sentido *lateral* las señales se fijarán en uno o dos postes colocados a un lado del acotamiento en carreteras y sobre la banqueta en calles, a las distancias y alturas que se especifican en la figura.

Tipo de señal.- Se puede realizar de dos maneras que son:

- ***Fundido en frío.***-Pintado a presión con pintura reflectiva y micro esferas de vidrio, su costo es 90 \$us.
- ***Fundido en caliente.***- Fundida la señal a temperaturas altas en hornos, solo se funde la señal y el fondo, el contorno es un adhesivo, el costo es de 120 \$us.



Fig. 13. Señal de alto

Las dimensiones de la señal octogonal son de 0.75m x 0.75m.



Fig. 13.1. Señal de ceda el paso

Las dimensiones de la señal triangulo equilátero son de 0.60m x 0.60 m

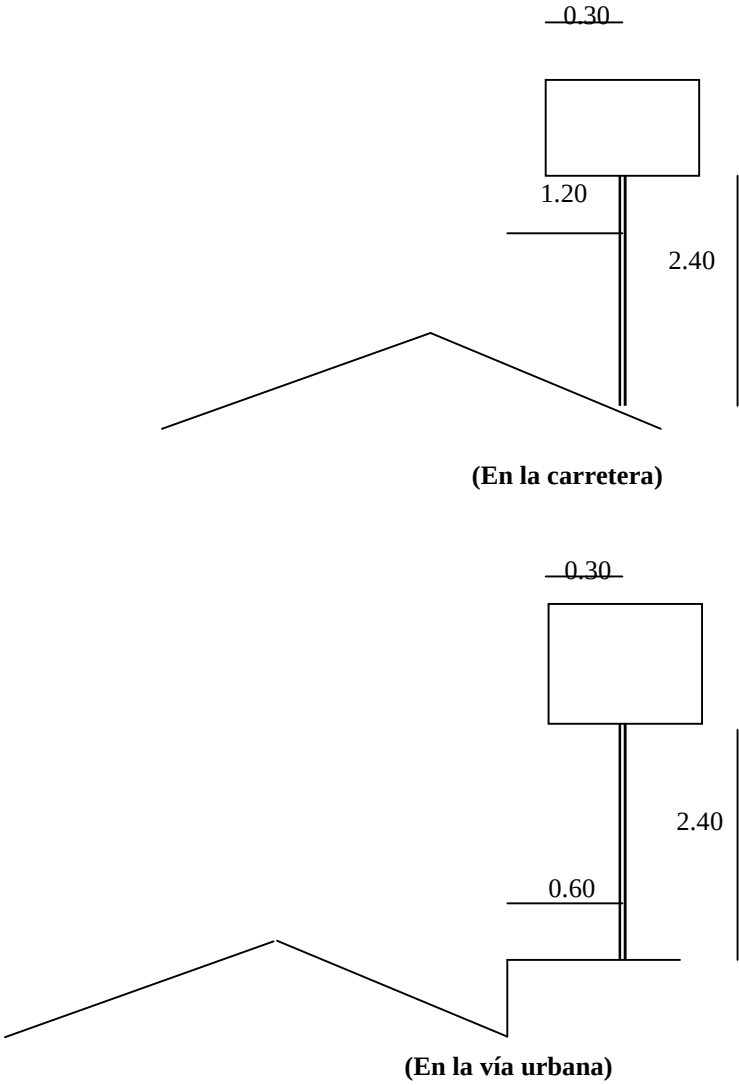


Fig. 13.2. Señales de restricción

Tabla 5. Significado de las señales restrictivas

- SR-6 Alto
- SR-7 Ceda el paso.
- SR-8 Inspección.
- SR-9 Velocidad máxima permitida.
- SR-10 Vuelta continúa hacia la derecha.
- SR-11 Circulación.
- SR-11A Circulación.
- SR-12 Sólo vuelta hacia la izquierda.
- SR-13 Conserve su derecha
- SR-14 Doble circulación
- SR-15 Altura libre máxima
- SR-16 Anchura máxima
- SR-17 Peso restringido
- SR-18 Prohibido rebasar
- SR-19 Parada prohibida
- SR-20 No parar
- SR-21 Estacionamiento permitido en un corto periodo
- SR-22 Prohibido estacionarse
- SR-23 Prohibida la vuelta a la derecha
- SR-24 Prohibida la vuelta a la izquierda
- SR-25 Prohibido el retorno
- SR-26 Prohibido seguir de frente
- SR-27 Prohibido el paso a bicicletas, vehículos pesados y motocicletas
- SR-28 Prohibido el paso de vehículos de tracción animal
- SR-39 Prohibido el paso de maquinaria pesada
- SR-30 Prohibido el paso de bicicletas
- SR-31 Prohibido el paso de peatones
- SR-32 Prohibido el paso de vehículos pesados
- Prohibido el uso de señales acústicas

Fig. 13.3. *Vistas transversales de señales restrictivas:*



- **Dispositivos de información.-** Las **señales informativas**, identificadas con el código SI, tienen como *función* guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Las señales informativas, de acuerdo a la información que den, se clasifican en:

- De identificación (SR).
- De destino (SID).
- De recomendación (SIR) e información general (SIG).
- De servicios y turísticas, de servicios (SIS) y turísticas (SIT).

1. **Señales informativas de identificación.-** Identificadas con el código SR, tienen como *función identificar* las calles según su nombre y nomenclatura, y las carreteras según su número de ruta y/o kilometraje.

La forma de las señales de *nomenclatura* será *rectangular* con su mayor dimensión horizontal y con la leyenda en ambas caras. Las señales de *ruta* tendrán forma de *escudo*, federal, estatal o camino rural, colocado sobre un tablero *rectangular*, que incluye una flecha que indica la trayectoria que sigue la ruta, o dentro de las señales informativas de destino. El tablero de las señales de *kilometraje* será *rectangular* colocado con su mayor dimensión vertical.

El color del fondo de las señales de identificación será *blanco* reflejante, y las letras, números, flechas y filete en *negro*.

En la figura 14 se ilustran las señales informativas de identificación y su ubicación general.

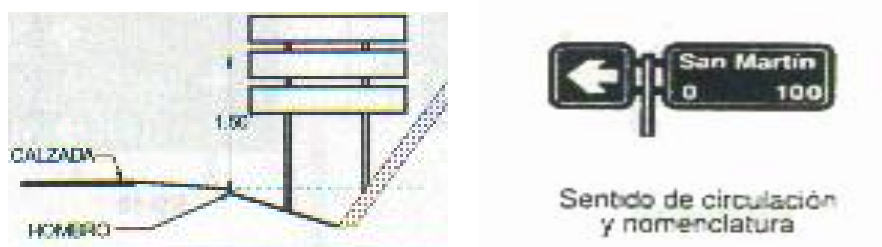


Fig. 14. Señales informativas de identificación

2. Señales informativas de destino.- Identificadas con el código SID, tienen *como función informar* a los usuarios sobre el nombre y la ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido. Podrán ser señales *bajas*, *diagramáticas* y *elevadas*. Su aplicación es primordial en las intersecciones, donde el usuario debe elegir la ruta a seguir según el destino seleccionado. Se emplearán en forma secuencial de tal manera que permitan a los conductores preparar con la debida anticipación su maniobra en la intersección, ejecutarla en el lugar preciso, y confirmar la correcta selección del destino.

Su forma será *rectangular*, colocadas con su mayor dimensión horizontal, sobre apoyos adecuados.

El color de fondo de las señales de destino será *verde* mate y las letras, números, flechas, escudos y filete en color *blanco* reflejante, excepto la señal *diagramática* en zona urbana, que será de fondo *blanco* con caracteres, flecha alargada y filete en color *negro*.

De acuerdo a su ubicación *longitudinal*, las señales informativas de destino se clasifican en previas, decisivas y confirmativas. Las señales *previas* deberán colocarse anticipadas a la intersección, a una distancia tal que permita a los conductores conocer los destinos y preparar las maniobras para tomar el elegido. Las señales *decisivas* se colocarán donde el usuario pueda optar por la ruta que le convenga. Las señales *confirmativas* se colocarán después de una intersección o a la

salida de una población, a una distancia donde no exista el efecto de los movimientos direccionales ni la influencia del tránsito urbano.

La figura 14.1 ilustra los diferentes tipos de señales informativas de destino, y la figura muestra su ubicación lateral y altura.

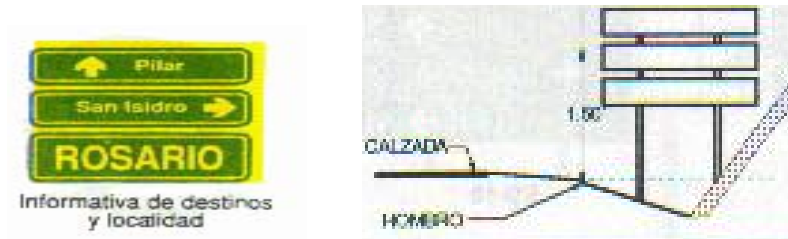


Fig. 14.1. Señales informativas de destino

3. **Señales informativas de recomendación.**-Identificadas con el código SIR, tienen como *función* recordar a los usuarios determinadas recomendaciones o disposiciones de seguridad que conviene observar durante su recorrido por calles y carreteras.

Serán de forma *rectangular*, colocadas con su mayor dimensión horizontal sobre apoyos adecuados.

El color del fondo de las señales de recomendación será *blanco* mate, con letras y filete en *negro*.

Se colocarán en aquellos lugares donde sea conveniente recordar a los usuarios la observancia de la disposición de que se trate.

4. **Señales de información general.**- Identificadas con el código SIG, tienen como *función proporcionar* a los usuarios, información general de carácter poblacional y geográfico, así como indicar nombres de obras importantes en la carretera, límites

políticos, ubicación de casetas de cobro, puntos de inspección y sentidos de circulación del tránsito.

Su forma será *rectangular* con su mayor dimensión horizontal colocada sobre apoyos adecuados.

El color del fondo de las señales de información general será *blanco* mate con letras y filete en *negro*. Las que indican sentido de circulación del tránsito tendrán fondo *negro* y *flecha* de color *blanco* reflejante.

En la figura 14.2 se ilustran las señales informativas de recomendación e información general.



Fig. 14.2. Señales informativas de recomendación

5. Señales informativas de servicios y turísticas.- Identificadas con los códigos SIS y SIT, tienen como función informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico y/o recreativo.

La forma del tablero será un *cuadrado*. Podrá llevar un tablero adicional *rectangular* donde se indica la dirección o la distancia del sitio.

El color del fondo tanto del tablero de las señales como del tablero adicional será *azul* mate con símbolos, letras, flechas y filete en *blanco* reflejante.

Se colocarán en el lugar donde existe el servicio y a un kilómetro del mismo. Cuando se estime conveniente, estas señales podrán colocarse a la salida de las poblaciones para indicar la distancia a la que se encuentra el o los servicios más próximos que se indican en la señal.

En la figura 15 y en la tabla 6 se ilustran las señales informativas de servicios y turísticas.

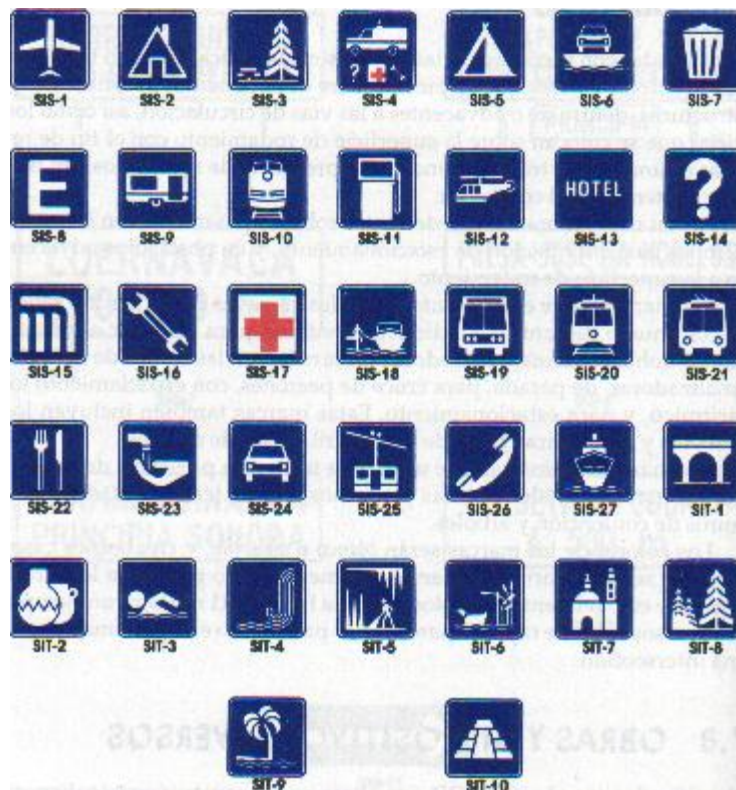


Fig. 15. Señales informativas de servicios y turísticas

Tabla 6. *Significado de las señales informativas de servicios y turísticas*

- SIS-1 Aeropuerto
- SIS-2 Alberque
- SIS-3 Área recreativa
- SIS-4 Auxilio turístico
- SIS-5 Campamento
- SIS-6 Chalana
- SIS-7 Depósito de basura
- SIS-8 Estacionamiento
- SIS-9 Estacionamiento para casas rodantes
- SIS-10 Estación de ferrocarril
- SIS-11 Gasolinera
- SIS-12 Helipuerto
- SIS-13 Hotel o motel
- SIS-14 Información
- SIS-15 Metro
- SIS-16 Mecánico
- SIS-17 Médico
- SIS-18 Muelle
- SIS-19 Parada de autobuses
- SIS-20 Parada de tranvía
- SIS-21 Parada de trolebús
- SIS-22 Restaurante
- SIS-23 Sanitarios
- SIS-24 Taxi
- SIS-25 Teleférico
- SIS-26 Teléfono
- SIS-27 Traslador
- SIT-1 Acueducto
- SIT-2 Artesanías
- SIT-3 Balneario
- SIT-4 Cascada
- SIT-5 Gruta
- SIT-6 Lago o laguna
- SIT-7 Monumento colonial
- SIT-8 Parque nacional
- SIT-9 Playa
- SIT-10 Zona arqueológica

3.2.1.3. Semaforización.-

Los semáforos son dispositivos electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el verde, el amarillo y el rojo. Su finalidad principal es la de permitir el paso, alternadamente, a

las corrientes de tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro de las calles y vías.

Los semáforos tienen el objeto principal de:

- Ordenar la circulación de tránsito y, en muchos casos, mediante una asignación apropiada del derecho al uso de la intersección, optimizando la capacidad de las calles.
- Reducir la frecuencia de ciertos accidentes.
- Permiten interrumpir periódicamente los volúmenes de tránsito intensos de una arteria, para conceder el paso de vehículos y peatones de las vías transversales.
- En la mayoría de los casos representan una economía considerable por su mayor habilidad en el control del tránsito con respecto a la utilización de otras formas de control, como por ejemplo señales o policías de tránsito.

De acuerdo a su función operacional los semáforos pueden clasificarse en:

- ***Semáforos para circulación vehicular:***

- Tiempo predeterminado

- Accionados por el tránsito

- ***Semáforos para peatones***

- ***Semáforos especiales***

- Luces intermitentes

- Control direccional

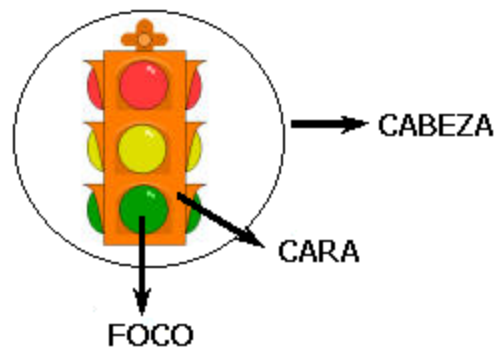
Puentes y túneles

- ***Semáforos en cruces ferroviarios***

Las características físicas de los semáforos son identificadas tanto para los de tiempo predeterminado como para los activados por el tránsito, la única diferencia consiste en el mecanismo que dirige la operación.

Están constituidos por los siguientes elementos:

- **Cabeza:** Se denomina cabeza de un semáforo al elemento que contiene las señales luminosas y tiene un número determinado de caras en diversas direcciones y a su vez contiene a las señales luminosas o focos.
- **Caras:** Cada cara de un semáforo contiene 3 o más zonas ópticas o lentes que están formados verticalmente.
- **Focos:** Son lentes ópticos formado cada uno por una lente para un reflector cóncavo para concentrar el haz luminoso en una dirección y un vidrio difusor circular y viseras arriba y a los costados eventualmente. Los focos de cada cara se ubican en la sgte. Posición: el rojo en la parte alta, inmediatamente el amarillo y por último el verde y si hay señales adicionales como ser giros pueden ir debajo o a un costado de la señal verde.



Característica de los Semáforos Vehiculares

Fig. 16. *Modelo tipo de un semáforo vehicular*

En función a los colores los semáforos



Fig. 16.1. *Verde total*

El tránsito que observe esta luz puede seguir de frente o girar a la izquierda o derecha a menos que alguna señal prohíba el giro, sin embargo los conductores debe respetar el derecho de paso a otros vehículos o peatones que estén cruzando legalmente la intersección.

Los peatones que observen esta luz también pueden proceder a cruzar la vía dentro de los pasos marcados o no, a menos que existan semáforos peatonales que indiquen otra cosa.



Fig. 16.2. *Amarillo Fijo*

La luz amarilla advierte que inmediatamente después aparecerá el rojo y el conductor, si aún puede debe detener el vehículo para esperar la próxima fase verde, esta fase verde preverá el tiempo suficiente para permitir el despeje de vehículos antes que entre el tránsito de la otra arteria.



Fig. 16.3. *Rojo fijo*

El tránsito de frente a la luz roja debe parar antes de la línea de pare que indique el paso peatonal y debe permanecer detenido hasta la aparición del verde. Ningún peatón debe entrar en la calzada a menos que un semáforo peatonal indique su paso.



Fig. 16.4. Verde con flecha de frente

El tránsito que tenga esta señal debe seguir su marcha de frente sin hacer giros a ningún lado. Los peatones que se encuentren de frente a esta señal pueden cruzar la vía dentro de su paso marcado a menos que haya un semáforo peatonal que indique otra cosa.



Fig. 16.5. Verde con flecha de giro

El tránsito que tenga esta señal debe entrar en la intersección con cuidado para hacer el giro indicado por la flecha verde.

Rojo intermitente (Señal de Pare)

Cuando el semáforo está en rojo intermitente los conductores de vehículos deben detenerse antes del paso peatonal y el derecho a seguir estará sujeto a las normas vigentes para una señal de pare.

Amarillo Intermitente (Señal de precaución)

Cuando el semáforo está en amarillo intermitente los conductores de vehículos a pueden pasar la intersección con suma precaución.

Ubicación de los semáforos.-En cada intersección debe haber como mínimo un semáforo de dos caras visibles desde cada punto de aproximación, estas caras deben estar adecuadamente ubicadas para que permitan ver a los conductores en todo momento al menos una indicación, aunque camiones u ómnibus puedan tapar temporalmente algunas de estas caras.

Al existir la presencia de dos caras de seguridad en la señalización en caso de que alguna lámpara quede inutilizada se da seguridad en la intersección.

De acuerdo al tipo de intersección estos deben ser ubicados en cada uno de los accesos de la intersección totalmente visible a los conductores de acuerdo a las características físicas de la intersección y al número de carriles puede presentarse varias formas de ubicación de semáforos.

- **Semáforos independientes.**-Estos semáforos van ubicados en la intersección a la entrada de cada acceso, a una distancia de 0.6 m como mínimo del cordón de la acera, y su altura puede variar entre 2.4 y 4.5 m dependiendo de la visibilidad existente.
- **Semáforos con ménsula corta.**-Cuando la visibilidad en la intersección no permite una buena ubicación del semáforo se recurre a estructuras metálicas de tipo ménsula que soportan a la cabeza del semáforo un poco más al interior de la calzada y por lo tanto más visible.
- **Semáforos de ménsula larga.**-Cuando los semáforos van a tener más de una cara y se quiere que éstas sean igualmente visibles a cada acceso de la intersección se utiliza estructuras metálicas tipo ménsula que abarquen hasta 1/3 a 2/3 de la intersección, de tal forma que sean visibles a todos los accesos.
- **Semáforos colgantes.**-Este tipo de semáforos se recomienda en intersecciones en las calles que van a tener 4 accesos que

pueden tener 4 caras y que tienen que ser igualmente visibles por eso se busca un punto que geométricamente sea concéntrico en la intersección, y se coloca ahí el semáforo.

Tipos de semáforos para circulación vehicular.-De acuerdo a su forma de comando se presentan dos tipos de semáforos para circulación vehicular:

- a. ***Semáforo de tiempo predeterminado.***-Es aquél que regula el tránsito en base a una distribución de secuencias previamente establecidas.

La duración total del ciclo puede ser establecida desde un mínimo de 30 segundos, hasta un máximo de 120 segundos. En la mayoría de los equipos usuales los cambios de la duración del ciclo pueden hacerse en valores múltiplos de 5 segundos.

En general este tipo de semáforos admite una programación para prever diversas distribuciones del ciclo a duplicarse en distintas horas del día.

Las principales ventajas de este tipo de semáforos son:

- a. Facilitan la programación en un sistema coordinado de semáforos.
- b. El funcionamiento de los semáforos no se ve afectado por anomalías en la detención, como puede ser un vehículo detenido sobre él.
- c. Proporcionan una mayor eficiencia en áreas con gran movimiento peatonal.
- d. Su instalación y mantenimiento es más económico que los activados por el tránsito.
- e. Se adaptan en aquellas intersecciones en que el tránsito es relativamente estable o, donde las variaciones que se registran pueden ser cubiertas mediante una programación adecuada.

- b. ***Semáforo accionado por el tránsito.***- Son aquellos en el cual los intervalos varían de acuerdo con la demanda del tránsito, la que es registrada mediante detectores.

Entre las ventajas que presenta este tipo de semáforos puede destacarse:

- Permiten una máxima eficiencia cuando las fluctuaciones del tránsito no pueden ser cubiertas mediante las posibilidades del control predeterminado.
- Tienen un mejor comportamiento en aquellas intersecciones en donde uno o más movimientos son sumamente inestables.
- Proveen una máxima eficiencia en intersecciones de calles principales con arterias secundarias.
- Son adecuadas en aquellos puntos donde el control semafórico se justifica sólo durante breves periodos del día.

3.3. Medidas de seguridad para las carreteras.-

La ingeniería de tráfico puede contestar ahora acertadamente muchas preguntas que siempre se hacían los proyectistas de vías sin que pudieran encontrar respuestas satisfactorias. Gracias a los progresos de la ingeniería se han podido proyectar un tipo de vía capaz de conducir grandes masas de vehículos a altas velocidades con máxima seguridad.

Se analizan los diversos factores y las limitaciones de los vehículos y los usuarios como elementos de la corriente de tránsito. Se investigan la velocidad, el volumen y la densidad; el origen y destino del movimiento; la capacidad de las calles y carreteras; el funcionamiento de: pasos a desnivel, terminales, intersecciones canalizadas; se analizan los accidentes, etc. Así se pone en evidencia la influencia de la capacidad y limitaciones del usuario en el tránsito; se estudia al usuario particularmente desde el punto de vista psíquico- físico, indicándose la rapidez de las reacciones para frenar, para acelerar, para maniobrar, su resistencia al cansancio, etc.,

empleando en todo esto, métodos modernos e instrumentos psicotécnicos, sí como la metodología estadística.

La técnica debe establecer las bases para los reglamentos del tráfico; debe señalar sus objeciones, legitimidad y eficacia, así como sanciones y procedimientos para modificarlos y mejorarlos. Así, por ejemplo, deben ser estudiadas las reglas en materia de licencias; responsabilidad de los conductores; peso y dimensiones de los vehículos, accesorios obligatorios y equipo de iluminación, acústicos y de señalamiento; revista periódica; comportamiento en la circulación, etc.

Igual atención se da a otros aspectos, tales como: prioridad del paso; tránsito en un sentido; zonificación de la velocidad, limitaciones en el tiempo de estacionamiento; control policiaco en las intersecciones; procedimiento legal y sanciones relacionadas con accidentes; peatones y transporte público.

Este aspecto tiene por objeto determinar los proyectos, construcción, conservación y uso de las señales, iluminación, dispositivos de control, etc. Los estudios deben complementarse con investigaciones de laboratorio. Aunque el técnico en tránsito no es responsable de la fabricación de estas señales y semáforos, a él incumbe señalar su alcance, promover su empleo y juzgar su eficiencia.

Es indispensable, en la Ingeniería de tráfico, realizar investigaciones y analizar los diferentes métodos, para planificar la vialidad en un país, en una municipalidad o en una pequeña área, para poder adaptar el desarrollo de las calles y carreteras a las necesidades del tránsito. Parte de esta investigación está dedicada exclusivamente a la planificación de la vialidad urbana, que permite conocer los problemas que se presentan al analizar el crecimiento demográfico, las tendencias al aumento en el número de vehículos y la demanda de movimiento de una zona a otra.

Es reconocido que el tránsito es uno de los factores más importantes en el crecimiento y transformación de un centro urbano y de una región, y es por esto que el punto de vista del ingeniero de tráfico debe ser considerado en toda programación urbanística y en toda planificación de política económica. El técnico a su vez debe acostumbrarse a tener en cuenta en sus trabajos las distintas exigencias de la colectividad de la higiene, de la seguridad, de las actividades comerciales e industriales, etc.

3.4. Medidas de seguridad en automóviles.-

Las medidas de seguridad o de protección en los automóviles son muchas y muy variadas con la tecnología que hoy en día va evolucionando cada vez más pero en nuestro país solo se conocen algunas y a las cuales no se les da la debida importancia. Las medidas de protección más comunes son el cinturón de seguridad, el airbag y las protecciones para niños. El empleo de cinturón de seguridad reduce el riesgo de muerte y de lesiones graves en un 45%. La información ha tenido un papel fundamental a la hora de aumentar su empleo, pero para conseguir un efecto absoluto es preciso la debida conciencia tanto del conductor como del pasajero y el respaldo de la legislación. En la actualidad casi todos los países tienen leyes que obligan a utilizar el cinturón de seguridad y en algunos se han logrado una tasa de cumplimiento del 90%. En nuestro país y en especial en Tarija el uso del cinturón no se lo practica pero es vital que su utilización sea difundida para evitar algunas fatalidades.

3.5. Medidas de seguridad para el hombre.-

La prevención de los accidentes de tráfico se dirige a evitar la producción de los mismos y las medidas más importantes se orientan en la educación vial la cual, mejora la formación de los conductores y peatones

Dentro del programa preventivo se presenta un conjunto de normas que se estima necesario adoptar para reducir al mínimo la magnitud de los accidentes, estas normas son:

Normas para evitar accidentes

- 1.- Inspección vehicular en forma periódica y regular
- 2.- Seguridad del Motociclista.
- 3.- Educación del conductor y peatón.
- 4.- Servicios médicos de emergencia.
- 5.- Limpieza y control de residuos de accidentes.
- 6.- vigilancia de los sitios detectados como peligrosos para el tránsito.
- 7.- Registro de vehículos y licencias otorgadas.
- 8.- Registro de datos de tránsito e identificación de los sitios de mayor frecuencias de accidentes y sus características relevantes.
- 9.- Evaluación del efecto del alcohol sobre la seguridad en calles y carreteras.
- 10.- Reglamentación y su aplicación legal.
- 11.- servicios policíacos en relación con la operación del tránsito.
- 12.- Diseño, construcción y mantenimiento de calles, avenidas y carreteras.
- 13.- Dispositivos para el control del tránsito y protección del peatón.
- 14.- Enseñanza de la Ingeniería de tránsito.
- 15.- Creación de oficinas o departamentos de Ingeniería de tránsito.

El término "accidente" caracteriza al hecho de inevitable y, por tanto, exento de prevención. Sin embargo, nada hay más lejos de la realidad: las lesiones por accidente de tráfico son susceptibles de prevención.

Los objetivos de Educación Vial que servirán de base para desarrollar programas de Seguridad Vial conforme al siguiente enfoque de medidas preventivas:

- Velar por la propia seguridad y comportamiento de manera responsable, teniendo en consideración a los demás usuarios.
- Preparar a los futuros conductores de bicicletas, motocicletas y automóviles.
- Informarse y utilizar los medios para mejorar la seguridad del sistema actual.

- Respetar todas las normas de circulación, incluso las que no son reglas de seguridad en sentido estricto.
- Analizar la situación y los resultados de la formación dada a los niños y adolescentes en los diversos países en el ámbito de la Seguridad Vial.
- Estudiar, por otra parte, aquellas acciones y medidas a tener en cuenta para sensibilizar a los niños y adolescentes sobre los riesgos de la circulación y prepararles para que hagan frente a las responsabilidades que tengan como peatones o que adquieran como conductores de vehículos. Se trata pues, no sólo de buscar los medios necesarios para darles un conocimiento de las reglas de circulación, sino también de formar y crear actitudes positivas hacia el fenómeno del tráfico.

Es a partir de aquí, cuando los programas de Seguridad Vial adquieren una doble dimensión. En efecto, la Educación Vial constituye a la vez un problema de educación general social y humana y también un problema de enseñanza de determinados comportamientos y reglas.

La Educación Vial, partiendo de lo apuntado, tiene dos vertientes:

- La Educación Vial, en sentido estricto, que ha venido a denominarse "Educación para la Seguridad Vial".
- La Educación Vial como parcela de la educación ciudadana.

Ambos aspectos han de complementarse necesariamente, para evitar caer en el error de entender la Educación Vial como el mero aprendizaje por el peatón, de una serie de normas y señales de circulación.

Por otra parte, un hecho tan complejo como es el tráfico, implica que a los esfuerzos efectuados por la institución peatonal (escolar) en relación a la Educación Vial, se sumen otros, en muchas ocasiones totalmente necesarios, provenientes de los padres, de las autoridades encargadas del desarrollo de la infraestructura, de los agentes o

policías de tráfico o de cualquier otra organización que desempeñe actividades o tenga finalidades educativas.

La accidentalidad infanto- juvenil que se registra en nuestro país es en términos generales, similar a la del resto de los países latino americanos, como confirman los datos estadísticos así.

El mayor número de accidentes en peatones de zonas urbanas son niños entre 5 y 14 años.

3.5.1. Medidas de seguridad para el conductor.-

Manejo defensivo.- Podríamos decir que el manejo defensivo consiste en una serie de hábitos mediante los cuales se llega a evitar, colisiones, atropellos, vuelcos, y toda clase de accidentes de tránsito. Así entonces, manejar a la defensiva consiste en conducir, previendo todas las situaciones de peligro originadas.

a) Por actos inseguros del conductor, tales como: fatiga, distracción, visibilidad, etc.

b) Por acto inseguro de otros conductores, tales como los anteriores, así como manejo peligroso inseguro.

a) Por condiciones adversas que muchos conductores consideran imprevistas, tales como lluvia, neblina, viento, desvíos, etc.

Aplicación de medidas de seguridad en la condición nocturna.- A pesar de que en la noche conducen menos personas, en ese horario suceden más accidentes que en el día. Al caer la tarde y durante la noche ocurren aproximadamente el 40% de los accidentes registrados durante las 24 horas.

Si bien es cierto que no es lo mismo conducir de día que de noche, hay conductores que no se dan cuenta de la diferencia, y conducen en la noche de la misma forma en que lo hacen durante el día. Básicamente la conducción nocturna depende de:

1. **Velocidad.-** Debe mantenerse a la mitad de la que se le usa durante el día, y si está lloviendo debe reducirse aún más, dentro del proceso de adaptación. La velocidad debe estar en relación con el alcance del cono de luz y el tiempo que se tarda en recorrer ese espacio.
2. **Visibilidad.-** En la noche se ve el 50% de lo que puede verse en el día. Los peatones se ven menos en la noche, especialmente si no llevan ropas claras.
3. **Iluminación.-** Es también muy importante tomar en cuenta la iluminación de la vía. En Tarija son muy pocas las vías que tienen iluminación regular. Los cambios que se producen en las avenidas al entrar o salir de una intersección, o en algunos puntos de la ciudad con los rótulos luminosos influyen mucho en la iluminación, y en especial de la percepción de objetos o personas próximas a la vía.

Aplicación de medidas de seguridad en el estacionamiento nocturno.- Cuando se requiere estacionar en la noche se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Buscar un tramo recto de carretera para detenerse.
- Sacar el vehículo de la corriente de circulación. Colocar el vehículo en el espaldón, y si no lo hubiere, buscar un sitio seguro.
- No permitir que nadie descienda del vehículo por la puerta izquierda, o sea, por la corriente de circulación, sino por la puerta derecha, cuando el vehículo esté detenido.

- Poner inmediatamente las luces intermitentes de inseguridad, y colocar los triángulos de seguridad a las distancias de 90 metros por detrás y 15 metros por delante, si no se tuviera, poner una tela blanca, puesto que este color es el más reflectivo en la noche.
- Prestar especial atención a las señales preventivas y reglamentarias que se encuentre en la vía.

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

Aplicación de medidas de seguridad para las colisiones por alcance.- Para evitar los choques por alcance si se está siguiendo a otro vehículo se deben observar las siguientes condiciones:

1. Guardar una distancia igual al tamaño del vehículo por cada 15 kilómetros de velocidad, en condiciones normales.
2. Seguir las reglas de los dos segundos que es la más moderna y eficaz. Consiste en buscar un punto de referencia en la carretera (una piedra, un rótulo, un anuncio, un árbol, la entrada a un puente, etc.), delante del vehículo y contar mil ciento uno, mil ciento dos, y equivale a guardar un lapso de dos segundos entre el vehículo y el de

adelante. Si se llega al punto de referencia y se dice “mil ciento... y no tiene tiempo de contar mil ciento dos, ello significa que está muy cerca del vehículo de adelante, y se debe aumentar el espacio de separación, o distancia de seguimiento, o sea, reducir la velocidad. Antes de iniciar el movimiento del vehículo, o salir de la intersección, después de haber cambiado la luz, contar mentalmente mil ciento uno...mil ciento dos... para guardar la distancia de los dos segundos.

3. Guardar una distancia entre el vehículo que se conduce y el de delante de forma tal que se permita ver las llantas de éste sobre la calzada, si no se puede ver las llantas, esto indica que se está muy cerca.
4. Evitar quedarse mirando fijamente al semáforo en espera del cambio de luz para hacer el arranque al momento de producirse ese cambio.
5. Se debe detener el vehículo antes, no esperar la última hora para frenar. Un frenazo violento, brusco, puede ser la causa de que las personas que viajan al lado se golpeen, o bien dar lugar a peligrosos patinazos. Detener el vehículo con tiempo y con calma.
6. Antes de llegar a una intersección en la que se va a detener por un dispositivo de control, o bien por señal de la autoridad, avisar al vehículo de atrás lo que se va a hacer.
7. Detener el vehículo uno, dos o tres metros antes de la intersección para no obstaculizar el paso de los peatones. Tener presente que se debe detener el vehículo antes de la línea de detención. Línea de color blanco sobre la calzada o vía. También se debe tener presente que el vehículo debe estar frente a la luz amarilla o preventiva del semáforo.

Para proteger al vehículo de colisión por alcance se debe tomar las siguientes precauciones:

- Avisar anticipadamente lo que se va a hacer.
- Frenar suavemente, evitar detenerse, de manera violenta. Dar suficiente tiempo y espacio al vehículo de atrás.
- Mantener la distancia entre el vehículo y el vehículo que le viene siguiendo.

- Si el conductor, no guarda la distancia de seguimiento, constituyendo un peligro para los conductores, reducir la velocidad y dejarlo pasar. El conductor de atrás es peligroso, es un conductor impaciente y es más seguro no tenerlo cerca.

Aplicación de medidas de seguridad en la conducción en rotondas.- Aunque parece difícil la conducción en rotondas, es sumamente fácil si se respeta los siguientes aspectos:

- Conducir a baja velocidad y respetar las señales.
- Hacer el ingreso a la rotonda en forma pausada y cuando se esté completamente seguro de no tener ningún vehículo cerca.
- No conducir demasiado cerca del vehículo delantero.
- Ubicarse en el carril correcto, ya sea para virar o para salir de la rotonda.
- Mantener una alta dosis de cortesía.
- Conducir a una velocidad no mayor a los 40 k.p.h. que es la velocidad máxima permitida.
- Continuar en el sentido de circulación de la rotonda hasta poder ubicarse a la derecha y poder salir.
- Cuando se deba salir de la rotonda, no intentar abandonar si no se está ubicado en el carril exterior. Tampoco ingresar al carril en forma

repentina, no olvidar avisar con las señales intermitentes que se va a maniobrar.

Aplicación de medidas de seguridad ante condiciones atmosféricas adversas

Aplicación de medidas de seguridad durante la lluvia.- La lluvia constituye un verdadero y grave problema para el conductor, y es una de las condiciones adversas contra la cual tiene que enfrentarse durante la conducción.

1. **El patinazo: (hidroplaneamiento).**- Al caer las primeras gotas de agua sobre la vía, forman una masa en extremo deslizante, una capa altamente resbaladiza. Sobre la cual pierden la adherencia las mejores llantas. Cuando el piso de la calzada o vía está mojado, hay más probabilidades de patinar que cuando está seco. Con llantas en buen estado, la pérdida de adherencia puede disminuir en un 50%. De ahí la importancia de andar siempre con buenas llantas, especialmente en países lluviosos como el nuestro.

Frente a la posibilidad de patinar debe reducirse la velocidad, andar con buenas llantas, no importa la marca, lo importante es el estado de las mismas. En caso de patinazo debe virarse las llantas en el sentido o dirección del patinazo

2. Inundaciones.- Si hay agua en la vía por causa de inundación, se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- Introducir el vehículo poco a poco, controlando el movimiento del motor y del vehículo por medio del embargue.
- El nivel de agua sobre la vía no debe sobrepasar la altura de las copas.
- Se debe tener presente que el agua penetra en las bombas auxiliares del sistema de frenos, y produce el desvanecimiento de

el frenado, o sea que el vehículo no responde al frenado. Se debe entonces sacar el agua, siguiendo las indicaciones que seguidamente se hacen.

- Mantener el pie en el acelerador, y a la vez se debe ir frenando el vehículo, sin detenerlo.
- Dejar que la fibra se caliente y sacar el agua del tambor o de las almohadillas del disco.

Aplicación de las medidas de seguridad en caso de neblina.- Aunque en nuestra ciudad es muy rara las veces que sucede este fenómeno se debe tener en cuenta estas medidas de seguridad en el caso de que se presentara.

Existen varios tipos de neblina: la ligera y densa; la espesa e impenetrable. Es necesario tener presente el factor básico de que no importa el tipo de neblina sino que se debe encender las luces, no para ver, sino para que se nos vean. Así entonces frente a la conducción con neblina ésta debe ser la principal regla: reducir la velocidad y encender las luces.

Cuando la neblina es muy espesa, la circulación es muy comprometida si no se usan los focos antineblina. El problema de la reflectividad de la neblina, o sea el rechazo de la luz del vehículo por la neblina, se debe a que ésta se encuentra formada por una cantidad de pequeñísimas gotas que son las que rechazan la luz, la cual regresa directamente hacia los ojos del conductor. En estos casos la luz corta es la más eficaz que la luz larga, la ventaja de la luz amarilla o de los focos antineblina es que los focos o los faros están situados por debajo de los focos corrientes, lo que les permite penetrar la neblina con más facilidad.

3.5.2. Medidas de seguridad para el peatón.-

Es importante dedicarles estos párrafos a los peatones, porque no solamente son víctimas de los accidentes de tránsito, sino que también constituyen una de las causas principales de un accidente de tránsito.

En las calles, los peatones deben transitar por las aceras y no así por las calzadas, por su derecha siguiendo el sentido de la circulación y no así por sentido contrario; en caminos, carreteras o vías donde no existe acera, se debe transitar por la franja lateral o por la berma, pero lejos de los vehículos que están transitando por las mismas, de lo contrario hacerlo siempre por el lado izquierdo para así tener de frente al tránsito que viene en contra. En calles se debe cruzar por los cruces de peatones, que están situados siempre cerca de las esquinas; una recomendación que siempre se debe tener presente es que en las esquinas nunca se debe cruzar de forma diagonal, para que los peatones puedan realizar esta operación los conductores deben tener los vehículos detenidos y no tenerlo sobre la zona de cruce de peatones, si ocurriera eso deben ser sancionados por los organismos encargados de la seguridad vial.

Algunos de los derechos de los peatones frente a los conductores:

- Si no hay semáforo o autoridad, tiene prioridad de paso, o preferencia para cruzar **El Peatón** y los vehículos deben llegar hasta detenerse para respetar este derecho, lo cual esto no ocurre en nuestra ciudad y en todo el país puesto que el conductor al observar que no existe ninguna restricción acelera. En el resto de la cuadra tiene preferencia el conductor.
- Al virar a la derecha o izquierda, el conductor debe avanzar lentamente con su vehículo e incluso detenerse para permitir el paso a los peatones.
- De acuerdo a las normas de seguridad vial les está prohibido al conductor intimidar al peatón de palabra, o bien usando bocina o acelerador.

La aplicación de las leyes tiene un papel de peso en la mejora de la seguridad vial. La actuación de la policía en este sentido es más eficaz cuando cuentan con la ayuda de

la tecnología y cuando las leyes son aceptadas por la mayoría de los usuarios. Las reducciones más notables del número de accidentes como consecuencia de la aplicación de la ley está relacionada con la conducción y el alcohol. Todas las leyes han resultado adecuadas y se han basado en limitar la cantidad de alcohol en la sangre del conductor pero el control de alcohol en el peatón es un gran problema en el cual no se puede hacer nada, ya que el mismo lo hace de una forma desmedida y transita libremente provocando accidentes de tráfico por su irresponsabilidad y muchas veces hasta su muerte llevando la culpa al conductor por haber sido el que lo atropello.

4.1. Conclusiones.-

Tomando en cuenta que el crecimiento vehicular de nuestra ciudad esta en aumento rápidamente cada vez a pasos agigantados se debe considerar seriamente en realizar diferentes estudios de tráfico destinado no solo a minimizar o disminuir los accidentes de tránsito en la ciudad sino que se deben realizar para disminuir los volúmenes de tráfico en la ciudad para hacer una transitabilidad con un flujo libre sin colas ni embotellamientos innecesarios.

Para iniciar cualquier proyecto de tráfico es necesario contar con datos que sean actuales para así poder realizar dicho proyecto que no se basen en supuestos y tener como resultado acciones a implementar que contribuyan al mejoramiento de la circulación.

Considerando que muchas de las calles que se tomaron como objeto de nuestro estudio tienen un gran flujo vehicular, también concluimos que existen vehículos que se estacionan lateralmente en las calzadas de manera que influyen en el nivel de servicio para que este tenga un nivel más bajo y que sea cada vez más difícil transitar.

Otra de las dificultades que se pudieron encontrar es que en algunas de las calles del centro de nuestra ciudad mas específicamente en la Calle Daniel Campos (Palacio de Justicia) y en la Calle Sucre (Mercado Central) existen personas que tienen puestos de venta ambulantes, y en muchos de los casos se vuelven intransitables para los peatones obligándoles a tener que transitar por la calzada arriesgando su vida entre los vehículos que pasan por el lugar.

Tomando en cuenta los resultados que pudimos obtener de los cálculos realizados dentro de este trabajo que se aboco a la reducción de accidentes considerando el nivel de servicio de las calles que se tomaron para el presente estudio en el centro de la ciudad de Tarija podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- Como uno de los primeros valores que podemos observar es que los niveles de servicio son elevados y que los flujos vehiculares sobrepasan las capacidades de las calles haciendo que el trafico sea realmente pesado y que las calles se vuelvan intransitables en horas pico en especial, pero que solo estas horas son las que tienen embotellamientos sino que casi todo el día sean de un trafico elevado y que en poco tiempo transitar por las mismas sea imposible.

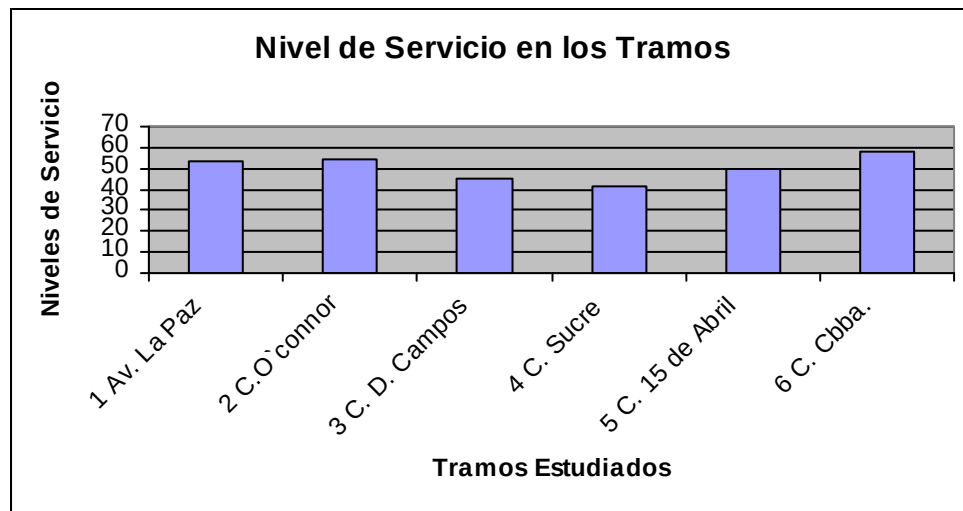


Fig. 17. Grafica Nivel de servicio vs. Tramos estudiados

- El porcentaje de accidentes es elevado en el centro de la ciudad considerando que muchos de los puntos de los tramos que se tomaron como parte de este estudio la señalización esta presente y que los peatones y los conductores no tienen ni el mínimo interés en respetar esta señales ni de informarse que tipo de restricciones pueden existir.

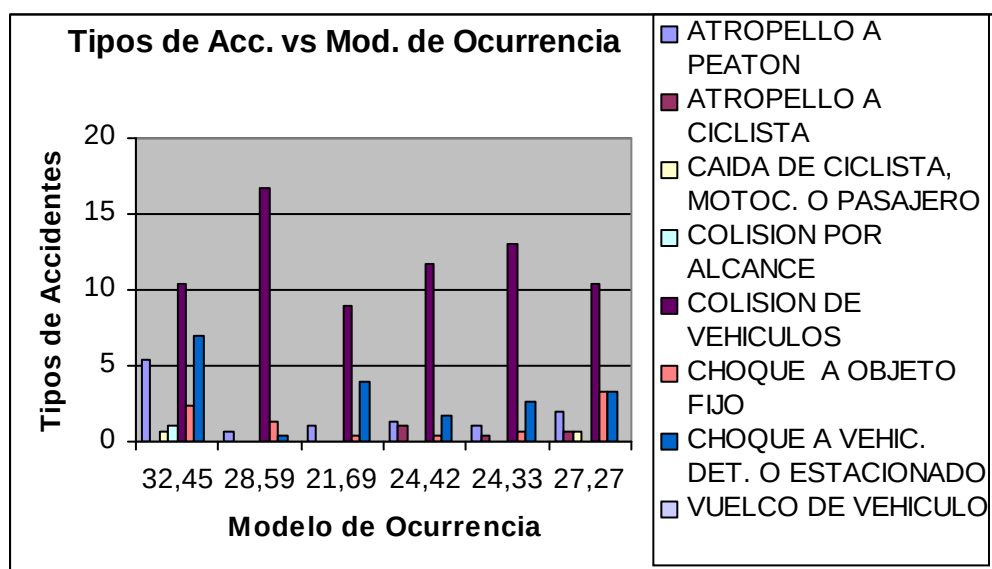


Fig. 17.1. Grafica Tipos de accidentes vs. Modelo de ocurrencia

- Tomando en cuenta los datos recolectados por el Organismo Operativo de Transito se pudo ver que el consumo de alcohol por parte de los conductores es elevado no solo los fines de semana ni en días feriados sino durante los 365 días del año haciendo que las señalizaciones, semaforizaciones, restricciones e información sobre seguridad vial no sirva de nada por que el conductor ebrio no tiene el suficiente raciocinio para considerar estas precauciones y poder evitar los accidentes que le pueden costar la vida a un peatón o a el mismo.

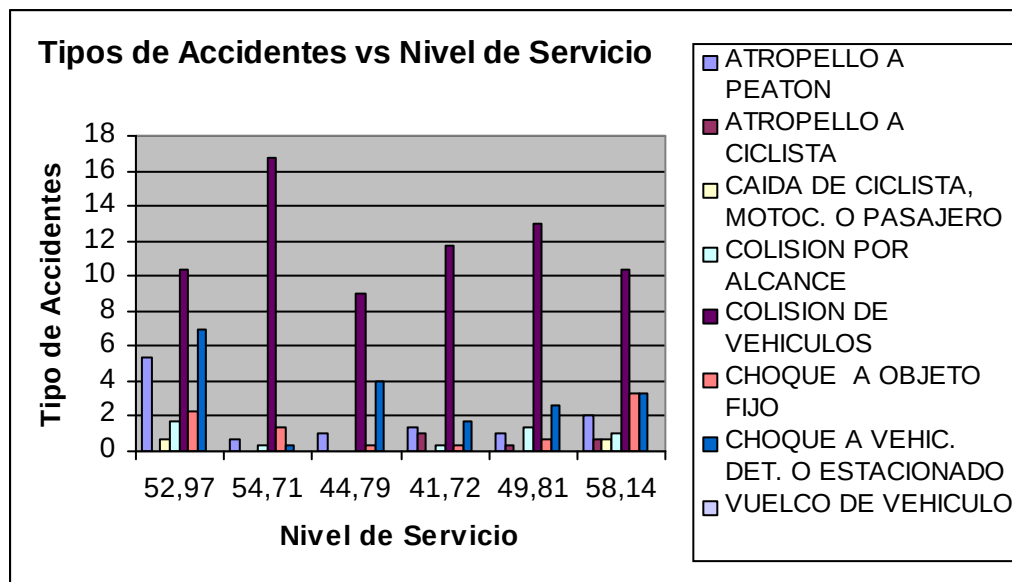


Fig. 17.2. Grafica Tipos de accidentes vs. Nivel de servicio

- Considerando los resultados del calculo del nivel de servicio y del modelo de ocurrencia podemos decir que el acentuación de accidentes pueden aumentar o reducir en una vía urbana dependiendo directamente de las características de la misma, es decir que si la vía alberga a un volumen de trafico que no sobrepase la capacidad de la misma puede tener un nivel de servicio relativamente bajo o alto pero los accidentes pueden mantenerse en un valor bajo, caso contrario donde las vías sobrepasan su capacidad y el volumen vehicular es mayor entonces estas vías mientras su nivel de servicio es mayor la ocurrencia de accidentes es ascendente de tal forma de en un determinado momento la vía puede volverse intransitable por los embotellamientos y colas interminables, siendo una vía muy peligrosa pudiendo producirse accidentes considerablemente.

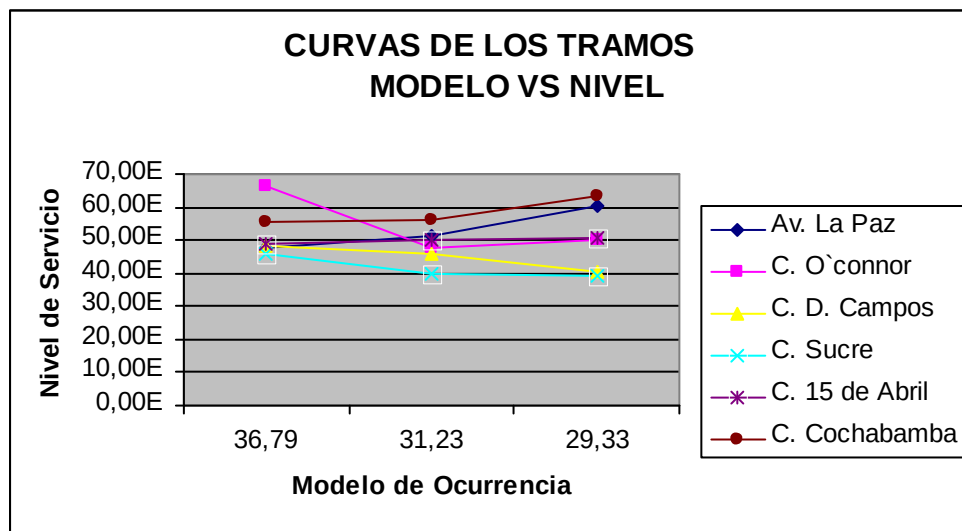


Fig. 17.3. Grafica de las curvas de los tramos (modelo de ocurrencia vs. Nivel de servicio)

Luego de ver los inconvenientes que existe en el tráfico del centro de la ciudad trataremos de las unas posibles soluciones para hacer que la circulación sea menos pesada y que exista libre tránsito evitando los accidentes y dando la suficiente educación vial a todas las personas de la ciudad.

- Como uno de las soluciones más importantes para mejorar la transitabilidad en el centro de la ciudad de Tarija podemos decir que una mejora seria ver la posibilidad de considerar mover las paradas de micros y taxis en el casco viejo de la ciudad o por lo menos por calles Daniel Campos, Calle Sucre y algunas calles próximas que hacen un verdadero caos el trafico en horas pico, se puede ver calles cercanas en las que se pueden mover estas paradas para que sea mas transitable.
- Eliminar totalmente los estacionamientos en el centro de la ciudad viendo la posibilidad de lograr algunos lugares de estacionamiento como en el caso de la calle 15 de Abril donde se instalaron dos estacionamientos para vehículos y así evitar que los vehículos estén parados en las vías para que estas estén expeditas y que la circulación sea mas fluida. Hasta ahora existen muchas

calles como la Sucre que por un lapso de tiempo realizo la restricción pero por falta de educación vial o simplemente por capricho y comodidad los conductores no respetan las restricciones y se apoyan mas a su comodidad y estacionan donde ellos ven conveniente hacerlo.

- Se puede considerar la posibilidad de construir como en otras ciudades edificaciones que sean para el estacionamiento vehicular en un punto de la ciudad como en el caso de la calle Sucre casi 15 de Abril en los predios del municipio donde existe un estacionamiento, se lo podría realizar con ayuda del municipio y este será administrado por el mismo para que en mediano o largo plazo sea cubierta la inversión.
- Considerar un lugar donde los vendedores ambulantes puedan vender tranquilamente y que no tengan que ocupar las calles de la ciudad quitando las veredas a los peatones y haciendo que estos tengan que transitar por las calzadas peligrando su vida y de paso la libertad de los conductores que en muchos casos no son responsables de los accidentes que puedan protagonizar y que por mera casualidad les toca vivir.
- En el caso de algunos de los puntos que forman parte del estudio de este tema como la intersección entre la Calle O`connor y la Calle Avaroa y la intersección entre la Calle Sucre y la Calle Alejandro del Carpio son puntos en los tramos que si se consideraron por la cantidad de accidentes que existieron en esos lugares pero que no tienen semaforización y que aparentemente no existe mucho flujo de trafico que si tienen una serie de accidentes, se debe considerar la posibilidad de colocar señalizaciones para la disminución de accidentes.
- La Alcaldía Municipal con su unidad que esta encargada de tráfico y el Organismo Operativo de Tránsito deben ver la posibilidad de hacer una tarea

conjunta para dar una educación vial tanto a los transeúntes como a conductores de vehículos, motocicletas y bicicletas que también forman parte de los accidentes de tránsito.

- En la intersección de la Calle Bolívar y la Avenida La Paz se debe evitar los giros a la izquierda subiendo por la calle Bolívar ya que es muy peligroso, y además que la señalización solo indica giro a la derecha y no así a la izquierda.
- La Alcaldía Municipal que es la encargada de verificar que todo este en orden en la ciudad deberá solicitar a los centros comerciales como locales de expendio de comida que están distribuidos a lo largo de la ciudad y específicamente en el centro de la misma que no utilicen las veredas para colocar letreros ni lugares de estacionamiento para sus clientes ya te perjudican el libre tránsito de las vías.

4.2. Recomendaciones.-

Dentro de las recomendaciones que consideramos podemos decir las siguientes:

Entre las principales recomendaciones podemos decir que imprescindible que se utilicen la normas de trafico como señalización pasiva (señales de tráfico), señalización activa (semáforos o policías) y el resto de los transeúntes las respeten, haciendo caso omiso a todas las recomendaciones que puedan existir para mejorar de cierta manera la transitabilidad de los conductores como de los peatones que con tanto embotellamiento pueden tener o provocar un accidente.

Las señalizaciones deben estar visibles y ser legibles tanto para transeúntes como para peatones para poder guiarse correctamente. A nuestras autoridades sugerirles que normen sus señalizaciones ya que en muchos lugares donde se hizo el estudio las mismas son variables en su tamaño o en la ubicación que tienen como si se hubieran puesto aleatoriamente y sin una normativa o una razón lógica.

Es muy importante que existan señalizaciones no solo en el centro de la ciudad o en las calles donde existen mayor volumen de tráfico, sino que también deben existir en el resto de la ciudad para que los conductores y los peatones no solo se acostumbren al centro de la ciudad sino que el habito del respeto a las reglas de circulación vial sean en todos los lugares donde transiten.

Es preciso que los organismos encargados de la regulación del transporte departamental como la unidad de Trafico de la Alcaldía Municipal y el Organismo Operativo de Transito, difundan programas de educación, concientización a peatones y especialmente proveer cursos de entrenamiento y actualización vial a conductores para brindar un servicio de transporte que sea eficaz, rápido y a su vez seguro.

Estos reglamentos deben ser acatados por toda la ciudadanía y no solo por el peatón o conductor común por decirlo así, esta recomendación en especial es para todas las personas que por algún motivo tenga alguna influencia, algún privilegio o crean que lo poseen por alguna razón, esto no quiere decir que estas personas estén libres de sufrir algún accidente o de provocarlo sino también que sean responsables de los actos que cometen.

Ya que estamos viendo las posibles soluciones vimos anteriormente que entre las dificultades estaban los estacionamientos sobre las calzadas de las calles, no solo en el centro sino en toda la ciudad, ya que el conductor velando por su comodidad estaciona fuera de su trabajo o de su casa haciendo que la calzada tenga menor posibilidad de ser transitada libremente.

Considerando que el parte automotor de nuestra ciudad se incremento sorprendentemente se debe pensar en la posibilidad de hacer una restricción de placas o evitar las paradas de los micros y taxis en el centro como ya se dijo anteriormente así liberaremos un gran porcentaje el volumen vehicular que transita por nuestras calles.

Es muy importante que los conductores y acompañantes utilicen cinturones de seguridad en los vehículos, ya que aparte de ser una precaución es una obligación.

También debemos llamar a la reflexión a los padres de familia que en algunos casos no son responsables de las actitudes de sus hijos, pero son responsables de darles los vehículos y dinero sin saber que es lo que sus hijos hacen, muchas veces teniendo que enterarse por medio de los demás recogiendo de tránsito, hospital o muchas veces de la morgue.

Más que una recomendación es un consejo para aquellos padres que creen que con darles todo a los hijos hacen correcto sin pensar que puede ser lo último que hagan por ellos.

Tomando en cuenta los datos del Organismo Operativo de Tránsito muchos de los accidentes que se producen es por el alto consumo de alcohol no solo en conductores sino en transeúntes y muchos de los casos son jóvenes por esa razón se debe tener mayor control por parte de tránsito y conciencia por parte de la ciudadanía en general.