

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Desde hace muchos años atrás el índice de incremento vehicular en la ciudad de Tarija es muy alto y está en constante ascenso progresivo, por lo que en algunas vías más importantes de la ciudad de un tiempo a esta parte, el flujo vehicular se tornó caótico, especialmente en horas y días pico. A medida que pasaron los años, este caos vehicular se fue incrementando principalmente por no haberse realizado la regularización respectiva del incremento de líneas de servicio de tráfico público que pasan por las vías más críticas del centro de la ciudad y de zonas conflictivas. Pero al margen de lo transcurrido a través del tiempo también influyeron otros factores para que el problema de congestionamiento tanto vehicular como de peatones como por ejemplo los que mencionamos a continuación:

- El desordenado y elevado índice de incremento demográfico y catastral de la ciudad, que dio lugar a la creación desordenada de nuevas líneas de transporte público, que al igual que las líneas ya existentes pasan o tienen su recorrido por los tramos más conflictivos de nuestra ciudad.
- El elevado índice de incremento del parque automotor que de acuerdo al RUA Tarija es del 5,97% anual, influyó en el sector del transporte público lo que tuvo como consecuencia la adición de las frecuencias de servicio por los tramos mencionados.

### 1.2 Justificación

- La saturación del tráfico.
- Crecimiento de la población y de los asentamientos humanos.
- La congestión del tránsito en las ciudades produce impactos negativos como la pérdida de tiempo en los desplazamientos y ocasiona contaminación del medio ambiente.

- El problema del viario urbano se debe a que mientras los negocios y la población han crecido, la estructuración se mantiene constante.
- Este tema contempla una planificación del transporte público para mejor uso de los recursos, la prevención de fallas y desde luego, la capacidad de tomar decisiones acertadas y a tiempo

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

El objetivo general consiste en analizar la influencia que tiene el transporte público en el tráfico de las arterias urbanas en la ciudad de Tarija, ante el desmedido crecimiento del parque automotor donde más del 40% corresponden al transporte público. Se observa que la generación de mayores problemas de tráfico en volúmenes, capacidad, velocidad, estacionamientos, etc., es importante establecer cuanta incidencia tiene el transporte público en el tráfico vehicular de las arterias urbanas específicamente orientado a la ciudad de Tarija, que en el futuro inmediato debería servir a las instituciones que corresponden como elementos base de la planificación del tráfico público urbano en la ciudad de Tarija.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar los componentes de la Ingeniería de Tráfico y su relación con el transporte público.
- Estudiar al componente transporte público en el marco de la Ingeniería de tráfico, detallando sus características, recorridos, planificación, estudios de control, etc.
- Analizar los diferentes estudios de tráfico realizados en la ciudad de Tarija a cerca de volúmenes de tráfico, flujos direccionales, capacidad vehicular, etc.
- Realizar estudios de tráfico complementarios de manera que se establezca el comportamiento del transporte público bajo los parámetros de tráfico que influyen en la circulación vehicular en las arterias urbanas.

- Realizar un análisis de la distribución de las Líneas del tráfico público, para que determinar los puntos conflictivos.
- Plantear soluciones acordes al problema que ocasiona el tráfico público urbano en nuestra ciudad y poner en práctica las más convenientes, para aminorar los efectos perjudiciales que el transporte público ocasiona en nuestro medio
- Establecer la incidencia del transporte público en las arterias urbanas de la ciudad de Tarija, su relación con los parámetros de tráfico y las posibilidades de mejorar las condiciones de circulación del tráfico a partir de la readecuación en la distribución del transporte público.
- Dotar a las instituciones encargadas del tráfico de un documento que les pueda ayudar a normar y planificar el desarrollo del tráfico en la ciudad de Tarija, tomando en cuenta las condiciones actuales y reales del transporte público.

#### **1.4 Alcance**

El Presente estudio está orientado a buscar una solución al problema del transporte público que existe en nuestra ciudad para lo cual cuál se tendrá que tomar en cuenta lo siguiente:

Se contará con lo elemental en cuanto a información del Tráfico Público es decir de las normas en las cuales se basa para operar, los elementos básicos que intervienen y la influencia de estos en el transporte público.

Ya establecido lo básico se procederá a conocer las zonas de conflicto, los tipos de aforos que se van utilizar y a estudiar los sentidos de flujo vehicular de esta manera ya teniendo un poco de criterio se realizarán los aforos para de esta manera proceder con el estudio de la modificación de recorridos el cual previamente debe tener el recorrido de cada una de las líneas del tráfico público.

Los estudios que se realizarán para este tema serán aforos realizados de tal manera que se tendrán datos de ascenso y descenso de pasajeros, tiempos de recorrido, demoras y el recorrido total de cada una de las líneas de trabajo el cual nos dará como resultado, puntos de máxima demanda, frecuencias, unidades de trabajo, alargues, cambios de parada en punta de lanza, bifurcaciones con esto podremos tener un mejor conocimiento de las líneas y sus características.

Ya teniendo este estudio se procederá a analizar cada una de sus líneas tomando en cuenta si estas son similares en su recorrido, el número de líneas que pasan por las

calles y puntos de conflicto, también se tomará en cuenta los factores determinantes para la modificación de recorridos de esta manera ya teniendo este estudio más podremos realizar la modificación de líneas para la cual también se realizará la redistribución de paradas basadas en parámetros de características físicas y funcionales, las cuales nos llevarán a cumplir con el objetivo propuesto.

El alcance global que tiene este estudio es hacer un análisis de la “Influencia del Trafico Público En Arterias Urbanas”, donde de acuerdo a normas o disposiciones legales y técnicas se garantice seguridad, eficiencia y comodidad al usuario y amparen en lo económico y social al transporte, de esta manera también abarcar Modificaciones de líneas y Paradas de acuerdo al Trafico Público es decir a sus instituciones y a la población para que ambos sectores sean beneficiados y de acuerdo con el departamento de tráfico y transporte y el organismo operativo de transito, informar a la población de los nuevos orígenes y destinos de cada línea que pertenece a cada Barrio y de cada Institución que pertenece al Trafico Público.

### **1.5 Metodología**

La metodología utilizada en este estudio cuyo tema es la “Influencia del Trafico Público En Arterias Urbanas” será el de realizar aforos de las 25 líneas del transporte público, conteniendo dichos aforos tiempos de recorrido, tanto de subida como de bajada, demoras, ascenso y descenso de pasajeros. Con estos datos podremos realizar un análisis, como por ejemplo de ascenso y descenso de pasajeros con el cuál obtendremos los puntos de máxima demanda y de esta manera tendremos las calles más congestionadas de la ciudad por lo cual también tendremos los puntos de partidas y llegadas de cada una de las líneas y se analizará si existen puntos de partidas o llegadas compartidas entre una o más líneas. De esta manera se lograra datos con los cuales se podrá dar solución a dicho requerimiento el cual es ordenar las líneas de la ciudad, redistribuyendo las líneas y sus paradas.

## **CAPITULO II**

### **ASPECTOS GENERALES DEL TRANSPORTE PÚBLICO**

#### **2.1 Introducción**

El Transporte Público es una de las áreas de Trabajo más importantes en la ciudad de Tarija, a medida que la ciudad fue creciendo en cuanto a su población también fue creciendo la necesidad de tener más vehículos en cuanto se refiere al Transporte Público y de esta manera dar mayores alternativas de origen y destino a la población.

El Transporte Público está integrado por Sindicatos que son afiliados al Auto transporte Sindicalizado y por Cooperativas que están afiliadas al Auto transporte Libre, por lo que mediante estos Sindicatos y Cooperativas se crearon las diferentes Líneas de Transporte Urbano.

El Transporte Público es la necesidad de toda la población por lo que este estudio se lo hará de tal manera que beneficie al Usuario (relacionado con peatones y conductores) al vehículo y a la vialidad, pero se tomará primordial atención a Peatones y Conductores que deben ser estudiados y entendidos claramente con el propósito de ser controlados y guiados en forma apropiada.

Previo al estudio que se hará al Transporte Público es necesario conocer los Parámetros de Tráfico los cuales dentro de la Ingeniería de Tráfico son un pilar importante.

#### **2.2 Parámetros de la Ingeniería de Tráfico**

##### **2.2.1 Velocidad.-**

De un modo general la velocidad del tráfico vehicular se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, para un vehículo representa su relación de movimiento que comúnmente se expresa en (Km/h).

En el caso de una velocidad constante, es una función lineal de la distancia y el tiempo y viene expresada por la fórmula:

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

Donde:

v = velocidad constante en (Kilómetros por hora).

d = distancia recorrida (Kilómetros).

t = tiempo de recorrido (horas)

Según las observaciones realizadas tanto en carreteras como en calles urbanas de diversos países, a través de los años se han ido obteniendo las variaciones de velocidad encontradas en las diferentes ciudades según el número de habitantes, diferenciando los sectores comercial, residencial y rural o abierto, que a continuación lo presentamos en la siguiente tabla:

Cuadro 2.1: Velocidad máxima (km/h) según la zona urbana y el tamaño de la ciudad.

Población (número de habitantes)	Zona Comercial		Zona Residencial		Zona Abierta	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
10000 a 25000	24-56	24-56	32-56	32-56	46-96	40-96
25000 a 50000	24-40	24-32	32-56	32-48	56-72	56-72
50000 a 100000	24-40	24-40	32-48	32-48	48-64	48-64
100000 a más	24-48	24-48	32-48	32-48	56-95	48-88

Fuente: Fundación ENO para el Control del Tránsito Inc., Del estado de Connecticut.

En el caso de la ciudad de Tarija tenemos las siguientes relaciones de velocidades de diseño de acuerdo al tipo de vía:

Cuadro 2.2 Velocidades de diseño de vías de la ciudad de Tarija

JERARQUÍA VIAL	DESIGNACIÓN	VELOCIDAD DE DISEÑO
I	Distribuidor regional	80 km/hr.
II	Distribuidor principal	60 km/hr.
III	Distribuidor distrital	45 km/hr.
IV	Distribuidor local	40 km/hr.
V	Calles de acceso	30 km/hr.

Fuente. Desarrollo Urbano Tarija

La velocidad es un elemento fundamental del tráfico porque depende de ella el comportamiento vehicular y tiene una relación directa con otros parámetros

fundamentales, dependiendo de las condiciones en que circula un vehículo por las calles o carretera se condiciona su velocidad. En la práctica existen diferentes velocidades que se pueden determinar cómo ser:

- Velocidad de punto.
- Velocidad de recorrido total.
- Velocidad de cruceo.
- Velocidad directriz o de diseño.
- Velocidad media de circulación.

**a).- Velocidad de punto.-** Es aquella velocidad que se determina considerando que el vehículo está circulando en un flujo libre sin restricciones en su movimiento, y que se la toma al paso de un vehículo por un determinado punto de una calle o carretera. Como esta velocidad se toma en el preciso instante del paso del vehículo por el punto se la denomina también velocidad instantánea, por lo tanto su velocidad será una relación entre la distancia recorrida y el tiempo transcurrido para recorrer dicha distancia; aunque esta sea prácticamente una velocidad ideal ya que es poco probable de que un vehículo circule en calles o carreteras a flujo libre. Viene dada por la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{d}{(t_f - t_o)}$$

Donde:

$V_p$  = velocidad de punto (Km/h)

$d$  = distancia fija (Km)

$t_o$  = tiempo inicial (h)

$t_f$  = tiempo final (h)

Para fines de estudio la distancia fija se debe elegir entre 20, 50, 75, 100 m.

**b).- Velocidad de recorrido total.-** Es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde en principio a fin del viaje, entre el tiempo total en que se empleo en recorrerla. Es una velocidad que se estudia para determinar cuáles son los efectos que causan demoras o disminuyen la velocidad de circulación. En el tiempo total de recorrido están incluidas todas aquellas demoras operacionales provocadas por la vía, el tránsito y los dispositivos de control ajenos a la voluntad del conductor. Esta velocidad no es considerada para diseño porque puede ser muy variable en varios tramos de una

carretera o en varias líneas de flujo en el área urbana. La velocidad de recorrido sirve principalmente para comparar condiciones de fluidez de ciertas rutas, ya sea una con otra; o en todo caso en una misma ruta cuando se han realizado cambios para analizar los efectos.

La relación que se utiliza para determinar la velocidad de recorrido total es:

$$V_r = \frac{dr}{tc + td}$$

Donde:

$V_r$  = velocidad de recorrido total (Km/h).

$dr$  = distancia de recorrido (Km).

$tc$  = tiempo de circulación (h).

$td$  = tiempo de demoras (h).

**c).- Velocidad de crucero.-** Para un vehículo esta velocidad es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo de circulación, para la obtención de esta velocidad no se realiza un aforo; desde el punto de vista conceptual la velocidad de crucero en condiciones ideales sería igual a la velocidad de punto; sin embargo, como no se trata de un flujo libre y está afectado por una serie de factores, es que es una velocidad menor que la velocidad de punto, y de modo contrario esta velocidad sería mayor a la velocidad de recorrido.

La velocidad de crucero viene expresada de la siguiente manera:

$$V_c = \frac{dr}{tc}$$

Donde:

$V_c$  = velocidad de crucero (Km/h).

$dr$  = distancia de recorrido (Km)

$tc$  = tiempo de circulación (h).

**d).- Velocidad directriz o de diseño.-** Es la velocidad máxima en la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una respectiva vía, es una velocidad recomendada para fines de diseño geométrico para calles y carreteras; por lo tanto todos aquellos elementos de alineamiento horizontal, vertical, transversal, tales como radios

mínimos, pendientes máximas, distancias de visibilidad, anchos de carriles, dependen de la velocidad de diseño.

La selección de la velocidad de diseño depende de la importancia de la vía esto tomando en cuenta a futuro, los volúmenes de tránsito que va a mover, la topografía de la zona, el uso del suelo y la disponibilidad de recursos económicos.

En cada país se tienen normas que recomiendan las velocidades de diseño de acuerdo al tipo de carretera o calle que se quiere proyectar y las condiciones de circulación. En el caso de las calles urbanas, la mayoría de las normas adoptan como velocidad de diseño a la velocidad media de circulación, porque se considera que en un trazo urbano existen muchos más factores que en una carretera que limitan las velocidades de los vehículos. Generalmente las velocidades directrices en carreteras están en un rango de 45-120(Km/h); para el caso de calles urbanas las velocidades recomendadas para el diseño varía entre 25-50 (Km/h).

**e).- Velocidad media de circulación.-** En el caso de los trazos urbanos, la circulación vehicular en cada una de las calles adquiere una característica particular que hace que se diferencie las velocidades en diferentes puntos y entre las distintas líneas de flujo; por lo que se hace razonable determinar una velocidad media de circulación que es el promedio de las velocidades de puntos registradas en los aforos respectivos. En muchos casos esta velocidad es la que se adopta como velocidad de diseño para varios elementos geométricos y de ordenamiento de la circulación vehicular de las respectivas calles.

### **2.2.2 Volúmenes de Tráfico**

Se denomina volumen de tráfico al número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal ya sea de una carretera o de una calle, en un periodo de tiempo determinado, siendo los periodos de tiempo más usados los de un día y una hora.

En función de los periodos de tiempo se establecen diferentes tipos de medición de volúmenes de tráfico, los más empleados son:

- Tráfico promedio diario (T.P.D.)
- Tráfico promedio horario (T.P.H.)

**a).- Tráfico promedio diario (T.P.D.).-** Se define el volumen de tránsito promedio diario como el número total de vehículos que pasan por una sección longitudinal de una calle o carretera en el tiempo de un día, este es un valor importante como valor referencial debido a que nos muestra las variaciones horarias dentro del día.

**b).- Tráfico promedio horario (T.P.H.).-** Es la cantidad de vehículos que son registrados en una sección longitudinal de una calle o carretera en el periodo de tiempo de una hora. Este valor es mucho más representativo y significativo para el estudio de tráfico ya que nos muestra las variaciones horarias; pudiendo obtenerse las horas pico o críticas.

Se ha establecido de acuerdo a investigaciones que la relación entre el T.P.D. y el T.P.H. es más o menos la siguiente:

$$\text{T.P.H.} = 12 - 15 \% \text{ T.P.D.}$$

Cabe recalcar que la anterior relación sólo es para valores máximos.

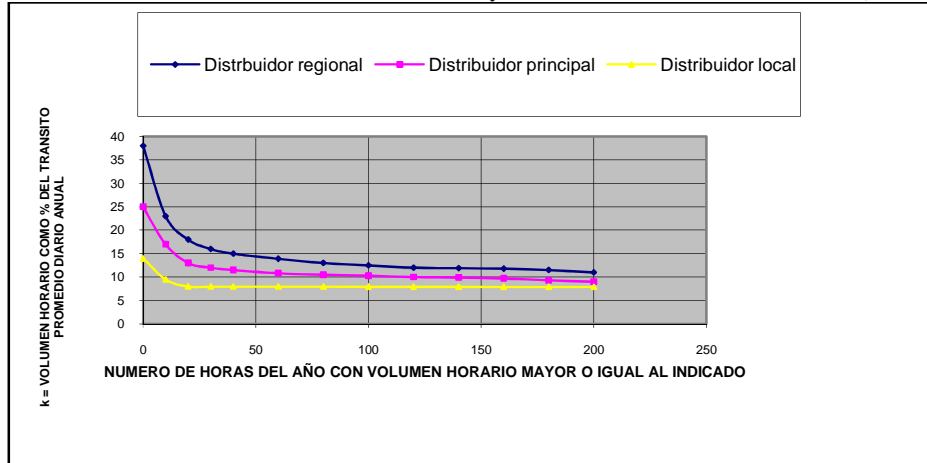
**c).- Volumen directriz**

Este se crea como una necesidad de no poder utilizar ni el T.P.D. máximo ni el T.P.H. máximo como valores de diseño, ya que es evidente que una vía debe ser diseñada o proyectada con capacidad suficiente para absorber todo el tráfico que circule por ella, pero no es lógico ni económico proyectarla para un volumen máximo que se produce muy pocas veces al año; es así que el volumen directriz es obtenido de un ordenamiento descendiente de los volúmenes máximos horarios registrados a lo largo de los 365 días del año. Este valor del volumen trigésimo se considera como un volumen en el cual tendrá un 80% de las horas del volumen en la calle o carretera determinada.

Una guía para determinar el volumen directriz llamado también volumen horario de proyecto VHP, es la realización de una curva que vamos a ver a continuación.

La grafica nos muestra tres curvas en las cuales se relacionan los volúmenes horarios más altos del año y el transito promedio diario anual TPDA, de las carreteras de México, también indican que los volúmenes de transito horario en una carretera presentan una amplia distribución durante el año y que la mayor parte del volumen de tránsito ocurre en un número relativamente reducido en horas.

Grafico 2.1 Volúmenes Horarios más Altos del Año y el Transito Promedio diario Anual (TPDA)



Distribuidor regional México- Toluca  
 Distribuidor principal carretera San Luis Potosí- Zacatecas  
 Distribuidor local suburbios de la Ciudad de Guadalajara.

Como generalmente se utiliza el volumen de la 30ava hora, por lo tanto se puede apreciar en estas curvas que el volumen horario de proyecto para esta hora está comprendido entre el 8% y el 16% del TPDA.

Por tanto, tomando como referencia las tres curvas anteriores si se selecciona el volumen de la 30ava hora como el de proyecto para proyecciones futuras se recomienda los siguientes valores de k:

- Para carreteras suburbanas:  $k = 0.08$
- Para carreteras rurales secundarias:  $k = 0.12$
- Para carreteras rurales principales:  $k = 0.16$

**d).- Aforos de volúmenes.-** Los aforos de volumen pueden ser de dos tipos:

- Aforos manuales.
- Aforos automáticos.

**Aforos manuales.-** Son realizados definiéndose puntos sobre la carretera o calle a ser estudiada, sección en la cual se debe realizar el conteo de vehículos que pasan en tiempos determinados ya sean horarios o diarios. Para ello es necesario contar con personal capacitado para realizar esta operación, los aforos manuales generalmente son realizados en periodos cortos de tiempo especialmente en horas pico, los cuales son generalmente en tiempos menores a una hora como ser 5, 10, 15, 20, ó 30 minutos. Posteriormente, se los expande a una hora empleando factores como por ejemplo emplear 4 veces el volumen correspondiente a 15 minutos.

Los recuentos manuales son los más caros y sólo se realizan para conseguir datos que no es posible obtener mediante procedimientos mecánicos, tales como la clasificación de vehículos por tipo, número de ellos que giran u ocupantes en los mismos.

En intersecciones donde el volumen es bajo, la clasificación tanto de los movimientos del tráfico, la clasificación, etc, se pueden llevar a cabo por una sola persona, pero en intersecciones con semáforos el trabajo se torna más difícil.

En síntesis, el procedimiento de los recuentos manuales de los volúmenes de tráfico se reduce a una persona con un lápiz, realizando marcas en un formato de registro el mismo que deberá ser previamente preparado de acuerdo a la información que se quiera recabar.

**Recuentos automáticos.-** Son los que permiten realizar recuentos de vehículos sin ocupar personal permanentemente, el más utilizado es el de un tubo de caucho en cuyo extremo se encuentra una membrana que es colocada en forma transversal de una calle o carretera; y al paso de cada vehículo sobre el tubo se produce un impulso de aire sobre la membrana, la cual produce un contacto eléctrico a un aparato contador que va sumando los impulsos recibidos.

Estos contadores registran los volúmenes totales registrándolos en una cinta, y una persona encargada tiene que ir a hacer las observaciones correspondientes, los contadores pueden ser fijos o móviles, los fijos se los utiliza para hacer recuentos continuos en ciertos sectores.

Los contadores portátiles poseen un acumulador como fuente de energía y un tubo neumático como unidad captadora, son utilizados para recuentos parciales en determinados periodos de tiempo.

La desventaja de los contadores automáticos es que no permiten clasificar a los vehículos de acuerdo a su tipo o los giros que realizan los vehículos, pero pueden hacerse clasificaciones por sentido del movimiento colocando los tubos de caucho solamente sobre los carriles destinados a la circulación en un sentido.

### **2.2.3 Capacidad y Nivel de Servicio**

#### **2.2.3.1. Capacidad**

La capacidad se define como el máximo número de vehículos que pueden circular por una vía en un período determinado de tiempo bajo las condiciones prevalecientes de la

infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control. Refleja la habilidad de la vía para acomodar una corriente de movimiento de vehículos. La Capacidad se expresa en vehículos/hora.

Para que se alcance la capacidad de una sección de carretera es necesario:

- Que haya una demanda de tráfico suficiente en el acceso a la sección.
- Que no exista una sección anterior de menor capacidad, que impida que la intensidad del tráfico se mantenga en la entrada.
- Que no exista una sección posterior de menor capacidad que de formación a 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 períodos muy cortos, por lo que normalmente interesa más definir la capacidad mediante el número de vehículos que pasan durante un período suficientemente largo para eliminar estas oscilaciones aleatorias, por ejemplo, quince minutos o una hora.

**La capacidad depende de las condiciones existentes, que ya estas al variar la modifican. Estas condiciones se refieren fundamentalmente a:**

- **Condiciones de la infraestructura vial;** Las características físicas de la sección de calle o carretera (de tránsito continuo o discontinuo, con o sin control de accesos, divididas o no, de dos o más carriles, etc.), el desarrollo de su entorno, las características geométricas (ancho de carriles y acotamientos, obstrucciones laterales, velocidad de proyecto, restricciones para el rebase y características de los alineamientos, y el tipo de terreno donde se aloja la obra (estado del pavimento).

- **Condiciones del Tránsito;** Se refiere a la distribución del tránsito en el tiempo y en el espacio, a las regulaciones de la circulación (limitaciones de velocidad, prohibiciones de adelantamiento, etc.) que influyen sobre el tráfico, y a su composición en tipos de vehículos como livianos, camiones, autobuses y vehículos recreativos.

- **Condiciones de Control;** Hace referencia a los dispositivos para el control del tránsito, tales como semáforos y señales restrictivas (alto, ceda el paso, no estacionarse, etc.)

- **Condiciones Externas;** Hay que considerar las condiciones ambientales y meteorológicas, aunque la influencia de estos factores generalmente es pequeña, y sólo en condiciones excepcionales puede llegar a ser importante.

### **CONSIDERACIONES BÁSICAS**

Para entender mejor la definición de la capacidad, es necesario aclarar algunos puntos importantes.

- La capacidad se define para las condiciones prevalecientes de la carretera, la circulación y los sistemas de control, que deben ser razonablemente uniformes para un tramo o instalación completa a analizar. Cualquier cambio en las condiciones prevalecientes supondrá un cambio en la capacidad de la instalación. La definición asume la persistencia de buen clima, buenas condiciones del firme y la inexistencia de accidentes.

- La capacidad, normalmente se refiere a “una sección o segmento uniforme” de la infraestructura. El análisis de la capacidad se lleva a cabo en segmentos de una instalación que tienen condiciones uniformes de la circulación, la vía y los sistemas de control. Dado que la capacidad depende de estos factores, los segmentos que tienen distintas condiciones prevalecientes tendrán a su vez capacidades diferentes. A menudo la sección o segmento con las peores condiciones de explotación, determina los niveles de servicio generales de la misma.

- La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular durante un período específico de tiempo, que muy a menudo es el período de 15 minutos punta. La capacidad no se refiere al máximo volumen al que puede darse el servicio durante una hora. Esta definición contempla la posibilidad de variaciones sustanciales en el flujo dentro de una hora y concentra el análisis en los períodos de máximo flujo.

- Una capacidad dada para una instalación, es una tasa de flujo que puede ser repetidamente alcanzada durante períodos punta, en los que exista suficiente demanda y que puede ser conseguida en instalaciones con características similares. No es la tasa de flujo máxima jamás observada en este tipo de instalación. Las características de los

conductores varían de región a región y la tasa de flujo máxima absoluta, puede variar día a día y de lugar a lugar.

### 2.2.3.2. Niveles de Servicio

Para medir la calidad del flujo se usa el concepto de Nivel de Servicio. Es una medida cualitativa del efecto que pueden tener en la capacidad muchos factores tales como la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tráfico, la libertad de maniobras, la seguridad, los costos de operación, etc.

A cada nivel de servicio corresponde un Volumen de Servicio, que será el máximo número de vehículos por unidad de tiempo (casi siempre por hora), que pasara mientras se conserve dicho nivel.

De los factores que afectan el nivel de servicio distinguimos los internos y los externos. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tráfico, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas tales como la anchura de carriles, la distancia libre lateral, la anchura de hombreras, las pendientes, etc.

**Nivel de Servicio A;** Condiciones de flujo libre, con bajos volúmenes y altas velocidades. Hay poca o nula limitación de maniobras por la presencia de otros vehículos y puede conservarse la velocidad deseada con pocos o nulos retardos.

Gráfico 2.2 Nivel de Servicio A



**Nivel de Servicio B;** Condiciones de flujo estable en las que las velocidades empiezan a ser algo restringidas por las condiciones del tráfico. Los conductores tienen una razonable libertad para seleccionar su velocidad y su carril. El límite menor de velocidad con mayor volumen en este nivel de servicio se relaciona con los volúmenes de servicio usados en el proyecto de carreteras.

Gráfico2.3 Nivel de Servicio B



**Nivel de Servicio C;** Corresponde aun a un flujo estable, pero las velocidades y las maniobras resultan más controladas por los mayores volúmenes. La mayor parte de los conductores ven restringidas su libertad de elegir la velocidad, cambiar de carriles o rebasar. Aun se obtiene una relativamente satisfactoria velocidad de operación, con volúmenes de servicio quizás apropiados para el proyecto de arterias urbanas.

Gráfico 2.4 Nivel de Servicio C



**Nivel de Servicio D;** Se acerca al flujo inestable, con velocidades de operación tolerables, pero que pueden ser considerablemente afectadas por los cambios en las condiciones del tráfico. Las fluctuaciones en el volumen y las restricciones temporales

en el flujo pueden causar considerables reducciones en la velocidad de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobras, pero las condiciones son tolerables por períodos cortos.

Gráfico 2.5 Nivel de Servicio D



**Nivel de Servicio E;** Representa una operación a menores velocidades que en el nivel de servicio D, con volúmenes que se acercan a la capacidad del tramo. Al llegar a esta, las velocidades, normalmente pero no siempre, son de cerca de 50 Km/h. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de duración momentánea.

Gráfico 2.6 Nivel de Servicio E



**Nivel de Servicio F;** Se refiere a un flujo que opera forzado, a bajas velocidades, donde los volúmenes son menores que los correspondientes a la capacidad. Estas condiciones resultan de las colas de vehículos producidas por alguna obstrucción en la corriente. Las velocidades se reducen considerablemente y pueden ocurrir paradas, cortas o largas,

debido al congestionamiento. En casos extremos, la velocidad y el volumen pueden tener valor cero.

Gráfico 2.7 Nivel de Servicio F



## **FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO**

En base a las relaciones (entre la intensidad del tráfico y otros parámetros que definen el nivel de servicio, como la velocidad media de los vehículos o la densidad) y los valores de los parámetros que limitan los diferentes niveles de servicio, se puede obtener fácilmente la intensidad de servicio que corresponde a cada uno de los distintos niveles. Estas relaciones varían con el tipo y las características de la carretera, y en consecuencia la capacidad y las intensidades de servicio dependen de una serie de factores, unos relacionados con las características de la carretera y otros con las del tráfico.

### **Condiciones Ideales**

En principio, una condición es ideal cuando su mejora no produce incremento alguno de la capacidad. En condiciones ideales se asume la existencia de buen clima, un firme en buenas condiciones, usuarios habituados a circular por la infraestructura concreta en estudio y la inexistencia de incidentes que obstruyan el flujo.

Se considera que un acceso a una intersección tiene condiciones ideales cuando tiene:

- Anchura de carril igual o mayor a 3.60 metros.
- Inexistencia de estacionamientos junto al bordillo en los accesos a la intersección.
- Una circulación constituida únicamente por vehículos ligeros.
- Todos los vehículos cruzan la intersección sin realizar ningún tipo de giro.
- La intersección está situada fuera de la zona más céntrica y con mayor actividad comercial.
- En los accesos a intersecciones semaforizadas se presenta siempre la fase verde.
- Terreno o rasante llana.
- Inexistencia de peatones.

En la mayoría de los análisis de capacidad, las condiciones prevalecientes no son ideales y los cálculos de capacidad, intensidad o nivel de servicio, deben incluir correcciones predictivas para reflejar la ausencia de estas condiciones ideales.

### **FACTORES QUE AFECTAN A LA CAPACIDAD EN VÍAS DE FLUJO INTERRUMPIDO.-**

**Intersecciones a nivel.-** Como ya habíamos mencionado anteriormente, la capacidad de una determinada sección de una calle o carretera depende de varios factores que pueden ser prácticamente fijos como el trazado y el tipo de regulación y otros variables pues reflejan el uso momentáneo que se hace en la intersección tanto por vehículos como por peatones.

Y en cuanto al tipo de regulación se presenta una regulación por medio de semáforos y por medio de señales fijas de acuerdo a normas establecidas.

En el caso que no hubiesen semáforos, el número de combinaciones que pueden darse, considerando el volumen de tráfico y las características geométricas de la vías o calles que forman la intersección, es muy elevado, por lo que no es posible un estudio sistemático del problema; sin embargo, se puede tomar como punto de referencia la capacidad que existiría si en los semáforos el reparto de los tiempos verdes fuera directamente proporcional a los volúmenes de tráfico en cada acceso en inversamente proporcional al ancho de los mismos; la capacidad que obtendríamos en estas condiciones representaría la máxima solo alcanzable en condiciones ideales.

A continuación describimos los factores que afectan a la capacidad en intersecciones:

**Ancho de calle.-** La experiencia ha demostrado que el ancho de calle es el factor más significativo que afecta la capacidad de una intersección, el ancho del acceso no varía solamente con la de la calle, si no que viene dado por la disposición de marcas viales, la ubicación de las isletas y la de otros obstáculos.

Con frecuencia la delimitación de carriles marcados en el pavimento no son respetados especialmente en las horas punta, la experiencia demuestra dentro de ciertos límites que la capacidad y el nivel de servicio de un acceso a una intersección varían directamente con el ancho del mismo, por lo tanto, es mejor considerar el ancho total del acceso lo que no quiere decir que el número de carriles no afecte a la capacidad.

**Circulación en sentido único o doble sentido.-** A simple vista parecería que el ancho de un acceso a una calle de sentido único debería tener la misma capacidad que otro situado en una calle de doble sentido; sin embargo, en el primer caso hay una serie de ventajas que se reflejan no sólo en la capacidad, si no en los volúmenes. Así por ejemplo, en una calle de un solo sentido se pueden realizar los giros a la izquierda con mayor facilidad debido a la falta de tráfico en el sentido opuesto.

En general para vías de un mismo ancho de acceso, existe una capacidad algo mayor si la calle funciona en un solo sentido que la de doble sentido, pero no siempre es así y por lo tanto no se aconseja generalizar.

**Estacionamiento.-** La determinación de estacionamiento en las proximidades de una intersección debe tomarse como una medida de control de tráfico, ya que la existencia o no de estacionamiento tiene mucha importancia que merece la pena ocuparse de ello antes de otros factores.

Por otro lado, es sabido que la restricción de estacionamiento siempre produce un aumento significativo en la capacidad, es por eso que siempre que se está estudiando la posibilidad de eliminar o restablecer el estacionamiento deberá considerarse el efecto que producirá en la calle.

La restricción del ancho en un vehículo parado es mucho mayor que el ancho del propio vehículo, porque se necesita espacio para abrir las puertas sin que esto signifique realizar una maniobra para los vehículos que circulan por su lado, es por esta razón, por ejemplo en Estados Unidos, este ancho se fijó entre 3,60 m. – 4,20 m. Y en Europa entre 3,00 m. y 3,50 m. Así mismo, cuando se habla de inexistencia de estacionamiento,

se entiende lo que materialmente es el acceso a la intersección, lo cual no significa que tenga que estar prohibido el estacionar desde el cruce anterior.

## **FACTORES QUE DEPENDEN DE LA CARRETERA**

- **Sección Transversal;** La capacidad y las intensidades de servicio son directamente proporcionales al número de carriles existentes para cada sentido. Por ello, en carreteras o en calles con calzadas separadas en las que haya dos o más carriles para cada sentido se puede hablar de capacidad (e intensidad de servicio) por carril, y la capacidad total será igual al producto del número de carriles por la capacidad de cada carril. La capacidad por carril aumenta con su anchura, pero a partir de unos 3.60 m. no se consiguen aumentos sensibles de capacidad.

- **Obstáculos Laterales;** Si junto a los carriles exteriores de la calzada existen obstáculos como postes de señales, bordillos elevados, barreras, cunetas profundas, etc., se ha comprobado que los conductores tienden a desplazarse hacia el centro de la calzada. Por consiguiente, el efecto que producen es semejante a un estrechamiento.

- **Trazado;** La velocidad a la que se circula, y por consiguiente el nivel de servicio que se puede conseguir en un tramo de calle, depende de la velocidad de proyecto de la misma. Sin embargo, si la intensidad del tráfico se acerca a la capacidad, la velocidad de cualquier vehículo está condicionada por los vehículos que le rodean y resulta independiente de la velocidad de proyecto de la calle.

## **FACTORES QUE DEPENDEN DEL TRÁFICO**

- **Vehículos Pesados;** Los vehículos pesados se definen como aquellos vehículos que tienen más de cuatro neumáticos en contacto con el pavimento. Los vehículos pesados tienen mayores dimensiones que los vehículos ligeros y generalmente se mueven a velocidades menores; por ello, cuando entre los vehículos que circulan por una calle existen vehículos pesados, el número total de vehículos que puede atravesar una sección será menor que si todos los vehículos fueran automóviles ligeros. Por consiguiente, la capacidad de la calle será menor si circulan vehículos pesados. Asimismo, se producirá una reducción en el nivel de servicio, ya que los vehículos pesados que son muy lentos,

obligarán a algunos vehículos a reducir su velocidad y a afectar maniobras de adelantamiento.

- **Distribución del Tráfico;** Las condiciones óptimas en calles de dos carriles, se producen cuando el reparto es de aproximadamente un 50% en cada sentido. La capacidad se reduce al descompensarse este reparto.

- **Variación del Tráfico;** Para el caso de la determinación de la capacidad de circulación discontinua, además de los factores ya mencionados, se debe tomar en cuenta otro factor como el de la regulación, basado en el control disponible para cada movimiento de circulación. El semáforo es sin duda, el elemento más crítico en las estructuras de regulación en las calles, también señales como STOP o Ceda el paso afectan a la capacidad, aunque su influencia sea menor.

- **Conductores;** Cuando los conductores son usuarios más habituales y tienen mayor conocimiento de la vía se registran capacidades más altas, caso contrario se aplica un factor de corrección.

## **OTROS FACTORES**

**Factor de Hora punta.-** El factor de hora punta es una medida de la uniformidad del tráfico en la hora donde fluctúa el máximo volumen, que viene dado por el cociente del número de vehículos contados en una hora punta entre cuatro veces el número de vehículos contados durante los quince minutos más cargados.

**La población.-** Es otro de los factores que afecta a la capacidad en una intersección. Esto se definió de acuerdo a estudios realizados en intersecciones de distintas ciudades, de iguales condiciones de trazado y regulación, en donde la intersección ubicada en la ciudad más importante posee mayor capacidad, esto debido a la mayor experiencia del conductor para maniobrar.

**La situación de la intersección.-** En el conjunto de una ciudad existen diferentes zonas, la población presenta distintos comportamientos de los conductores, lo cual influye en la capacidad. La clasificación que realizó el Manual de la Capacidad es la siguiente:

**Zona intermedia:** Es la que se halla continua al centro de una ciudad, en esta zona se realiza una actividad mercantil, de negocios y servicios con uso del suelo residencial de alta densidad. La mayor parte del tráfico no tiene ni su origen ni destino dentro de la

zona, que se caracteriza por la presencia de calles de un número moderado de peatones y porque la renovación del estacionamiento es algo más baja que en el centro.

**Centros satélites:** Son zonas con características similares a las del centro, con la diferencia de que se observa una mezcla de tráfico de paseo con el que tiene su origen o destino dentro de la zona.

**Zonas residenciales:** Son aquellas en las que predomina el uso del suelo residencial, sus características típicas son las de tener pocos peatones y una renovación del estacionamiento muy baja.

**Estacionamiento:** Se define como el acto mediante el cual el conductor deja un vehículo parado en cierto lugar y se aleja de él.

**Detención o parada corta:** Es cuando el vehículo interrumpe su recorrido con el motor encendido y el conductor en el volante.

**Detención o parada larga:** Es una detención de mayor duración porque el conductor apaga el motor pero no se aleja del volante para poderlo poner en marcha en cualquier momento.

Existen dos modalidades de estacionamiento: en vía pública y en inmuebles, los cuales se dividen en cuatro tipos de estacionamiento que absorben las necesidades de los conductores, las mismas son:

- **Estacionamiento libre en vía pública:** es la forma ideal para aquellos que acceden a una plaza libre; sin embargo, en zonas de mayor demanda es el sistema menos adecuado puesto que no hay una distribución de los espacios disponibles dando prioridad a aquellos que más lo necesiten.
- **Estacionamiento controlado en vía pública:** Este comprende desde la prohibición de la detención para carga o descarga de personas hasta una ordenanza en una determinada zona a cerca de cuáles vehículos pueden estacionar durante qué tiempo y cuál es el costo de estacionamiento.
- **Estacionamiento público en inmuebles:** Estos pueden ser públicos o privados que no son tan cómodos, pero constituyen una solución muy acertada cuando están correctamente proyectados y bien situados.

- **Estacionamientos privados o garajes en inmuebles:** Prestan servicios a determinados usuarios, sirven para estancias de larga duración y son los más adecuados para zonas residenciales. De acuerdo a las normas establecidas en Desarrollo Urbano de la Ciudad de Tarija debería existir un área de estacionamiento cada tres viviendas y uno cada 100 m<sup>2</sup> construidos de otros usos.

**a).- Oferta y demanda.-** Se conoce como demanda de estacionamiento a la necesidad de espacios para estacionar en un área determinada, se puede expresar en espacios individuales para estacionar; pero la demanda de estacionamiento varía con el tiempo. Es preciso indicar la hora en que se manifiesta esa demanda.

Por otro lado, la oferta de estacionamiento, es la cantidad de espacios libres disponibles para el estacionamiento en una área determinada, también se la expresa de acuerdo a la hora en que se ofertan determinados espacios, debido a que pueden existir restricciones de estacionamiento en diferentes horas y lugares.

Existen varias formas de realizar un estudio de demanda de estacionamiento, una de las usuales es relacionar la demanda con el uso del suelo, debido a que la vivienda, el comercio, y los espectáculos crean necesidades de estacionamiento que se pueden conocer tanto en condiciones actuales como en el futuro.

Otra forma de orientar el estudio de demanda consiste en determinar del porcentaje del tráfico, que llegando a una determinada zona, estaciona en ella; las encuestas de transporte orientadas a determinar los viajes que generan o atraen los diversos usos de suelo y para distintos objetos del viaje, permiten obtener correlaciones entre número de viajes y demanda de estacionamiento en función a estos parámetros.

Una tercera forma de analizar la demanda es por medio de aforos y encuestas que se basan en el análisis de la situación actual. Este método es el de mayor difusión porque se consiguen los resultados más óptimos; es por esto que a continuación describiremos este método para realizar el estudio de oferta y demanda:

De acuerdo a este tipo de estudio se puede dividir el procedimiento en inventarios y encuestas.

**Inventarios:** El análisis del estacionamiento en una zona requiere primeramente conocer la oferta o el número de espacios disponibles, para ello se debe realizar un inventario de todas las zonas, distinguiendo dos tipos de estacionamientos: El situado en la calle y el situado fuera de la calle.

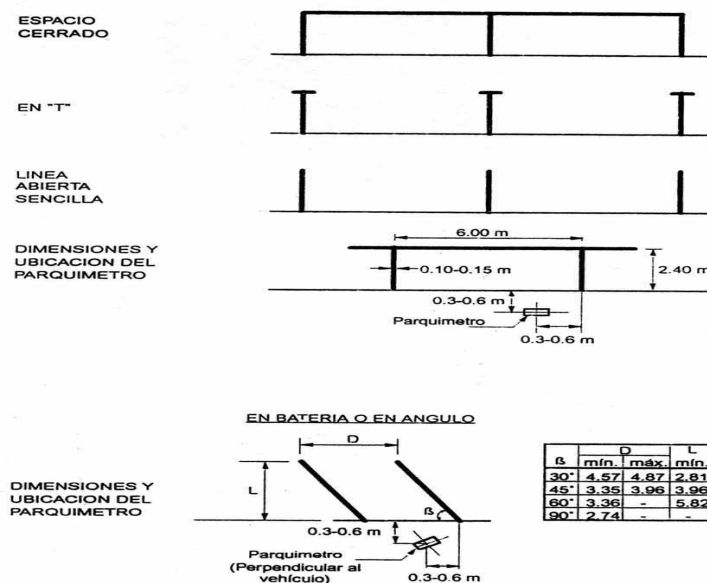
**Los parámetros que deben conocerse son:**

- Medidas de la zona en que se permite o se prohíbe el estacionarse.
- La forma en que se realiza el estacionamiento (en paralelo, en ángulo o perpendicular a la acera).
- Si existen limitaciones del tiempo del estacionamiento.
- Longitudes reservadas a establecimientos públicos, paradas, etc.
- En el caso de estacionamiento fuera de la vía, debe conocerse el número de espacios que oferta y el tipo de estacionamiento, que puede ser privado o público.

Luego se realiza la determinación del uso que se le da a las zonas ofertadas de estacionamiento, la determinación del uso de estacionamiento se lo realiza mediante el recuento de los vehículos estacionados, además como es de importancia el tiempo en que está estacionado se realizan recuentos generalmente de cada cuarto de hora.

De modo general los estacionamientos tanto en vía pública, como estacionamientos en inmuebles se establecieron dimensiones tipo y formas de casillas estandarizadas que a continuación las mostramos en la siguiente figura:

Grafico 2.8 Tipos de estacionamientos



### 2.3 Aspectos Generales del Transporte Público

Se considera al transporte público como un factor de mucha importancia dentro de los estudios técnico relacionados con la ingeniería de tráfico, debido a que un gran porcentaje de la población de cualquier ciudad es usuario cotidiano del transporte

público, puesto que en países donde existe una cantidad importante de vehículos, mayor nivel de vida el volumen de pasajeros que transporta el servicio público, constituye un lapso muy significativo. De ahí la importancia que representa una correcta operación y adecuado control por parte de las instituciones relacionadas con el transporte público.

Por otra parte, la proporción de la población que se dedica al rubro del transporte público es importante y mayor la población que depende de este sector para su traslado para sus fuentes de trabajo, centros de educación, abastecimiento, centros de recreación, etc.

La ciudad de Tarija no está fuera de ese contexto donde la relación de la población con el transporte público es una necesidad. Como ya mencionamos anteriormente, ha crecido en cuanto a la población, infraestructura, parque automotor, etc. en índices importantes, lo que provoca que cada día que pasa se torne mayor el problema del transporte público, cuyas causas principales son la distribución de líneas que no obedecen a un estudio sobre la justificación de su creación, pero fundamentalmente la falta de la realización de un estudio para posteriormente realizar una planificación del transporte público en función de las necesidades de la población que permita un ordenamiento del transporte de pasajeros.

De modo general, la tendencia actual del servicio del transporte urbano es la de realizar el recorrido cuya longitud no se la considera importante y las diferentes líneas existentes se toman el mayor tiempo posible en los puntos de máxima demanda, lo cual provoca una superposición de líneas en algunas calles principalmente en las zonas centrales de la ciudad, pero esto no quiere decir que las rutas actuales tengan recorridos inadecuados, porque es lógico que las rutas del transporte público deben pasar por puntos de máxima demanda. Pero de lo que se trata, es de establecer un equilibrio entre el sector transporte y el factor usuario para de esta manera establecer rutas que proporcionen un mejor servicio para los usuarios o pasajeros y que se logre una mayor fluidez en el servicio, sin que ello represente una falta de pasajeros.

#### **2.4 Estudios Básicos del Transporte Público**

Para conocer el funcionamiento del tráfico es necesario realizar medidas y estudios en las carreteras existentes. Los datos obtenidos se utilizan como base para el planteamiento y explotación de las redes viarias, las regulaciones de tráfico y para

realizar investigaciones sobre el efecto de los diferentes elementos de la carretera en la circulación de vehículos.

Las principales características del tráfico que suelen estudiarse son: intensidades de circulación, velocidades y tiempos de recorrido de los vehículos, origen – destino y objeto de los viajes, accidentes, etc.

Entre los que se emplean con mayor generalidad, destacan los correspondientes a intensidades de circulación, velocidades y cargas de los vehículos, y origen – destino de los viajes.

#### **2.4.1 Estudios de Intensidades de Circulación**

##### **a) Objeto**

El dato básico para la realización de cualquier estudio de planeamiento y explotación de redes viarias es la intensidad de circulación. Para conocerla es necesario contar o aforar el número de vehículos que pasan por determinadas secciones de la red. Esta operación puede realizarse manualmente o por medio de aparatos especiales y puede hacerse clasificando más o menos detalladamente los tipos de vehículos que circulan.

##### **b) Medios para la realización de los aforos**

###### **Aforos manuales**

La intensidad de tráfico en una sección puede medirse situando un observador que cuente todos los vehículos que pasan por ella durante un período determinado.

Para realizar más cómodamente el aforo pueden utilizarse contadores manuales (pulsadores) que el operador acciona cada vez que pasa un vehículo.

Los aforos manuales tienen la ventaja de que permiten distinguir entre distintos tipos de vehículo, lo que puede resultar imposible con aparatos automáticos, y su exactitud con personal bien entrenado es superior.

###### **Aforos automáticos**

Para realizar un aforo automático se necesita un aparato que sea capaz de **detectar** el paso de los vehículos, **contar** el número de pasos detectados y **registrar** el número de pasos contados en un período de tiempo.

En los modelos más sencillos es necesario leer el número de vehículos registrados en el contador cada cierto tiempo (por ejemplo, todos los días), pero otros tipos de sistema de detección son los detectores de lazo, o bucle de inducción magnética, que consisten en un cable enterrado en el pavimento formando un lazo por el que circula una corriente

eléctrica. Los aparatos automáticos registran el número total de vehículos que pasan y pueden ser clasificados por su longitud, número de ejes y masa.



Grafico 2.9 Aforos Automáticos

### c) Planes de aforo en redes viarias

#### Aforos en redes urbanas

Como en el caso de carreteras, se establecen estaciones de control y de cobertura, pero se completan con estaciones establecidas a lo largo de líneas que limitan zonas importantes de la ciudad, por ejemplo, alrededor del centro urbano. En las calles se distinguen las que forman parte de la red arterial, que soporta la mayor parte del tráfico, y las calles del tráfico local.

Tanto en las estaciones de control como de cobertura el período de aforo suele ser bastante más reducido que el utilizado en los aforos de carreteras.

Las estaciones en cordones alrededor de determinadas zonas se establecen en todos los puntos donde las calles atraviesan estos cordones. Generalmente sólo se eligen calles con tráfico de cierta importancia.

### d) Obtención de la IMD

El objetivo de un plan de aforos es estimar la intensidad media diaria anual (IMD) en todos los tramos de la red.

En un tramo en el que se haya realizado un aforo permanente, registrándose la intensidad todos los días del año, se puede obtener este valor exactamente, una vez corregidos los posibles errores debidos a averías del aparato. En una estación de control,

en la que se afora algunos días laborables y festivos cada uno o dos meses, es posible obtener directamente una estimación aceptable de dicho valor. Pero en una estación de cobertura en que únicamente se afora un día (o algunas horas del día) no es posible conocer directamente la intensidad media diaria. Para ello es necesario conocer la relación existente entre la intensidad registrada el día de aforo y la intensidad media diaria anual. Esta relación puede calcularse en las estaciones de control, y luego aplicarse a las de cobertura para obtener la IMD correspondiente.

#### **2.4.2 Estudios de Velocidades**

##### **a) Objeto**

La velocidad que desarrollan los vehículos en una carretera permite apreciar el mejor funcionamiento de la circulación. Por ello, las medidas de velocidades y de tiempos de recorrido resultan imprescindibles en los estudios de planeamiento de una red viaria y cuando se desea conocer la calidad del servicio de la misma, teniendo en cuenta la demanda que soporta.

##### **b) Sistemas de medida de la velocidad instantánea**

La forma más simple de medir la velocidad de los vehículos al pasar por un tramo de la carretera es establecer dos marcas en la calzada y medir el tiempo que tarda el vehículo en pasar de una a otra.

El procedimiento de medida con distancias largas es muy sencillo. Se colocan en la calzada dos marcas muy visibles (por ejemplo, dos bandas transversales blancas) a la distancia deseada; un observador colocado entre ambas marcas acciona un cronómetro cuando las ruedas delanteras pisan la primera marca y anota el tiempo transcurrido hasta que las ruedas pisan la segunda marca. Es difícil ver el momento exacto en que el vehículo pisa las marcas, y esta dificultad puede evitarse instalando los llamados **enoscopios**. Consisten simplemente en unos espejos planos colocados frente a las marcas de la calzada e inclinados 45°, de forma que mirando el espejo el observador puede ver el paso de las ruedas por las marcas como si estuviera situado frente a ellas sin error de paralaje. Con este sistema un observador puede medir unos 200 veh/hora.

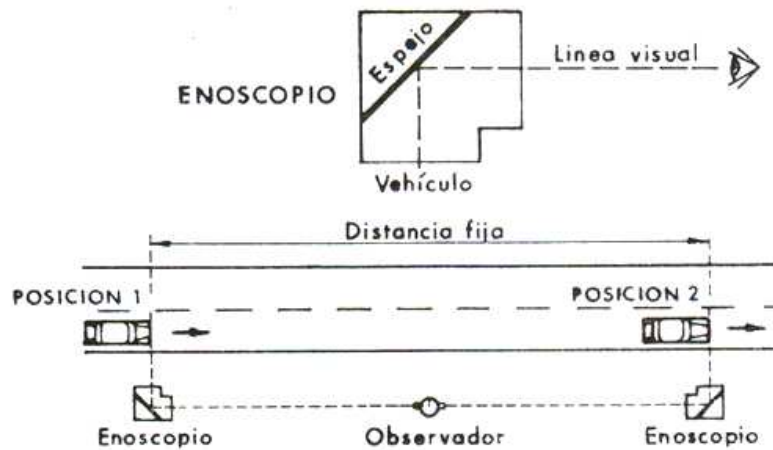


Grafico 2.10 Media de velocidades con Enoscopios

Otros aparatos muy utilizados son los detectores, el radar y las fotografías aéreas.

### c) Análisis de las medidas

Para estudiar este conjunto de datos conviene clasificar estas velocidades por grupos de vehículos homogéneos, separando motos, coches, camiones, etc. Para cada una de estas categorías, se puede obtener la distribución de frecuencias de las velocidades, contando el número de vehículos cuya velocidad está comprendida en intervalos, que generalmente son de 5 km/h. Estas distribuciones incluyen casi toda la información que puede necesitarse en los estudios normales de tráfico. Sin embargo suficiente conocer la velocidad media y la desviación media cuadrática para cada clase de vehículos. Para ciertas aplicaciones prácticas resulta necesario conocer la velocidad correspondiente a un determinado percentil (generalmente el 85%).

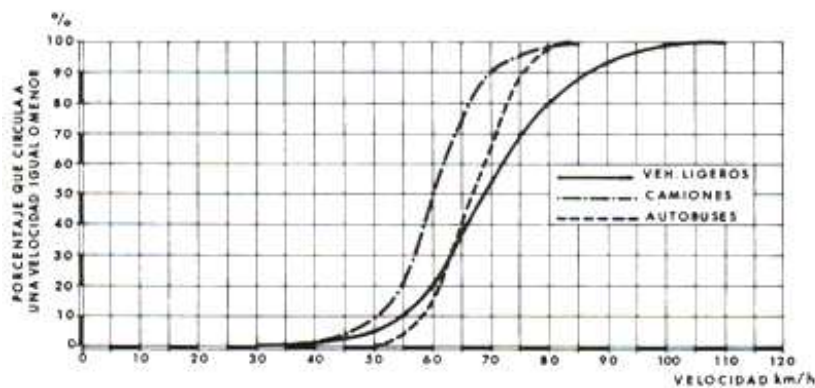
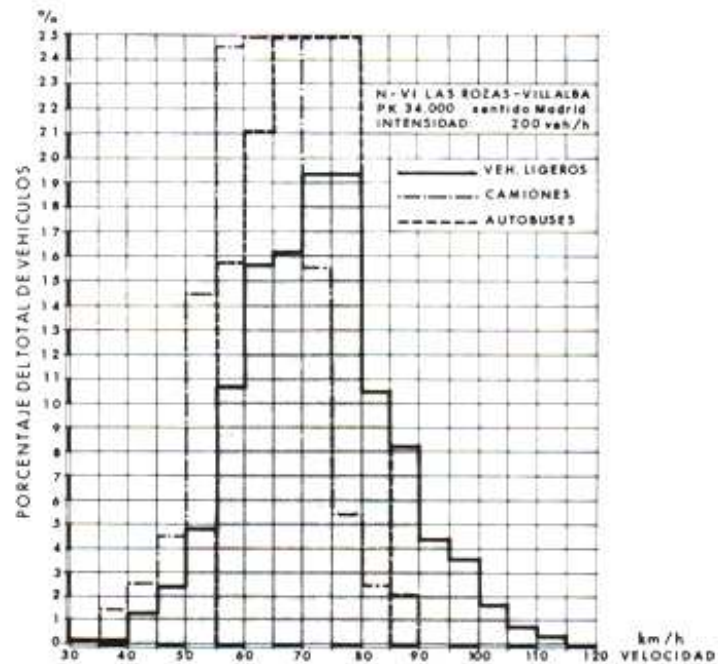


Grafico 2.11 Distribución de Velocidades

### 2.4.3 Tiempos de Recorrido

Estos tiempos pueden determinarse, bien midiendo el instante en que entran y salen en el tramo varios vehículos o bien recorriendo varias veces dicho tramo con un solo vehículo.

Cuando se quiere medir el tiempo de recorrido en largos tramo de carretera, con varias intersecciones, y se desea además obtener información sobre demoras y causa de las mismas, es necesario recurrir al empleo de un vehículo que efectúe varias veces el recorrido en estudio. Dentro del vehículo viaja un observador con un cronómetro que va anotando a su paso por una serie de puntos de control la distancia recorrida y la hora en que pasan. Cuando deben pararse anota el comienzo y final de la parada, causas de las paradas o inconvenientes encontrados.

## **2.5 Influencia del Transporte Público**

La influencia del transporte público en arterias urbanas es la siguiente:

- a) Es importante recalcar que en las vías con mayor volumen de tráfico general, en la mayoría de los casos los volúmenes del transporte público oscilan entre el 50% a 80% de ocupación de la vía con respecto a los volúmenes generales; lo cual demuestra la gran incidencia del transporte público en los problemas de congestionamiento de las vías y puntos más conflictivos.
- b) En general las líneas de transporte público no tienen muchas alternativas de origen y destino, precisamente por estar centralizado por algunas arterias de la ciudad, lo que limita las posibilidades de origen y destino de la población en general.
- c) Que de esta manera se construirá una ciudad más ordenada y segura sin peligros ni accidentes.
- d) Que el usuario peatón ha de tener mayor oportunidad de origen y destino ya que este será beneficiado sobre todo en su seguridad al transitar por menos calles congestionadas y el usuario conductor que también será beneficiado de manera en la que ya no se cometa infracciones de tránsito, ni que se lamenten hechos de vida humana.

## **2.6. Estacionamiento**

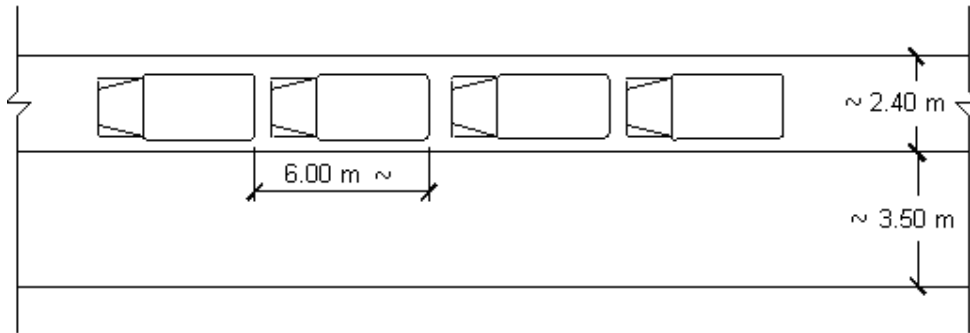
Es el área donde esta prevista una detención temporal o de largas horas de un vehículo dentro o fuera de la calzada.

El problema del estacionamiento de vehículos es muy importante en todos los centros urbanos. Gran parte del congestionamiento es causado por el estacionamiento inadecuado de vehículos. Con el aumento del parque vehicular el problema del estacionamiento y de los congestionamientos es cada vez mayor.

Todo plan de vialidad urbana debe considerar la construcción de estacionamientos, considerando que de las 24 horas del día un vehículo particular estará estacionado aproximadamente de 21 a 23 horas.

El problema del estacionamiento se presenta sobre todo en las proximidades de: estaciones de ferrocarril, campos deportivos, hospitales, terminales, en las cercanías de oficinas públicas y administrativas, etc.

**Gráfico 2.12. Estacionamiento paralelo a la calle**



### **2.6.1. Estudios de Estacionamiento**

Cualquier vehículo que viaja en una carretera quiere contemporáneamente parquarse por un tiempo relativamente corto o un tiempo mucho más largo, dependiendo de la razón para el estacionamiento. La disposición de las instalaciones de estacionamientos es por lo tanto un elemento esencial del modo de transporte de la carretera. La necesidad de espacios de parqueo es generalmente muy grande en las áreas donde el uso suelo incluyen las áreas de negocios, residenciales, o actividades comerciales.

El abastecimiento del espacio adecuado de estacionamiento para resolver la demanda para parquarse en el centro de la ciudad puede hacer necesaria la disposición de espacios de estacionamiento a lo largo de las aceras, que reducen la capacidad de las calles y puede afectar el nivel del servicio de ésta. Este problema enfrenta generalmente a ingeniero del tráfico de la ciudad. La solución no es simple, puesto que la asignación del espacio disponible dependerá de las metas de la comunidad, a que el ingeniero del tráfico debe tomar en consideración al intentar solucionar el problema. Los estudios de estacionamiento por lo tanto se utilizan para determinar la demanda, la fuente de instalaciones del estacionamiento en un área, la proyección de la demanda, y opiniones de los varios grupos de interés en cual es la mejor solución posible para el problema. Antes de que discutamos los detalles de los estudios de estacionamiento, es necesario discutir los diversos tipos de instalaciones de estacionamiento.

### **2.6.2. Oferta – Demanda en Estacionamientos**

Para conocer las características de estacionamiento de determinada zona, es necesario llevar a cabo ciertos inventarios y estudios, que permitan establecer la demanda de

espacios y verificar las necesidades físicas, para así revisar o incrementar la oferta de espacios existentes.

Uno de los estudios que se realizan en las ciudades modernas es el de usos del suelo, o destino de los edificios, y la necesidad correspondiente de espacios de estacionamiento.

Se entiende por **Oferta**, a los espacios disponibles de estacionamiento tanto en la vía pública como fuera de ella. Para cuantificarla, se lleva a cabo un inventario físico de los espacios de estacionamiento disponibles.

Se entiende por **Demanda**, a la información de donde se estaciona la gente, por cuanto tiempo, o su variación horaria dentro y fuera de la vía pública. Representa la necesidad de espacios para estacionarse, o el número de vehículos que desean estacionarse con cierta duración o para un objetivo específico.

La información sobre demanda del estacionamiento es obtenida entrevistándose con conductores en las varias instalaciones de estacionamiento. La información buscada debe incluir: Origen del viaje, propósito del viaje, el destino del conductor después de parquear, Además de, la localización de la instalación del estacionamiento, los tiempos de la llegada y de la salida, y el tipo del vehículo.

### **2.6.3. Tipos de Estacionamientos**

#### **Estacionamientos en la Vía Pública**

El tipo más simple de estacionamiento es en la calle (espacio adyacente a las aceras, frente a las instalaciones comerciales, a los edificios de oficinas y frente de viviendas), desvirtuando el propósito de ésta, que es la circulación. Así mismo disminuyendo su capacidad, tanto por el espacio ocupado de estacionamiento como por los movimientos y maniobras para estacionarse.

Los estacionamientos en paralelo son recomendados en calles angostas y de volúmenes de tránsito importantes. Los estacionamientos en ángulo interfieren el tráfico vecino al incorporarse o salir del estacionamiento. La capacidad de estacionamiento es mayor que la del estacionamiento paralelo a la calle, pero en cambio presenta puntos de conflicto con el tráfico vecino.

El estacionamiento en la vía pública puede ser:

- **Estacionamiento Libre;** No existe ninguna restricción para dejar un vehículo cerca de la acera, y es la forma ideal para aquellos conductores que logren encontrar libre un

espacio, sin embargo, su uso no es equitativo, pues un usuario puede demorar más que otro.

- **Estacionamiento Controlado;** Se dispone de señales o dispositivos que restringen su tiempo de utilización. Para evitar el uso abusivo del estacionamiento en la calle deben implementarse los parquímetros que sirven para limitar el tiempo de estacionamiento mediante una tarifa módica. Con estos parquímetros se logra un número de usuarios beneficiados, por otra parte es una fuente de ingresos adicional para la alcaldía correspondiente.

### **Estacionamientos fuera de la Vía Pública**

Otro tipo de estacionamiento es el que se constituye fuera de la calle, estos estacionamientos son la causa directa de la necesidad de disminuir los estacionamientos en la calle, en beneficio de los usuarios y del mejoramiento de la circulación vial. Pueden ubicarse en lotes o predios baldíos y en edificios.

Desde luego para el diseño de las playas de estacionamiento, lotes o predios baldíos, se debe efectuar un estudio y análisis de la demanda en la zona requerida. Estos pueden ser de servicio público o privado, operados por el sistema de autoservicio o por acomodadores, y utilizados por usuarios de corta y mediana duración, especialmente durante las horas hábiles del día

## CAPITULO III

### CARACTERISTICAS DE LAS VIAS URBANAS

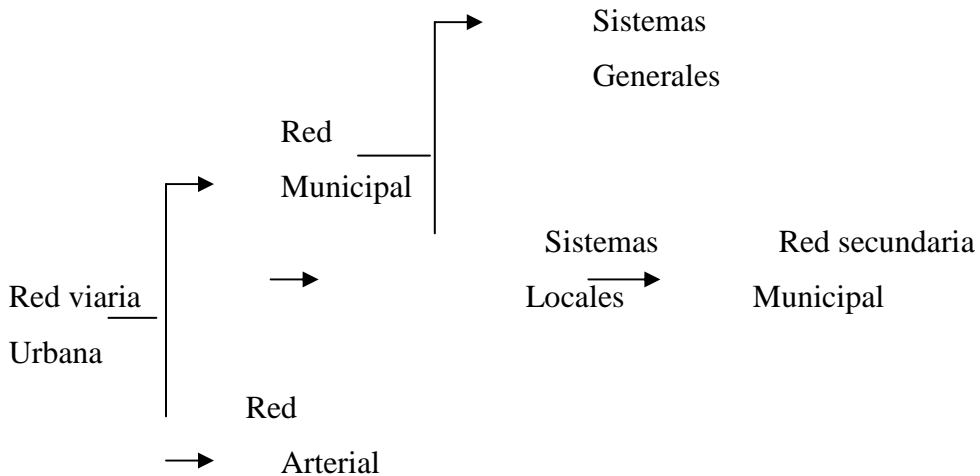
#### 3.1 Tipos de Calles Urbanas

Primeramente se puede hacer una distinción o clasificación general de las vías, que pueden ser; vías urbanas y vías interurbanas o llamadas también carreteras.

##### 3.1.1 Vías urbanas

Las vías urbanas son vías diseñadas para poder brindar todas las comodidades de locomoción tanto peatonal como vehicular en las ciudades.

A su vez las vías urbanas podemos clasificarlas también, tomando en cuenta para ello el aspecto funcional de las mismas como sigue.



Entendiéndose como red viaria al conjunto de vías que se entrecruzan y se comunican organizadamente y de esta manera establecen la unión de zonas, pueblos, ciudades, etc.

La red viaria urbana se divide en lo que es la red municipal y la red arterial, la primera considerada como el conjunto de vías que canalizan básicamente tráfico urbano, que es aquel que se mueve en el interior de las ciudades o que sus recorridos y destinos se

encuentran dentro de las ciudades.

La red municipal está a su vez formada por los sistemas generales y por los sistemas locales, según su importancia funcional en lo que son las ciudades.

Los sistemas generales constituyen el viario estructurante de la ciudad y lo forman, básicamente las vías barriales de la misma. A su vez los sistemas locales están integrados por la red secundaria o de relleno de la ciudad, formada por la red secundaria municipal.

La red arterial vendría a ser el viario conformado por el tráfico de origen exterior a las ciudades que puede ser; tráfico que se encuentra de paso por la misma, o el tráfico que llegue a la ciudad o tráfico de acceso, mayormente dicho tráfico se encuentra un poco alejado del centro de las ciudades aunque en el caso de nuestro país, en algunas ciudades estos vehículos atraviesan el centro de las mismas, nos referimos a los buses o flotas de transporte de pasajeros.

Es así que estas vías que deberían estar siempre alejadas del centro de la ciudad, empiezan a parecerse a carreteras desde el punto de vista funcional, y por esto se las denomina como carreteras urbanas, el conjunto de las mismas vendría a ser la red arterial.

Esta clasificación funcional de las calles es la que se tomará en cuenta en este trabajo, pero existen también otros criterios de clasificación y agrupación de calles desde varios puntos de vista; algunos de los criterios más usuales son los siguientes:

a) **Según el grado de integración de sus tráficos:** desde el punto de vista exclusivo de los tráficos que soportan, las calles pueden ser monomodales y plurimodales.

- Calles monomodales : aquellas que admiten un único modo de transporte ,ejemplo:
  - calles peatonales
  - calles exclusivas de vehículos motorizados
  - calles exclusivas de transporte colectivo, etc.
- Calles plurimodales: en las discurre más de un modo de transporte . Pueden ser:

Calles con segregación total de tráficos, en que cada modo circula por su propia banda en exclusiva (calzada, acera, carriles-bici, etc.)

Calles con segregación parcial de tráficos, con los modos motorizados en la calzada y los no motorizados en la acera.

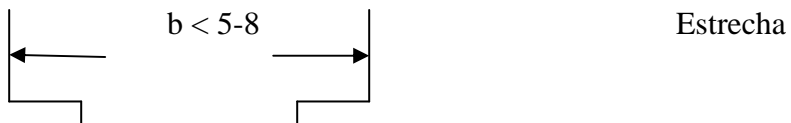
Calles de coexistencia de tráficos, en las que hay una asignación genérica de espacios por funciones, con posibilidad de mezcla de tráficos.



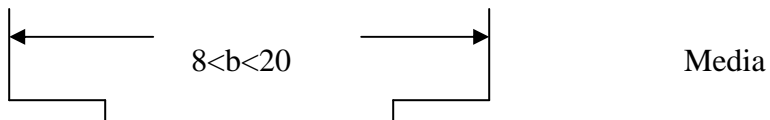
Grafico 3.1 Calle peatonal

**b) Según la anchura de la calle:** la anchura de la calle, si bien está relacionada con su capacidad de tráfico e, indirectamente, con su importancia, no es, aisladamente considerada, pueden ser:

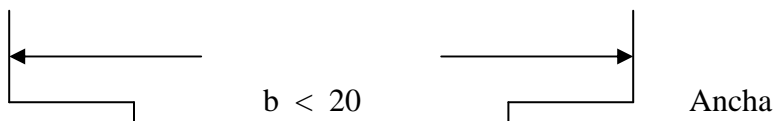
- Calles estrechas, de anchura igual o inferior a 5-8 m.
- Calles medias, entre 8 y 20 m.
- Calles anchas, superiores a 20m.



Estrecha



Media



Ancha

c) **Según la actividad dominante de la calle:** se refiere principalmente, a la densidad de la actividad dominante, ya que raramente una calle presenta un único uso. Con arreglo a ello, las calles pueden ser:

- Calles residenciales
- Calles industriales
- Calles comerciales o de oficinas
- Otros usos predominantes (vías parque, autovías urbanas, etc.)

### 3.1.2 Vías Interurbanas

Las vías interurbanas llamadas también carreteras se pueden definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales fue acondicionada.

Existen varias maneras de clasificar a las carreteras o vías interurbanas de acuerdo a distintos puntos de vista entre las más importantes tenemos:

a) **Clasificación Administrativa:** En nuestro país la clasificación administrativa es la siguiente:

- **Carreteras fundamentales.-** Son las que se hallan dentro de la red fundamental de carreteras. La red fundamental es aquella que une capitales de Departamento, capitales de provincia y puntos importantes de frontera.
- **Carreteras complementarias.-** Son aquellas que nacen de la red fundamental.
- **Carreteras vecinales.-** Son aquellas que por lo general nacen de las carreteras complementarias

b) **Clasificación funcional:** generalmente se las agrupa en:

- **Arteriales:** son las que proporcionan un alto nivel de movilidad.
- **Colectoras:** que proporcionan movilidad y acceso a la propiedad.
- **Locales:** que proporcionan un alto grado de acceso a la propiedad.

### 3.2 Características de Las Vías Urbanas

Como ya se mencionó anteriormente, el aspecto más importante que marca la diferencia entre una vía urbana y una vía interurbana es que en las vías urbanas existe la presencia del

hombre, aspecto muy importante que impone el diseño de las mismas, tomando en cuenta todos los implementos que serán necesarios para brindarle al mismo los servicios precisos para las actividades que desarrolla cotidianamente.

A excepción de las vías arteriales en las vías urbanas ya no existirán los arcenes o bermas ni las cunetas, pero se implementan las aceras, estacionamientos, instalaciones de alumbrado exterior o lo que se llama alumbrado público y es así que las carreteras se convierten en calles.

Las redes de servicios telefónicos, eléctricos, etc., que en vías interurbanas son aéreas ya en las vías urbanas deben ser enterradas, debido mayormente a las incomodidades y peligros que representan.

Así mismo los servicios de drenaje que en vías interurbanas son superficiales, en vías urbanas deben ser subterráneos.

Otras características de las vías urbanas a diferencia de las interurbanas, vienen a ser las intersecciones o encuentros ya que para su diseño en calles se deben tomar en cuenta varios aspectos que derivan precisamente del ámbito urbano, de igual manera la velocidad de circulación, radios de giro, esfuerzos de frenado, el peso de los vehículos son también características que presentan las vías urbanas.

Pasaremos a explicar brevemente cada una de las características de las vías urbanas que marcan la diferencia con respecto a las carreteras, ya que un estudio más detallado lo veremos en el siguiente capítulo.

### **3.2.1 La Calle**

Las distintas definiciones de los principales diccionarios y enciclopedias, ponen en relieve algunos de los rasgos que caracterizan a la calle : Espacio público urbano, soporte de actividades ciudadanas en un ámbito no privado .

Dimensión longitudinal, con predominio de la organización lineal de las actividades e infraestructuras.

Espacio entre edificaciones, con importante componente arquitectónica.

Pero estas definiciones contrastan con una realidad no tan sencilla, dividida a la gran variedad de tipos de calles y la gran riqueza de actividades que encierran. Permaneciendo y transformándose a lo largo de la historia, la calle se ha convertido en receptáculo de buena parte de las relaciones humanas que se desarrollan en el ámbito urbano.

Se puede decir que la función de la calle es doble ya que por un lado, es un camino, un canal de transporte, es decir un soporte de viajes . Por otro es un espacio de estancia de juego, de trabajo, de reunión de espectáculo de manifestación y lucha, espacio simbólico, en suma un espacio de relación e interacción social. La calle por lo tanto es mucho más que una vía de tráfico.

### **3.2.2 Aceras**

Las aceras son las zonas o partes de las vías que se encuentran dedicadas exclusivamente al uso y servicio de los peatones, las mismas se encuentran ubicadas a ambos lados de la calzada. En calles residenciales se suele colocar entre la calzada y la acera una franja de césped, con el motivo de alejar a los peatones de la calzada y así evitar los accidentes debido a que en estas zonas generalmente los conductores suelen aumentar la velocidad por no existir demasiado volumen de tráfico; el césped también es colocado por razones estéticas, existiendo para todo esto normas de los anchos mínimos y máximos adecuados que se deben emplear en el diseño. En calles comerciales no se acostumbra a usar césped ya que el volumen de peatones en estas zonas es mayor y es necesario un ancho mayor de las aceras para la comodidad de los mismos.

Para poder proyectar un ancho adecuado de las aceras es necesario tener una idea del volumen peatonal que va a circular por la misma a fin de proporcionar la capacidad apropiada.

La construcción de aceras es un imperativo en toda zona edificada. Sin embargo, muchas veces se ha discutido su justificación en ciertas zonas rurales, semirurales o en proceso de urbanización.

Actualmente en Bolivia y particularmente en Tarija existen zonas edificadas (urbanas) en las cuales prácticamente no existen aceras o las mismas son demasiado estrechas, significando esto un peligro enorme para los peatones y mucha inseguridad para los conductores que por esta razón deben reducir la velocidad lo cual disminuye la capacidad de la calzada. Por todo esto la inexistencia de las aceras en las ciudades no se debería dar nunca, por lo que es necesario solucionar este problema.

Las aceras en ocasiones se convierten en elementos muy difíciles de diseñar, debido a que en algunos lugares la necesidad de varios servicios obliga a disponer de muchos elementos superficiales tales como semáforos, postes, elementos de señalización, columnas o

obstáculos de alumbrado, armarios para servicios eléctricos, elementos de mobiliario urbano, etc. Y debido a esto a veces resulta difícil el poder ordenar adecuadamente cada uno de estos elementos para la comodidad de los usuarios.



Grafico 3.2 Acera estrecha



Grafico 3.3 Obstáculos del peatón

### 3.2.3 Bordillos

Los bordillos son piezas de piedra u hormigón, verticales o inclinados, que se suelen colocar a ambos lados de la calzada de las vías de acuerdo a su función se pueden clasificar a los bordillos en tres tipos:

a) *Bordillos traspasables.* Son los que tienen como fin dificultar algo la salida de los vehículos de la calzada, pero pueden ser traspasados fácilmente por los mismos en casos de urgencia o necesidad. Estos tienen un talud que suele ser de 1 a 1 ó 2 a 1. Reducen el ancho efectivo de la calzada (por alejarse los vehículos de ellos) en unos 20 cm de día, pero la reducción por la noche es nula.

b) *Bordillos barrera normales.* Son los más usados en nuestras ciudades, se proyectan para evitar que los vehículos que vayan a bajas velocidades puedan subir fácilmente a las aceras y atropellar fácilmente a los peatones o invadir zonas dedicadas a césped. Tienen de 15 cm de altura en adelante pero no deben pasar de 20 cm a fin de que no dañen a los automóviles que se estacionen contra ellos. Por lo tanto los vehículos pueden

traspasarlos en casos de necesidad muy urgente, aunque dando fuertes golpes si no reducen su velocidad considerablemente. Restringen el ancho de las calzadas de 0.3 a 0.9m.

c) *Bordillos barrera altos*. Tienen más de 20 cm de altura y su misión es impedir a toda costa que los vehículos se salgan de la calzada son usados en sitios peligrosos tales como puentes, viaductos o junto a precipicios. Pueden ser de tipo escalonados, los carriles adyacentes a estos bordillos deben ser de 0.75 a 1.8 más anchos que lo normal.

### 3.3 Velocidades de Diseño y Circulación

La velocidad de diseño no es, en las calles un factor tan determinante como lo es en carreteras en campo abierto. Existen otros parámetros (intersecciones, semáforos, etc.) que condicionan mucho más su funcionalidad.

En vías en las que el movimiento los de automóviles no es el factor básico de proyecto (por ejemplo, en vías locales de tráfico restringido) el concepto de velocidad de diseño pierde su sentido.

#### \*1. Velocidad de diseño recomendada:

En el siguiente cuadro se muestran valores que son meramente indicativos: las circunstancias concretas de cada calle determinarán su velocidad de diseño.

Cuadro 3.1 Tipos de Vías y sus Velocidades

TIPO DE VÍA	VELOCIDADES DE DISEÑO
Autovías urbanas	80 Km/h (admisible hasta 60)
Ramales de enlace	
Directos	Hasta 50 Km/h.
Semidirectos y lazos	Hasta 25-30 Km/h
Principales vías y avenidas	60 Km/h. (mínimo, 50 Km/h)
Otras vías colectoras	50 Km/h.
Calles colectoras	No tiene aplicación
<hr/>	
. Valor frecuente para el diseño	
de vías urbanas	25 Km/h

*Fuente: Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano (L. Felipe Manchón y Juan A. Santamera)*

#### d) Distancias de visibilidad y parada

La distancia de visibilidad en general, es la longitud máxima de vía que puede ver un

conductor en tiempo normal y buenas condiciones de iluminación.

**\*1. Visibilidad en vías urbanas**

En vías urbanas conviene mantener una distancia mínima de visibilidad igual a la distancia de parada en todo el recorrido.

**\*2. Cálculo de la distancia de visibilidad**

Se considerará una cota de observación de 1.10 a 1.20m. y una altura de obstáculo de 0 a 1.10m .

En función de la velocidad de diseño pueden adoptarse las distancias de parada indicadas a continuación.

Cuadro 3.2 Velocidad y su Distancia de Parada

Velocidad de diseño Km/h	Distancia de parada (m)
20	15
25	17
30	20
40	32
50	50
60	70
70	90
80	110

*Fuente: Recomendaciones para el proyecto y diseño del Viario urbano (L. Felipe Manchón y Juan A. Santamera)*

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

La formación de colas de espera se debe en gran parte a la mala coordinación de semáforos, estos no cuentan con un cerebro que les permita ser accionados individualmente, ya que la mayoría de los semáforos de una calle se accionan en una misma fase. La utilización de algún software o programa computacional más los valores obtenidos de este estudio servirían de gran manera, para mejorar la repartición de tiempos de ciclo de semáforo de una intersección a otra, haciendo que esto se puede conseguir de manera sencilla sin la necesidad de hacer pruebas en campo. Esta variación de los tiempos de los semáforos puede lograr que se readecue y mejore la circulación del tráfico vehicular.

En las horas pico el problemas del tráfico publico es evidente a simple vista, se observa las colas de espera y demoras que la generan la gran cantidad de vehículos que circulan dentro del área central. Una buena señal es la no circulación del transporte pesado. Además de que, en más de la mitad de las vías la velocidad de circulación media disminuye considerablemente con respecto al flujo libre.

Las intersecciones que no cuentan con semáforo, tampoco tienen señales ó dispositivos de control que prioricen la maniobra de los vehículos cuyo acceso tiene mayor volumen de llegada, este es el caso de las intersecciones Gral. Trigo - Fray M. Mingo y Corrado - Colón.

Podría tenerse en cuenta, la posibilidad de la reversibilidad de la calle Cochabamba en las horas punta de mayor circulación, el sentido podría ser de Este a Oeste, de lunes a viernes,

tomando en cuenta calles de evacuación fuera de la zona de estudio. La aplicación de algún programa podría ser de gran ayuda para evaluar la eficacia de esta alternativa.

El Transporte Público (taxis, micros, taxi trufis) tiene gran incidencia dentro de la zona de estudio, representan casi el 60% de la circulación vehicular. La mayoría de los conductores de micros no respetan las paradas establecidas ya sea por su propia imprudencia o la de algún pasajero, no existe un control estricto con respecto a esta situación. Los taxis también generan congestión debido a que circulan por las vías a velocidades bajas en busca de pasajeros.

Aproximadamente en un 80% de las calles e intersecciones del centro de la ciudad, los conductores no cuentan con una buena visibilidad, esto repercute en la reducción de su velocidad al ingreso de un intersección como de salida, de igual manera los peatones al no contar con el espacio suficiente en la acera hace uso de la calzada perjudicando el tránsito y contribuyendo al aumento del congestionamiento.

El estacionamiento deberá ser prohibido en un campo de acción mayor (no solamente en la Domingo Paz y Bolívar), de igual forma deberá extenderse el cobro de estacionamiento a todas las calles perimetrales y adyacentes a la zona de estudio teniendo el mismo el valor de 1 bs. y de 5 bs. dentro de la zona de estudio, para de esta manera inducir en el usuario para que tome otro tipo de mecanismo para poder llegar a su objetivo.

Es evidente que el incumplimiento de la señalización y las normas de tránsito, ya sea por conductores o peatones, ocasiona congestión vehicular y posibles accidentes a los usuarios que transiten por la zona.

Se puede optar por la medida de volver semipeatonales a algunas de las calles del centro de la ciudad, se obtendrían mejores resultados si a éste planteamiento se lo acompaña con medidas de carácter restrictivo, además que mejora la transitabilidad evitando las demoras que causarían los estacionamientos en dichas calles.

## 5.2. Recomendaciones

Debería incrementarse el control de tránsito y los elementos de ayuda a mejorar la circulación (cebras), esto puede solventarse del aumento de peaje por estacionamiento.

Podría plantearse como medida la restricción vial, es decir, restringir la circulación de una cierta cantidad de vehículos en la zona de estudio. Las restricciones más comunes son las que llevan el control de la placa del vehículo, como también una roseta de permiso de circulación. Esta medida debería aplicarse tanto a vehículos particulares como públicos aunque se puede hacer algún tipo de consideración a aquellos que transporten mayor cantidad de pasajeros.

Las instituciones podrían descentralizarse ubicando oficinas sucursales en varios puestos de la ciudad para evitar la obligación de trasladarse hacia el centro de la ciudad, como también abrir sus puertas en horas no pico como ser una o dos noches a la semana; además de que se podría hacer un mejor uso de la tecnología para realizar la mayor parte de las actividades por Internet. Esto debería ser inculcado a la población mediante spots televisivos y otros.

Se debe hacer mayor énfasis en la educación vial que tienen los conductores y peatones, hacer que los mismos cumplan las normas establecidas. Llevarla a cabo una formación permanente desde la niñez, enseñando a combatir la falta de respeto por parte de los usuarios hacia las normas de tránsito, evitan la conducción indisciplinada, etc.

Escalonar los horarios de inicio de actividades traería algún alivio al tráfico público. Los colegios y escuelas podrían iniciar sus actividades a primera hora de la mañana, las oficinas públicas una hora después y los negocios particulares dos horas más tarde; todo esto alargaría el período punta de la mañana.

Es de gran importancia un mejor manejo de la institución de tráfico y transporte para realizar controles, mediciones, aforos sistemáticos y estadísticos de los factores de tráfico como ser: volúmenes de tráfico, velocidad, tiempos de fase de los semáforos, etc.

Se podría destinar el carril derecho para la circulación de vehículos del transporte público (micros) con paradas fuera del área estudiada. Sería más beneficioso reducir la cantidad de taxis que de micros ya que estos tienden a llevar menos pasajeros.

Se deberá ser más rígidos con la ordenanza del trazo urbano del centro de la ciudad, corrigiendo el ancho de las aceras y ochaves, además de los puestos comerciales mal ubicados.

Se recomienda un mantenimiento más continuo para con la señalización horizontal. Los pintados de las mismas deberán hacerse por lo menos una vez al año o cuando no se pueda distinguir a éstas con claridad.