

## CAPITULO 1

### INTRODUCCIÓN

#### 1.- Justificación

El área central de Yacuiba enfrenta un problema estructural con el Transporte Público que es consecuencia directa del crecimiento vehicular de 7,5 % anual, la falta total de autoridad para manejar Técnicamente el problema aplicando las Ordenanzas y los Reglamentos que regulen el estacionamiento de vehículos en las calles del centro. Para manejar el parque automotor de vehículos la cantidad de efectivos policiales del Organismo Operativo de Transito es insuficiente, tampoco se cuentan con los medios logísticos necesarios, situación por la que se agrava aún más el problema. El Servicio de Transporte Público es caótico no obedece a ninguna estructura de organización técnica, razón por la cual la operación de este servicio es conflictiva y desordenada.

La Autoridad designada por ley no ha podido ni siquiera intervenir en la regulación del tipo de unidades apropiadas para satisfacer adecuadamente la demanda (diseño del vehículo tipo de transporte público) y peor aún en la determinación de las frecuencias, los dos aspectos son requisitos básicos sobre los cuales se ordena y organiza el Servicio de Transporte Público.

El Transporte Público Urbano, antes que a un estudio técnico, obedece a una estructura Sindical y gremial dividida en Modalidades de Servicio definida solo por el tamaño del vehículo. Razón por la cual se tiene un transporte atomizado con gran cantidad de vehículos, consecuencia de la crisis económica donde cada propietario es un empresario que responde a una organización matriz.

Ante un panorama tan desalentador es necesario plantear alternativas técnicamente viables y económicamente factibles, frente una organización

poderosa y una fuerte injerencia política que puede hacer fracasar cualquier intento de encontrar la luz al final del túnel.

El presente análisis está fundamentado en las directivas del Plan Maestro de Vialidad y Transporte de la H. Municipalidad (Documento Técnico Legal que regula el Servicio Público).

La ciudad de Yacuiba se caracteriza por ser una ciudad donde su actividad principal es el comercio ,y como todos sabemos estos últimos años tiene un crecimiento de población muy rápido, que ha hecho que sus calles ,se congestionen de vehículos ,porque todos los vehículos estacionan en el centro de la ciudad , la calle comercio ,y la calle Santa Cruz.

Los vehículos que ingresan al centro se desplazan muy lentamente buscando donde estacionar ocasionando un perjuicio para los demás vehículos.

El transporte público no respeta los lugares de estacionamiento.

No existen horarios de carga y descarga, se paran en media calle para descargar los pasajeros los taxistas.

Otros vehículos descargan mercadería a cualquier hora no existe una norma que regule de verdad la distribución de estacionamientos de descarga.

Todo estos problemas que mencionamos anteriormente se produce por la falta de planificación el cual se va incrementando con el pasar del tiempo debido a la falta de estudio en nuestra ciudad hablando específicamente del tema de estacionamiento.

Para conocer las características de estacionamiento de la zona central de Yacuiba es necesario llevar a cabo un cierto análisis y estudio, que permitirá establecer la demanda actual de espacios y verificar las necesidades físicas, para así revisar o incrementar la oferta de espacios existentes.

Una vez realizando estos estudios se podría determinar, si la oferta actual abastece o no abastece ante la demanda actual, si es que la oferta abastece se podría hacer un ordenamiento y podríamos pronosticar una oferta futura.

En caso contrario de que no abastece la oferta actual se tendría que hacer un reordenamiento de estacionamientos en las calles y aparte de esto crear algunos lugares como ser lotes, garajes y otros lugares para ayudar al número de vehículos para estacionarse en la zona central de Yacuiba

## **1.2.- Objetivos**

Los objetivos trazados son los siguientes:

### **1.2.1. Objetivos Generales**

- Realizar un análisis del estacionamiento de tráfico vehicular en la zona central de Yacuiba y verificar si existe la necesidad de más espacios para el estacionamientos

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar la cantidad demandada de lugares de estacionamiento en la zona de influencia o área de estudio
- Identificar la cantidad de oferta de lugares de estacionamiento en la zona de influencia o áreas de estudio

- Determinar el área central conflictiva para realizar el análisis entre la oferta y demanda.
- Identificar el vehículo de diseño realizando un inventario de vehículos en centro de Yacuiba.
- Realizar un estudio para determinar la oferta de estacionamientos en la zona central de Yacuiba.
- Verificar si existe la necesidad de más espacios para el estacionamiento de acuerdo a la demanda máxima en 10 minutos.
- Realizar el análisis entre la oferta y la demanda de la zona a estudiar, tomando en cuenta todos los aspectos necesarios que intervienen en este.
- Analizar los factores del estacionamiento, el índice de ocupación y la duración de tiempos reales que existen en los estacionamientos.
- Plantear una solución desde el punto de vista del índice de ocupación.
- Realizar un inventario físico de los espacios de estacionamiento disponibles, tomando en cuenta las restricciones que existen para estacionar en la calle.
- Realizar aforos manuales, reales de la zona central.
- Establecer las conclusiones y recomendaciones que se vean necesarias para este tipo de estudio.

### **1.3. Alcance de Estudio**

La ciudad de Yacuiba se caracteriza por ser nuestra frontera con la argentina y así convirtiéndose en centro de actividad comercial y la zona céntrica está concentrada todos los comercios ,bancos ,mercados ,colegios y otros por esta

razón se convierte en una área conflictiva para el tráfico normal de los vehículos .

Con la ayuda de un plano de la ciudad de Yacuiba se delimitará el área de estudio ,en este plano se codificará cada manzana para un mejor control .

En nuestro plano se identificará claramente un sector uno y sector dos , en el sector uno es el área de demanda y el sector dos el área de oferta.

Se obtendrá la oferta real del sector 1 y el sector 2. Con sus respectivas dimensiones de estacionamiento permitido y prohibido así también la ubicación de los lugares de las paradas taxis micros, todo este detalle se muestra al final del trabajo como plano completo y bien detallado.

En este estudio se determinará claramente la oferta y demanda de estacionamiento en centro de la ciudad de Yacuiba. Utilizando la metodología de inventarios, aforos manuales en las calles del centro de Yacuiba, en la calle comercio, calle -santa cruz donde se encuentra el congestionamiento.

Se obtendrá aforos actualizados del año 2011,lo aforos se realizará en el sector uno , con estos datos de aforo manuales, se podrá calcular en gabinete la máxima demanda existente, el índice de ocupación, relación entre oferta y demanda y otros.

Después de obtener estos datos de oferta y demanda ,se realizará la respectiva interpretación técnica , y realizar las recomendaciones técnicas de solución

En el desarrollo del estudio se analizarán los factores que están conflictuando de manera directa e indirecta al tráfico vehicular del centro de Yacuiba.

Figura 1.1 zona central delimitada sector uno y sector dos.



#### **1.4. Metodología de Estudio**

La metodología de estudio será dividida en cuatro partes que son:

1 la determinación de toda la zona de estacionamiento permitido “oferta” con su respectivo plano, 2 el aforo de datos, 3 el procesamiento de los datos 4 el análisis de los resultados obtenidos.

a) Primero se delimitara el área donde mayor demanda de estacionamiento existe ,que es el centro de la ciudad de Yacuiba.

b) Se elaborara unas planillas de inventario luego se fue recorriendo calle por calle tomando nota del número de placa de los vehículos que se encontraban estacionados, en un tiempo de 10 minutos ,el tiempo total de aforo es de tres horas. Con estas tres horas de estudio se puede verificar y realizar un análisis y verificar el comportamiento del estacionamiento en la zona de estudio

c) Luego se procede a la determinación del índice de ocupación la duración promedio del estacionamiento , con los resultados se procede a realizar la interpretación respectiva y como resultado tenemos la oferta y demanda de estacionamiento y verificamos si la demanda es mayor que la oferta .También se verifica la cantidad de vehículos en porcentaje que se encuentran mal estacionados, como también se verificara la cantidad de vehículos que se encuentran más tiempo estacionado y el porcentaje de vehículos que se encuentran estacionados en diferentes horas del día.

d) Después de haber obtenido los resultados de oferta y demanda se realiza un análisis ,para recomendar las soluciones y conclusiones de todo el trabajo .

## **CAPITULO 2**

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO**

#### **2.1. Generalidades**

Los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos y/o personas, sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial de carreteras o calles. Dichos datos se expresan en relación con el tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de metodologías que permiten estimar de manera razonable, la calidad la cálida del servicio que el sistema presta a los usuarios.

El tipo de datos recolectados durante este estudio depende de la utilización que se le vaya a dar. Así por ejemplo, algunos estudios requieren de talles de la composición vehicular y los movimientos direccionales mientras que otros sólo exigen los volúmenes totales. También, en algunos casos, solo son indispensables los conteos durante periodos de una hora o menos, otras veces de un día, una semana, un mes o inclusive un año. Las distintas formas para obtener los volúmenes de tránsito, varían desde el uso de aparatos de medición de diversa índole; otras, se basan en el conteo manual a cargo de personas que se interesan especialmente en los movimientos direccionales en las intersecciones, los volúmenes por carriles y la composición vehicular. También tenemos los conteos por combinación de métodos manuales y mecánicos; dispositivos mecánicos, los cuales automáticamente contabilizan y registran los ejes de los vehículos; y los conteos con utilización de técnicas sofisticadas como cámaras fotográficas, filmaciones y equipos adaptados a computadoras.

#### **2.2. Concepto de la Ingeniería de Tráfico o ingeniería de transporte .-**

*La Ingeniería de tráfico o ingeniería de transporte es la rama de la ingeniería civil que trata sobre la planificación, diseño y operación de tráfico en las calles, carreteras y autopistas, sus redes, infraestructuras, así como los estacionamientos, tierras colindantes y su relación con los diferentes medios de transporte consiguiendo una movilidad segura, eficiente y conveniente tanto de personas como de mercancías.*

Se entiende por ingeniería de transportes y vías, el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, prácticas profesionales, principios y valores, necesarios para satisfacer las necesidades sociales sobre movilidad de personas y bienes.

El ingeniero de tráfico en vez de construir nueva infraestructura introduce elementos dinámicos o estáticos (Señales de tráfico, semáforos, paneles, sensores) para regular y dirigir el tráfico maximizando la capacidad de la vía especialmente en lugares congestionados

Esta definición recoge bien todos los campos que competen a la ingeniería de tráfico, desde la solución de pequeños problemas locales, hasta la elaboración de complejos planes de transportes.

### **2.3. Elementos básicos que componen la Ingeniería de tráfico.-**

El tránsito vehicular (también llamado tráfico vehicular, o simplemente tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.

Los elementos que componen la ingeniería de tráfico son: el usuario (relacionado con peatones y conductores), el vehículo y la vía (relacionado con calles y carreteras).

#### **2.3.1. El Peatón**

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

En la mayoría de los casos las calles y carreteras son compartidos por los peatones y vehículos, excepto en la Autopistas el tráfico de los peatones es prohibido.

Los accidentes sufridos por peatones se deben a que no respetan las zonas destinadas a ellos, ya sea por falta de conocimiento u otro factor.

Por lo tanto se deberá estudiar al peatón no solamente por ser víctima, sino porque también es una de las causas, para la cual es necesario conocer las características del movimiento de los peatones y la influencia que tienen ciertas características como ser la edad, sexo, motivo de recorrido, etc

**Figura 2.1** Peatón cruzando la vía publica



### **2.3.1.1 El Usuario**

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

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

### **2.3.1.2. El Conductor**

Toda persona natural que conduce un vehículo del tipo para que esta autorizada, de conformidad a la licencia de conducir. Es importante conocer las principales características de los conductores para lograr un buen proyecto y una operación eficaz del sistema del transporte, sobre todo en lo relacionado con su interacción con el vehículo y el resto del tránsito. Un conductor se enfrenta a múltiples decisiones en un recorrido dado, las cuales son tomadas con base en su experiencia en situaciones similares y la influencia de una serie de factores externos, de cierta variabilidad, como la presencia de otros vehículos y las condiciones climatológicas y en general al entorno.

El conductor requiere de una serie de condiciones físicas para realizar la acción de conducir entre estas tenemos: condiciones ópticas, sensaciones acústicas, odoríficas y musculares. La información que percibe un conductor influye en su tiempo de reacción. En general, el tiempo de reacción aumenta con la complejidad de la decisión que se debe tomar y la información recibida. Cuando se espera o se prevé un suceso, el tiempo de reacción es menor que ante una situación súbita e inesperada.

Para el caso de una reacción súbita e inesperada, el tiempo de reacción de los conductores puede variar de 1 a 4,5 segundos. Mientras mayor sea el tiempo de reacción mayor será la probabilidad de cometer un error en la conducción de un vehículo. La respuesta de los conductores es muy variable y éstos se toman más

tiempo cuando las decisiones son complejas o cuando se enfrentan a situaciones inesperadas.

Los tiempos de percepción-reacción de los conductores generalmente aumentan con los siguientes factores:

- Fatiga
- Enfermedades o deficiencias físicas
- El alcohol y las drogas
- Estado emocional
- El clima
- Época del año
- Edad
- Condiciones del tiempo
- Altura sobre el nivel del mar
- El cambio del día a la noche y viceversa.

Cuando una persona ha consumido sustancias alcohólicas o drogas antes de conducir un vehículo comúnmente no se percata que su tiempo de percepción-reacción aumenta a más tres veces el correspondiente a una condición normal. Ésta es una de las razones por las que se incrementa significativamente la probabilidad de accidentes viales. La velocidad de circulación reduce el ángulo visual, restringe la visión periférica y limita el tiempo disponible para que un conductor reciba y procese información. El campo de visión aguda o clara, en el cual se pueden leer adecuadamente los textos en una señal vial, varía normalmente de 3 a 5 grados en el sentido vertical, con respecto a la línea central de los ojos.

Sin embargo hay pocas técnicas que estén tan ligadas a las cualidades físicas y psicológicas del hombre como ésta. En la figura 2.2 se muestra el conductor como dueño de decisiones de maniobras.

**Figura 2.2** Conductor dueño de decisiones de maniobras.



### 2.3.1.2.3 Clasificación de los conductores.-

Podemos clasificar a los conductores, según el vehículo que guían, en:

- **Conductor de vehículos menores:** bicicletas, motocicletas, vehículos de tracción a sangre, pequeños carros.
- **Conductor de vehículos medianos o livianos:** automóviles particulares, taxis, camionetas, y vehículos que no superen los 1.500 kilogramos.
- **Conductor de vehículos pesados:** camiones, ómnibus, remolques y semirremolques

### 2.3.1.2.2. Estacionamiento y el conductor.-

En relación con los vehículos, se conoce como estacionamiento al espacio físico donde se deja el vehículo por un tiempo indeterminado cualquiera, también al acto de dejar inmovilizado un vehículo.

El conductor es un elemento muy importante con relación al estacionamiento, el conductor tiene que tener cierto dominio sobre el vehículo ya que en el momento de estacionar se realizan ciertas maniobras para poder llegar a estacionar de una manera muy buena a regular. En la fotografía de la figura 2.3 se muestra como el conductor utiliza las maniobras para estacionar.

**Figura 2.3** Operaciones que realiza el conductor para estacionar



Para estacionar en las calles de la ciudad, las personas que deseen llegar a ciertos lugar y donde exista un espacio más cerca a ese lugar, el conductor tendrá que realizar las diferentes operaciones de maniobra para estacionar, éste

espacio a veces no es el suficientemente cómodo para realizar estas maniobras y llegar a estacionar el vehículo. El conductor tendrá un tiempo determinado para realizar estas maniobras, pero este tiempo si es muy demoroso utilizando muchas maniobras para el aparcamiento, éste trae muchos problemas en el tráfico, reduciendo la capacidad de circulación, generando congestionamientos y molestias de otros usuarios de la vía. Por eso el conductor juega un papel muy importante en lo que se relaciona con el estacionamiento.

### **2.3.2. Concepto de Vehículo**

Es todo aparato que circule por la vía pública, excepto los comprendidos en la definición de peatón.

Estos por su naturaleza se dividen en tres grandes grupos:

- a) Tracción Animal: movidos por animales de tiro, silla o cualquier clase, tales como coche, o carreta.
- b) Tracción Humana: Los que se impulsan por fuerza muscular del hombre, como carretillas o carretones de mano, bicicletas Velocípedos.
- c) Tracción Mecánica: Los movidos por cualquier fuerza motriz, provengan o no de acción exterior, tales como: automóviles, camiones, buses y motos.

. En la figura 2.4 se muestra los diferentes tipos de vehículos usuarios de la vía.

**Figura 2.4** Vehículos usuarios de la vía publica



### 2.3.2.1. Características de los Vehículos de Proyecto

La Tabla 2.1 muestra las características representativas para los vehículos circulantes por las carreteras nacionales, a partir de una serie de mediciones de dimensiones realizadas. Con el fin de ilustrar la magnitud de la modificación introducida en cuanto al espacio requerido con los vehículos de proyecto recomendados, cabe señalar que el radio de giro mínimo del más grande de estos últimos (DE-2970) es 15% superior al radio de giro mínimo del mayor en el anteproyecto de actualización de la normativa mexicana de 1992 (DE-2520).

En general **el vehículo de análisis** es aquel tipo de vehículo hipotético, cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizados para establecer los lineamientos que guiarán el proyecto geométrico de las carreteras, calles e intersecciones, tal que éstas puedan acomodar vehículos de este tipo.

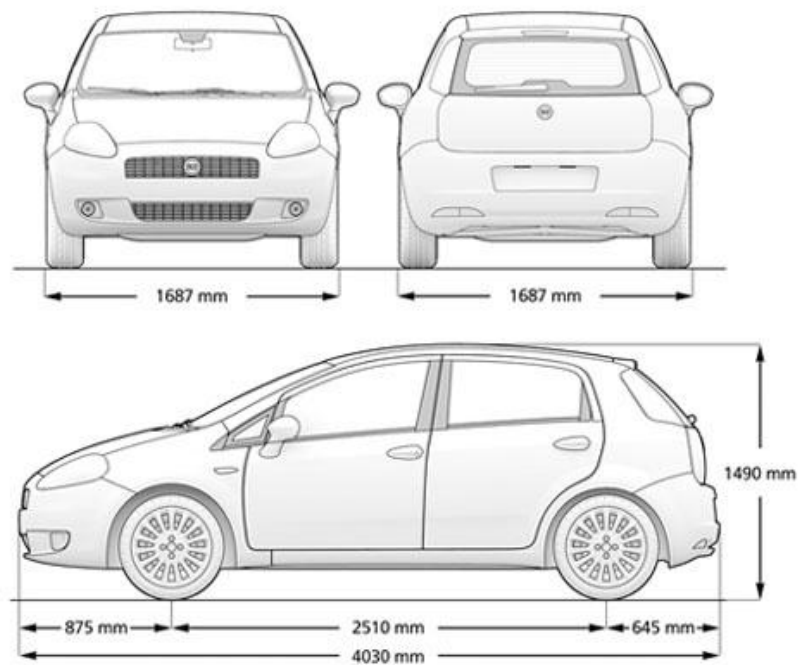
En general, para efectos de proyecto, se consideran dos tipos de vehículos de proyecto: los vehículos ligeros o livianos y los vehículos pesados, clasificados éstos en camiones y autobuses. Las principales características para su clasificación están referidas al radio mínimo de giro.

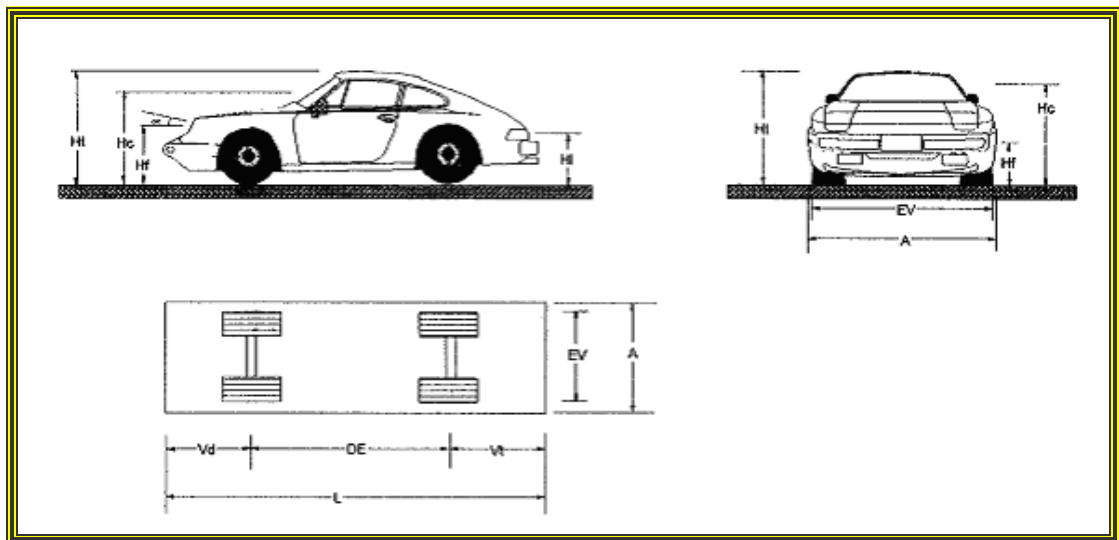
**Vehículo ligero o livianos** de proyecto, éste puede ser utilizado en intersecciones menores en zonas residenciales, donde el número de vehículos que realizan vueltas no es significativo. También puede ser utilizado en intersecciones mayores que dispongan de carriles de estacionamiento y cruces peatonales demarcados, los cuales obligan el uso de radios pequeños en las esquinas aún aceptables.

**Vehículo pesado** de proyecto, éste se utiliza con respecto a la capacidad de carga, y estacionamientos de pasajeros, donde se espera una alta circulación de autobuses y camiones, efectuando maniobras de ascenso y descenso de pasajeros y descarga de mercancías.

En las figuras 2.5 y 2.6 se describen las diferentes dimensiones de los vehículos, tanto como para vehículos livianos y pesados.

**Fig. 2.5** Vehículo ligero

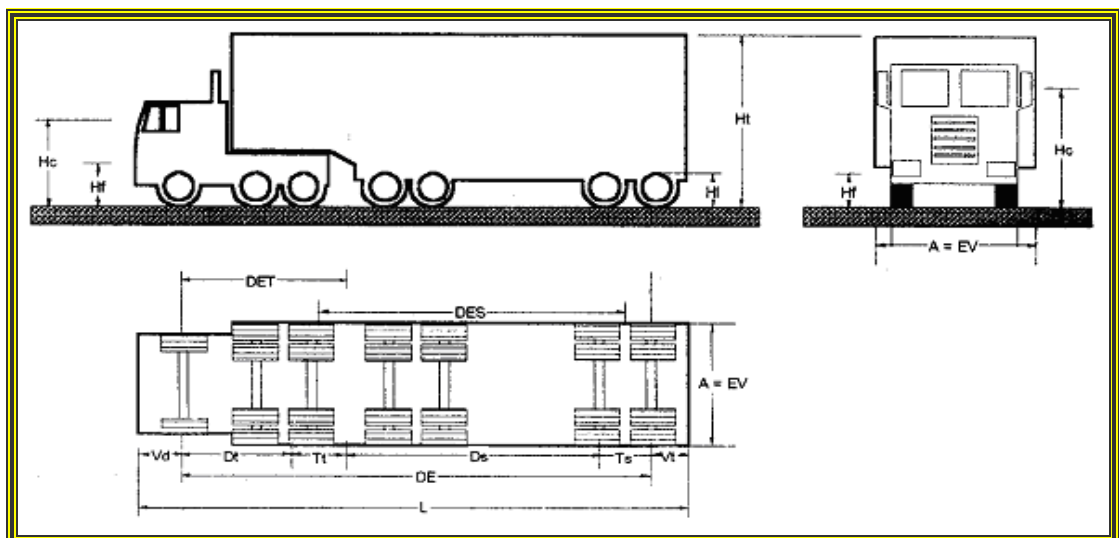




### Dónde:

$L$	= longitud total del vehículo	$V_t$	= vuelo trasero	$H_t$	= altura total del vehículo
$DE$	= distancia entre los ejes más alejados de la unidad	$T_t$	= distancia entre los ejes del tándem del tractor	$H_c$	= altura de los ojos del conductor
$DET$	= distancia entre los ejes más alejados del tractor	$D_t$	= distancia entre el eje delantero del tractor y el primer eje del tándem	$H_f$	= altura de los faros delanteros
$DES$	= distancia entre la articulación y el eje del semirremolque	$A$	= ancho total del vehículo	$H_r$	= altura de las luces posteriores
$V_d$	= vuelo delantero	$EV$	= distancia entre las caras extremas de las ruedas (entrevía)	$\alpha$	= ángulo de desviación del haz luminoso de los faros

Fig. 2.6 Vehículo pesado



**Tabla 2.1** Características de los vehículos de proyecto

LOS VEHICULOS		CARACTERÍSTICAS DE VEHÍCULOS DE PROYECTO TIPO					
		DE-335	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525	
Longitud total del Vehículo ( m)	L	5.8	7.3	9.15	15.25	16.78	
Distancia entre ejes extremos del vehículo (m)	DE	3.35	4.5	<b>6.1</b>	12.2	15.25	
Distancia entre ejes extremos del tractor (m)	DET	--	--	--	3.97	9.15	
Distancia entre ejes del semirremolque (m)	DES	--	--	--	7.62	6.1	
Vuelo delantero (m)	Vd	0.92	1	1.22	1.22	0.92	
Vuelo trasero	Vt	1.53	1.8	1.83	1.83	0.61	
Distancia entre eje tanden tractor (m)	Tt	--	--	--	--	1.22	
Distancia entre eje tanden semirremolque (m)	Ts	--	--	--	1.22	1.22	
Distancia entre eje interiores tractor (m)	Dt	--	--	--	3.97	4.88	
Distancia entre eje interiores semirremolque (m)	Ds	--	--	--	7.01	7.93	
Ancho total del vehículo (m)	A	2.14	2.44	2.59	2.59	2.59	
Entre vía del vehículo ( m)	EV	1.83	2.44	2.59	2.59	2.59	
Altura total del vehículo (m)	Ht	1.67	2.14 – 4.12	2.14 – 4.12	2.14 – 4.12	2.14 – 4.12	
Altura de los ojos del conductor (m)	Hc	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	
Altura de los faros delanteros (m)	Hf	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	
Altura de los faros traseros (m)	HI	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	
Angulo de desviación del haz de luz de los faros	$\infty$	1°	1°	1°	1°	1°	
Radio de giro mínimo (m)	Rg	7.32	10.4	12.81	12.2	13.72	
Peso total Kg	Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000
	Vehículo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000
Relación peso / potencia (kg/Hp)		Wc/P	45	90	120	180	180

VEHÍCULOS REPRESENTADOS POR EL PROYECTO		A	C2	B	T2-S1	T2-S2	
				C3	T2-S2	OTROS	
PORCENTAJE DE VEHÍCULOS DEL	A	99	100	100	100	100	
TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA	C2	30	90	99	100	100	
ENTRE EJES EXTREMOS (DE)	C3	10	75	99	100	100	
ES MENOR QUE LA DEL	T2-S1	0	0	1	80		99
VEHÍCULO DE PROYECTO	T2-S2	0	0	1	93	78	100
	T3-S2	0	0	1	18		90
PORCENTAJE DE VEHÍCULOS DEL	A	98	100	100	100	100	
TIPO INDICADO CUYA RELACIÓN	C2	62	98	100	100	100	
PESO / POTENCIA	C3	20	82	100	100	100	
ES MENOR QUE LA DEL	T2-S1	6	85	100	100	100	
VEHÍCULO DE PROYECTO	T2-S2	6	42	98	98	98	
	T3-S2	2	35	80	80	80	

Fuente: Ingeniería de tránsito de Rafael Cal y mayor, Pág. 83.

### 2.3.2.2. Clasificación automotores o Vehículos.-

Para clasificar los vehículos se pueden tomar varios criterios nosotros clasificaremos por sus características físicas y de su oficio .

### 2.3.2.2. Clasificación de acuerdo con su oficio.-

Según las necesidades los vehículos se pueden clasificar, de acuerdo con su oficio, en:

**Transporte de Carga o Pesado:****Transporte de Carga Especializado****Transporte de Emergencia:** ambulancias, bomberos, policía, entre otros

**Transporte de Carga Mediana**



**Transporte de Pasajeros**



**Transporte liviano**



Dependiendo del tipo de estudio que se va a realizar se debe establecer cual es la clasificación que se requiere al momento de realizar el aforo. En carreteras la clasificación que normalmente se usa es la siguiente:

### **Vehículos Pesados**

- Camiones simples
- Camiones con semirremolque
- Camiones con remolque
- Autobuses

### **Vehículos Medianos**

- Camionetas de hasta 3 ton.
- Volquetas hasta 4 m<sup>3</sup>
- Micros hasta 29 pasajeros

### **Vehículos Livianos**

- Automóviles
- Jeeps
- Vagonetas
- Camionetas

También podemos clasificar los vehículos según su uso:

### **Privados**

- Pasajeros
- Carga

### **Públicos**

- Pasajeros
- Carga

### 2.3.2.3. Vehículo de diseño.-

Las características de los vehículos, además de condicionar los aspectos referidos en la norma, a través del peso bruto admisible, conjugado con la configuración de los ejes, influyen en el diseño de carreteras, puentes, estacionamientos etc.

Al seleccionar el vehículo de diseño hay que tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará el estacionamiento. Normalmente, hay una participación suficiente de vehículos livianos para condicionar las características de las calles. Por consiguiente, el vehículo de diseño normal será el vehículo comercial rígido.

Al mismo tiempo, la selección del vehículo de diseño para nuestro estudio se determinada después de realizar un inventario en las calles de estudio de la zona.

Lo que nos interesa en los vehículos es:

1. Las dimensiones ( longitud, ancho y alto)
2. Radio de giro

#### 2.3.2.3.1 Las Dimensiones de vehículo

Las alturas que se citan en el tópico correspondiente son en general de vehículos pequeños, cuya participación en el parque es ya significativa, pero excluye algunos modelos deportivos existentes en muy baja proporción.

El **ancho** de los vehículos está en función del carril, el ancho ideal del carril es igual a 3.6 m.

**Altura.-** Lo que limita la altura del vehículo es cuando existen pasos a desnivel.

**Longitud.-** La longitud del vehículo varía de acuerdo al tipo de vehículo que pueden ser, vehículos livianos o pesados

**Tabla 2.2** dimensiones de diferentes tipos de vehículos más usuales

Descripción	Livianos	Medianos
De defensa a defensa	4.40 – 5.8 m.	4.85 – 6.30 m.
Entre centros de ejes	2.80 - 3.75 m.	3.20 – 4.00 m.
Altura	1.53 – 1.74 m.	1.65 – 2.00 m.

Pesados	Unitarios (dos ejes )	Con semiremolque	Con remolque
L. total	6.10 – 10.65 m.	7.95 – 15.20 m.	10.00 – 19.50 m.
Ancho	2.10 – 2.50 m.	2.10 – 2.50 m.	2.10 – 2.50 m.
Altura	3.80 – 4.15 m.	3.80 – 4.15 m.	3.80 – 4.15 m.

### 2.3.2.2.- GIRO MÍNIMO VEHÍCULOS TIPO

Es el espacio mínimo absoluto para ejecutar un giro de 180° en el sentido del movimiento de las agujas del reloj, queda definido por la trayectoria que sigue la rueda delantera izquierda del vehículo (trayectoria exterior) y por la rueda trasera derecha (trayectoria interior). Además de la trayectoria exterior, debe considerarse el espacio libre requerido por la sección en volado que existe entre el primer eje y el parachoques, o elemento más sobresaliente.

La trayectoria exterior queda determinada por el radio de giro mínimo propio del vehículo y es una característica de fabricación.

La trayectoria interior depende de la trayectoria exterior, del ancho del vehículo, de la distancia entre el primer y último eje y de la circunstancia que estos ejes pertenecen a un camión del tipo unidad rígida o semirremolque articulado.

En las Figuras 202.01, 202.02, 202.03, 202.04, 202.05 y 202.06 se ilustran las trayectorias mínimas obtenidas para los vehículos de diseño con las dimensiones máximas establecidas en el Reglamento de Peso y Dimensión Vehicular.

TIPO DE VEHÍCULO	NOMENCLATURA	ALTO TOTAL	ANCHO TOTAL	LARGO TOTAL	LONGITUD ENTRE EJES	RADIO MÍNIMO RUEDA EXTERNA DELANTERA	RADIO MÍNIMO RUEDA INTERNA TRASERA
VEHÍCULO LIGERO	VL	1,30	2,10	5,80	3,40	7,30	4,20
ÓMNIBUS DE DOS EJES	B2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
ÓMNIBUS DE TRES EJES	B3	4,10	2,60	12,10	7,60	12,80	7,40
CAMIÓN SIMPLE 2 EJES	C2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
CAMIÓN SIMPLE 3 EJES O MAS	C3 / C4	4,10	2,60	12,20	7,6	12,80	7,40

GIRO MÍNIMO PARA VEHÍCULOS LIGEROS (VL)

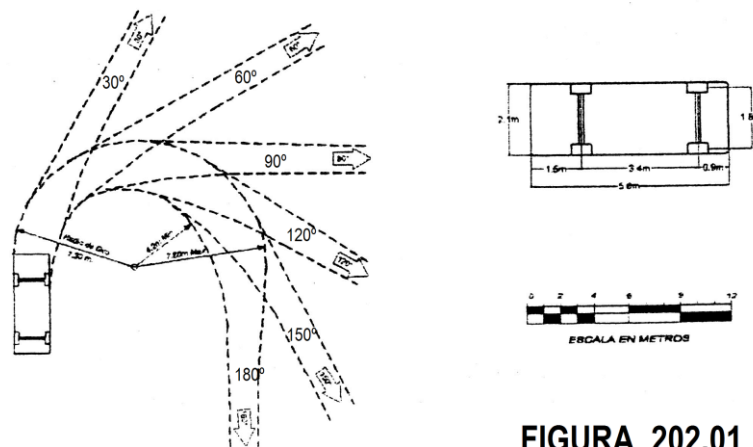


FIGURA 202.01

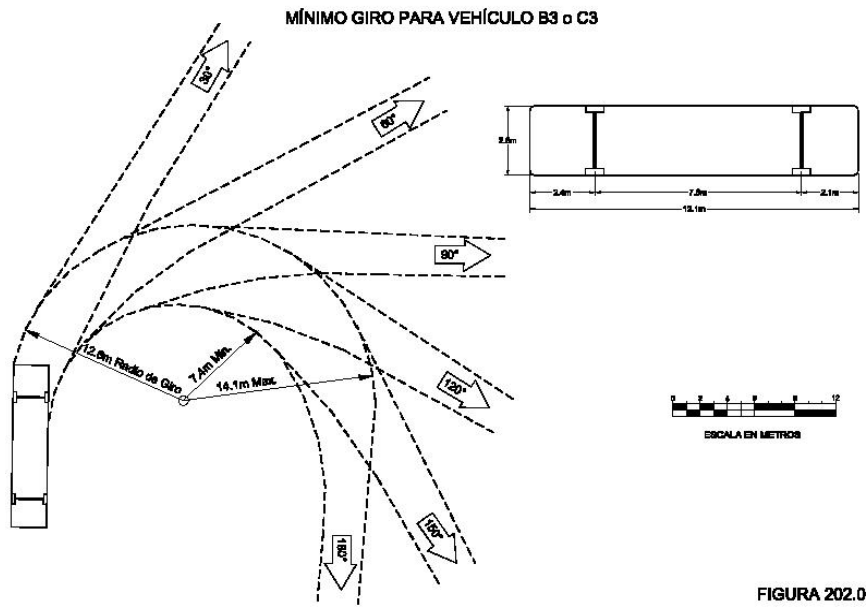


FIGURA 202.03

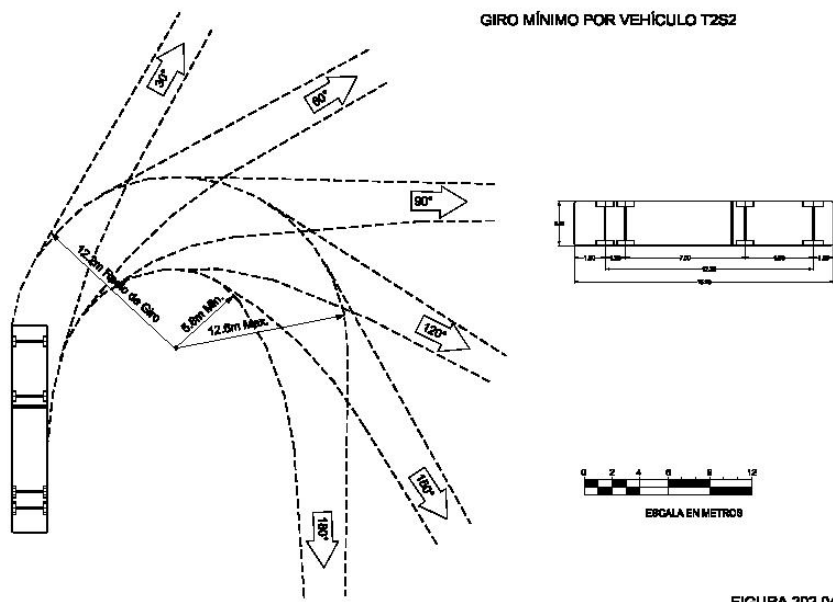


FIGURA 202.04

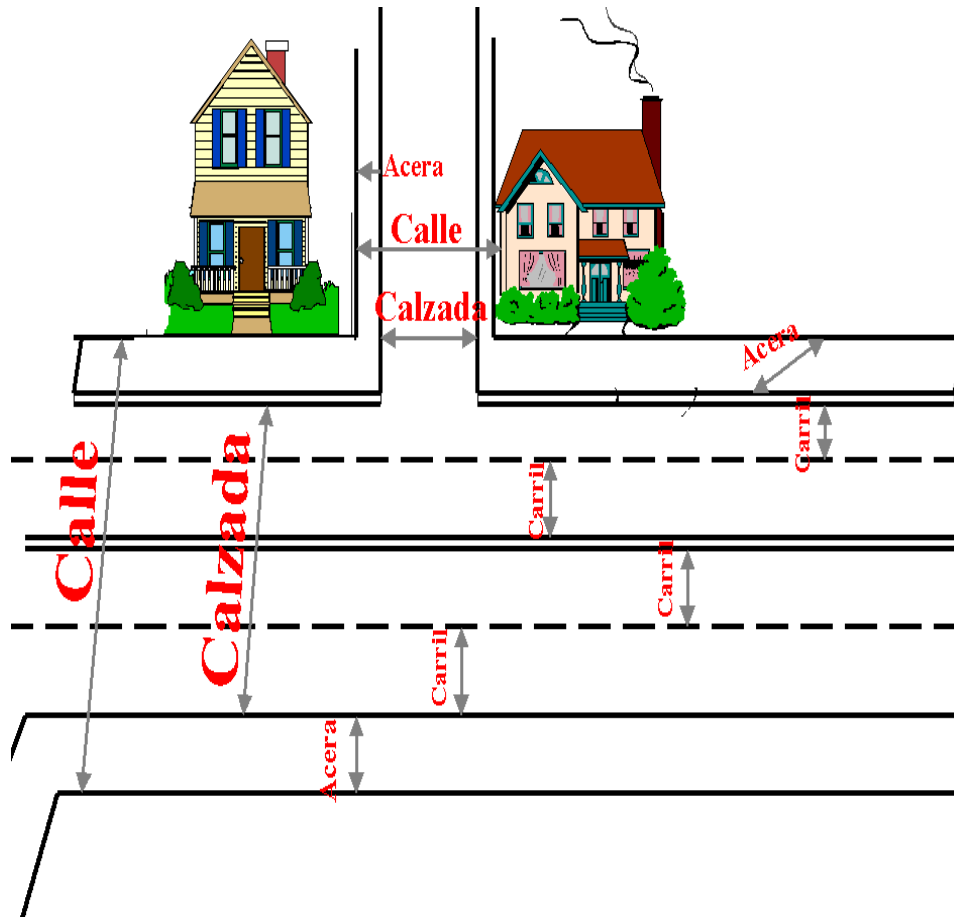
Dentro de la trayectoria curva que pueda realizar un vehículo va a tener tres posiciones distintas del radio de giro conocidos como radio mínimo, máximo y medio actualmente los fabricantes de automóviles han mejorado la tecnología en cuanto a la inclinación del eje permitiendo radios de giro entre 6 y 7 metros valores muy aceptables a las intersecciones en tramos urbanos

### **2.3.3. La Vía de comunicación.-**

*Vías de comunicación. —Son los medios que se emplean para vencer el obstáculo que opone la distancia a las relaciones entre los hombres.*

Se considera Vía o Red Vial, a toda superficie terrestre, pública o privada, por donde circulan peatones y vehículos, que está señalizada y bajo jurisdicción de las autoridades nacionales y/o municipales, responsables de la aplicación de las leyes de tránsito. Los elementos principales, podrán estar diseñados en forma de autopistas, semiautopistas, rutas nacionales o provinciales caminos vecinales, avenidas, calles, veredas y plazas de zona urbana y rural. Se incluyen también, elementos secundarios, como son: Los puentes, las rotondas, estacionamientos las plazas públicas, y todo tipo de construcción vial, que utilicemos las personas o vehículos para circular.

### 2.3.3.1 Partes de una vía pública.-



1. **Plataforma.-** Zona de la carretera dedicada al uso de vehículos, formada por la calzada y los arcenes.
2. **Calzada.-** Parte de la carretera dedicada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.
3. **Carril.-** Banda longitudinal en que puede estar subdividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, siempre que tenga una anchura suficiente para permitir la circulación de una fila de automóviles que no sean motocicletas.

4. **Acera.-** Zona longitudinal de la carretera elevada o no, destinada al tránsito de peatones.
5. **Zona peatonal.-** Parte de la vía, elevada o delimitada de otra forma, reservada a la circulación de peatones. Se incluye en esta definición la acera, el andén y el paseo.
6. **Refugio.-** Zona peatonal situada en la calzada y protegida del tránsito rodado.
7. **Arcén.-** Franja longitudinal afirmada contigua a la calzada, no destinada al uso de vehículos automóviles, más que en circunstancias excepcionales.
8. **Intersección (cruce).-** Nudo de la red viaria en el que todos los cruces de trayectorias posibles de los vehículos que lo utilizan se realizan a nivel.
9. **Paso a nivel.-** Cruce a la misma altura entre una vía y una línea de ferrocarril con plataforma independiente

#### 2.3.3.2. Vías Rurales o Carreteras

Se entiende por carretera, aquella faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos, ciertamente uno de los patrimonios más valiosos con los que cuenta cualquier país, es de la infraestructura de su red vial, por lo que su magnitud y calidad representa uno de los indicadores del grado de desarrollo del mismo. Se encontrará siempre que un país de un alto nivel de vida tendrá un excelente sistema vial, un país atrasado tendrá una red deficiente. El diseño geométrico de las carreteras o caminos, incluye todos aquellos elementos relacionados con el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical y los diferentes componentes de la sección transversal.

**Figura 2.8** Vía o carretera de dos carriles



### **2.3.3.3. Vías Urbanas o Calles**

En caso de las vías urbanas que son las que permite la circulación dentro de las ciudades, están generalmente divididas por la importancia que tienen dentro del tráfico o por las características físicas y geométricas que tiene para la circulación del tráfico. La figura 2.7 muestra una calle céntrica o urbana

**Figura 2.7** Vías urbanas o calles de Yacuiba (CALLE COMERCIO)



- Desde el punto de vista de las características de circulación las calles pueden clasificarse en principales a secundarias. Siendo principales las que tienen el flujo direccional. Y secundarias el que tiene el flujo vehicular transversal, cuando tienen esta definición, tienen preferencia de paso las vías principales frente a las vías secundarias.
- Otra clasificación de las vías urbanas es en arteriales (principales), colectoras (secundarias) y terciarias o locales. Se llaman arteriales a las que lleva el flujo direccional principal, normalmente las calles arteriales esencialmente debe tener una mejor geometría y características físicas en cuanto al ancho, alineamiento y pendientes.

## 2.4. Parámetros fundamentales del Tráfico

Un **parámetro** es un **dato** que es tomado como **necesario** para analizar o valorar una situación.

En este estudio teórico de los parámetros de tráfico, solo se verán los parámetros de tráfico más importantes en los que estén orientados y relacionados conceptualmente con el tema del estacionamiento.

Este estudio preliminar ayudara a fortalecer el conocimiento para el posterior desarrollo del tema planteado

### 2.4.1 Capacidad Vehicular

*Def: Número máximo de automotores que pueden pasar por un punto dato, en un carril o en una calzada, durante un periodo de tiempo dado normalmente una hora, bajo las condiciones prevaecientes de tránsito y estado de la vía*

La capacidad vehicular está muy relacionada con el volumen del tráfico ya que se debe establecer una correlación entre estos dos parámetros cuyas posibilidades pueden ser:

- capacidad real = volumen de tráfico
- capacidad real > volumen de tráfico
- capacidad real < volumen de tráfico

Si analizamos las tres posibilidades se podrá definir lo siguiente:

*Primera* nos coloca en el límite crítico en el cual el volumen de tráfico ha alcanzado la capacidad máxima de la calle o carretera. En este caso será prudente buscar alternativas para no llegar al caso inestable.

*Segunda* si la capacidad es mayor al volumen de tráfico las condiciones de flujo vehicular se pueden considerar estables y se debe tratar de mantener esta estabilidad en el flujo vehicular.

*Tercera* si la capacidad es menor al volumen del tráfico, la circulación es inestable ya que los volúmenes han superado la capacidad de la calle o carretera. Esto quiere decir que el flujo esta congestionado.

#### **Nivel de servicio.**

La relación volumen capacidad establece un condicionamiento del flujo vehicular, este condicionamiento se ha tratado de conceptualizar en el nivel de servicio que es la característica cualitativa que tiene la calle o carretera con respecto al flujo vehicular, por lo tanto esa cualidad que va hacer variar desde el extremo de tener un flujo libre con libertad de maniobras y libertad de velocidad hasta la otra condición crítica de tener un flujo congestionado cuya velocidad esté cercana a 0 (cero) y produzcan largas colas en el flujo y esté restringido totalmente de cualquier maniobra.

#### **2.4.1.1 Condiciones de la capacidad.**

La capacidad vehicular puede tener dos condiciones que son condiciones ideales y reales las cuales proporcionalmente nos darán capacidad ideal y capacidad real respectivamente

#### **Condiciones ideales.**

Dan lugar a una capacidad ideal de acuerdo al manual de capacidad de EEUU y otros manuales establecen los siguientes acondicionamientos para las carreteras:

- Ancho de carril = 3.60 m.
- Ancho de berma = 1.80 m.
- Pendiente longitudinal = 0 %
- la composición de vehículos sólo debe tener vehículos livianos
- la relación de cantidad de vehículos por sentido debe ser 50 / 50 las condiciones ideales en calles son las siguientes:
- Ancho de carril mínimo = 3.60 m.

- No debe haber obstrucciones laterales
- La pendiente longitudinal debe ser nula ( 0 % )
- No debe existir incidencia de equipamiento urbano que afecte al flujo vehicular

### **Condiciones reales.**

Al ser las condiciones reales de muy difícil cumplimiento en nuestras calles y carreteras es que se hace necesario condiciones reales, tanto geoméricamente como de circulación. Por lo tanto tendremos un ancho de carril diferente, ancho de berma variable, diferentes pendientes longitudinales, diferentes relaciones de flujo por sentido, presencia de vehículos medianos y pesados y condiciones de maniobrabilidad en giros izquierda giros derecha en intersecciones, etc.

De estas condiciones surgió la capacidad real que va ser la siguiente relación:

$$\text{Capacidad real} = \text{capacidad ideal} * \text{factores de reducción por condiciones}$$

**2.4.1.1 Clasificación de la capacidad vehicular.-** para un mejor estudio se clasifica a la capacidad vehicular en dos grupos que son:

- capacidad en vías interrumpidas
- capacidad en vías ininterrumpidas

### **Capacidad en Vías Interrumpidas**

La capacidad en vías interrumpidas está referida a la capacidad en vías urbanas o segmentos urbanos. Es claro que cada intersección tiene una capacidad que representa el número máximo de vehículos que pueden atravesar en un determinado período de tiempo, en las condiciones geométricas, de tráfico y de regulación existentes.

Para estudiar la metodología de determinación de la capacidad en vías interrumpidas se dividirán en dos casos:

- en calles de un solo sentido
- en calles de doble sentido

### **Metodología de determinación de la capacidad.**

- a. se debe determinar la capacidad en accesos a la intersección en cada una de las calles que corresponde a un tramo urbano clasificándolas en calles de un solo sentido y doble sentido
- b. a cada uno de los accesos a la intersección se debe medir el ancho, considerando el ancho de acceso desde la línea del cordón hasta la línea de separación, en caso de dos sentidos medir el ancho de un extremo del cordón al otro cordón opuesto.
- c. Se debe clasificar el acceso si pertenece a una zona comercial, zona central o alrededor de una zona central y si este acceso tiene estacionamiento permitido o prohibido.
- d. Con la ayuda de dos ábacos que existen ya desarrollados donde el eje horizontal está segmentado por anchos de acceso y el eje vertical por el volumen total para una capacidad ideal. Este Ábaco se utiliza en la siguiente manera, primero se comienza con el ancho de acceso de la vía y luego ésta se tiene que prolongar hasta una de las curvas características de la intersección, de esta manera se termina la capacidad ideal.
- e. Se deben determinar los factores que reducen la capacidad de cada acceso de la intersección de acuerdo a los siguientes casos.
  - 1) calles con circulación en ambos sentidos sin carriles suplementarios ni indicaciones especiales de semáforos para el movimiento rígido.

2) calles de circulación de un solo sentido sin carriles suplementarios ni indicaciones especiales de semáforos para el movimiento rígido.

Para este caso se toma el ábaco que corresponde al acceso de un solo sentido.

3) calles de circulación en ambos sentidos con carriles suplementarios con movimientos de giros, pero sin señal especial de semáforos.

Todo este procedimiento que se vio hasta ahora, es sólo para determinar la capacidad vehicular sin semáforos.

### **Determinación de la capacidad en intersecciones con semáforos**

Se tendrá que realizar lo siguiente:

En el caso general de intersecciones con semáforos se tiene que realizar la reducción por hora verde, es la relación entre la sumatoria de fase verde en una hora, dividido entre 60 este factor es multiplicado a la capacidad calculada como la metodología ya escrita.

Existe una metodología más compleja dada por el manual de capacidad para intersecciones semaforizadas, por la cantidad de factores que utiliza y la discontinuidad de semáforos en nuestras ciudades resulta una metodología poco probable en su utilización y en la calidad de los resultados.

#### **2.4.1.1.1. Factores que afectan la Capacidad en las Intercesiones**

En los párrafos siguientes se exponen las condiciones variables más importantes que afectan la capacidad de las intersecciones de tipo común.

➤ *Ómnibus y camiones.* La presencia de ómnibus y camiones tiende a reducir la capacidad de las intersecciones, en términos del número total de vehículos, porque tienen menor poder de aceleración y ocupan mayor espacio en la calzada que los automóviles. Sin incluir los que se detienen para dejar o recibir pasajeros o mercancías. Esto es válido solamente cuando no efectuar movimientos de giro o donde dichos movimientos pueda realizarse sin interferir más de lo normal con otros vehículos.

➤ *Movimientos de giro.* La proporción en que los movimientos de giro reducen la capacidad de las intersecciones dependen de condiciones tales como la forma y disposición de las mismas, movimiento de peatones, vol. de tránsito en sentido opuesto y desde luego del número de vehículos que gira a la derecha o a la izquierda. Bajo condiciones adversas el efecto de los movimientos de giro puede ser suficientemente grande como para reducir la capacidad en un acceso de dos carriles de una intersección hasta de un 50 %

➤ *paradas de ómnibus.* Cuando el estacionamiento está prohibido en un acceso a la intersección las paradas de ómnibus en esos accesos reducen su capacidad. Cuando el estacionamiento no está prohibido y son pocos los ómnibus que se detienen, la parada en el acceso aumenta la capacidad del mismo, pues constituye una parte de la calzada despejada de vehículos estacionados que puede ser utilizada por el tránsito. Cuando el estacionamiento no está prohibido y son muchos los ómnibus que se detienen, la capacidad del acceso puede disminuir. Se considera que en los accesos donde el estacionamiento está prohibido y hay paradas de ómnibus con pocos ómnibus deteniéndose el efecto que ejerció un ómnibus sobre la capacidad de la intersección es el de tres a cinco automóviles.

➤ *Estacionamientos.* Puede notarse además que el efecto del estacionamiento en la zona central puede ser mayor y éste reduce el ancho de acceso en un carril completo. La razón de ello es que la acción que ejercen los vehículos estacionados sobre el tránsito no se limita solamente al espacio que roban a la calzada sino también al efecto combinado de muchos otros factores que tiende a restringir las corrientes vehiculares y que están presentes cuando se permite el estacionamiento, tales como la interferencia por conductores que maniobra para entrar o salir de un lugar de estacionamiento y la tendencia de todo conductor de mantenerse apartado de vehículos estacionados para evitar la posibilidad de chocar con un vehículo que empiece a salir o que algún conductor abra la

puerta del vehículo estacionado, o atropellar a peatones que emerjan de entre vehículos estacionados.

#### **2.4.1.2. Capacidad en Vías Ininterrumpidas**

Las corrientes vehiculares ininterrumpidas sólo suelen circular en autopistas y en ciertos tramos de caminos rurales comunes que no están afectados por la influencia de intersecciones a nivel. Sin embargo aún en estas vías ciertas condiciones propias de ellas y del tránsito pueden causar interrupciones en la corriente normal. No obstante cuando se efectúa un estudio sobre capacidad de vías, resulta esencial conocer la capacidad de las mismas para conducir corrientes vehiculares ininterrumpidas, a fin de poder aplicar luego ciertas deducciones correspondientes a circunstancias que causan interrupciones en la corriente.

En resumen dentro de la ingeniería de tráfico como calles ininterrumpidas se denomina a las carreteras de dos carriles, carreteras múlticarril, autovías y autopistas en estas vías la determinación de la capacidad tienen sus particularidades y para cada una de ellas se tienen diferentes metodologías, sabiendo que en nuestro país el 98% de la red son carreteras de dos carriles estudiaremos con mayor precisión la metodologías para el cálculo de capacidad en carreteras de dos carriles.

#### **Capacidad ideal.**

Según los métodos que existen para determinar la capacidad en vías ininterrumpidas son los siguientes:

- métodos del manual de capacidad de EEUU para carreteras de dos carriles
- método del manual colombiano para dos carriles.

Estos dos métodos coinciden con las condiciones ideales que se tienen que tener para obtener una capacidad ideal, estas condiciones son las siguientes:

- a) Superficie de rodadura en condiciones óptimas
- b) Alineamientos recto
- c) Ausencia de vehículos pesados
- d) Separación del tráfico por igual en ambos sentidos (50 / 50)
- e) Terreno plano horizontal
- f) Ancho de carril de 3.60 m.
- g) Ancho de berma de 1.80 m.

Con estas condiciones se obtienen la capacidad ideal de circulación, pero en la práctica es difícil encontrar carreteras que tengan toda estas cualidades por eso se debe establecer una metodología que permita determinar la capacidad real en condiciones reales, entonces la expresión quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad real} = \text{capacidad ideal} * \text{Factores de reducción}$$

#### **2.4.1.2.1. Factores que Reducen la Capacidad**

Rara vez las condiciones de vía y tránsito son ideales; y por esa razón las capacidades son afectadas por factores que reducen a la capacidad ideal. Los factores que se nombrarán y describirán serán los siguientes:

##### **Ancho de los carriles.**

Los carriles que se consideran adecuados para volúmenes elevados de tránsito mixto son los de 3.60 m. Mientras el carril es más angosto tienen menor capacidad y así la capacidad de un camino de dos carriles de 2.70 m de ancho es solamente el 70% de la capacidad de un camino similar con carriles de 3.60 m

Los carriles reducidos por la ausencia y malas condiciones de esta, restan confianza a los conductores en la que disminuye la velocidad, en aumento de intervalos de vehículos y la reducción de la capacidad.

**Pendiente.**

Las pendientes reducen la velocidad de los vehículos con respecto a la velocidad que puede realizar en una horizontal por lo tanto hay disminución y que está considerada por factor de pendiente.

**Berma.**

Las bermas adecuadas son muy necesarias cuando los carriles de una vía se usan a plena capacidad. Sin un lugar para refugiarse fuera de la calzada, un vehículo descompuesto puede reducir la capacidad de una vía en una magnitud mayor que la capacidad de un carril, especialmente si el ancho de los carriles es inferior a 3.60 m

**Distribución del tráfico por sentido.**

En una carretera de dos carriles puede saturarse cuando tenga un carril saturado aún que el volumen de tránsito será bajo en el otro carril, además que debe tomarse en cuenta a las verdaderas oportunidades de adelantamiento que tienen la carretera, el efecto de estas dos variables está dada en el factor de distribución por sentido.

**Distribución del tráfico por sentido.**

Los vehículos pesados incrementan el número de intervalos entre vehículos, por lo tanto reducen la capacidad, por la menor velocidad que desarrollan, porque retarda el pase de vehículo rápido, porque ocupa mayor espacio en la calzada e influye en el tránsito en un área mayor que los automóviles.

**Trazado de la vía en planta y el perfil.**

El alineamiento horizontal y vertical de una vía es un factor importante que afecta su capacidad a distintas velocidades de operación. Este alineamiento influye en la posición de vía que puede ver el conductor en todo momento o distancia visible.

Cuando las distancias visibles son inadecuadas en vías de dos o tres carriles el conductor sufre restricciones para efectuar las maniobras de adelantamiento casi de la misma manera que si el carril que se use para adelantar estuviera ocupado por vehículos circulando en sentido opuesto.

#### **Factor de hora punta.**

Además queremos hacer incidir la diferencia entre la intensidad y volumen de tráfico y como sabemos la intensidad es la mayor cantidad de vehículos en una fracción más corta de la hora, por ejemplo de 10 o 15 minutos, tendremos un factor de hora punta que pueda tener valor mayor o menor a la unidad.

#### **2.4.2. Volumen del Tráfico**

El volumen de tráfico de una carretera como su nombre lo indica es la cantidad y el tipo de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo de tiempo específico.

Se define volumen de tráfico a la cantidad de vehículos que circulan por una calle o carretera, por un determinado tiempo. Esta unidad de tiempo puede ser horario o diario, a partir de ésta definición se pueden determinar volúmenes diarios y horarios conocidos como: TPH (tráfico promedio horario) TPD (tráfico promedio diario)

El TPH es aquel que se mide en tiempos de una hora y resultará más significativo ya que nos muestra su comportamiento de la circulación durante cada hora. Pudiendo establecer cuáles son las horas críticas respecto al volumen de tráfico, estas horas críticas se denominan horas pico.

El TPD es el tráfico registrado durante un día en una calle o carretera, nos puede establecer la variación diaria, su valor no resulta significativo ya que el valor obtenido para el día no refleja las variaciones que pudiera tener durante el día.

#### **2.4.2.1.-Volumen directriz.**

Es la cantidad máxima de vehículos que debería circular en una carretera o calle de manera que sea coincidente con sus características geométricas y su capacidad vehicular.

#### **2.4.2.2 Diferencia entre Volumen e Intensidad.**

La diferencia entre volumen e intensidad de tráfico es importante. El volumen es el número real de vehículos que pasan por una sección durante un intervalo, pero expresados a través de una intensidad horaria equivalente. La intensidad de tráfico se obtiene dividiendo el número de vehículos observados durante un período subhorario entre el tiempo de observación (en horas). En consecuencia, un volumen de 100 vehículos observado durante un período de 15 minutos implica una intensidad de tráfico de  $100/0,25$  h, es decir 400 Veh/hr.

#### **Flujo direccional.**

Se entiende por flujo direccional al mayor volumen de tráfico que circulan en el sentido de una carretera o calle. De manera que nos demarque cuáles son las que tienen mayor flujo y cuál es el sentido de este flujo al que se denomina flujo direccional

#### **2.4.2.3. Características del Volumen de Tráfico**

Los volúmenes de tráfico siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el período de duración de los aforos. Sin embargo debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y en los diferentes lugares.

Por lo tanto es fundamental en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tráfico dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año, aún más también es importante conocer las variaciones de los volúmenes de tráfico en función de su distribución por carriles, su distribución direccional su composición.

#### **2.4.2.3. Uso de los Volúmenes de Tráfico**

De una manera generada, los datos sobre volúmenes de tráfico se utilizan ampliamente en los siguientes campos:

##### **1. Planeación.**

- Clasificación sistemática de redes de carreteras.
- Estimación de los cambios anuales en los volúmenes de tráfico.
- Modelos de asignación y distribución del tráfico.
- Desarrollo de programas de mantenimiento y mejoramientos.
- Estimaciones de la calidad del aire.
- Estimaciones del consumo de combustible.

##### **2. Proyecto.**

- Aplicación a normas de proyecto geométrico.
- Requerimientos de nuevas carreteras.
- Análisis estructural de superficies de rodamiento

##### **3. Ingeniería de tráfico.**

- Análisis de capacidad y nivel de servicio en todo tipo de viabilidades.
- Caracterización de flujos vehiculares.
- Necesidad de dispositivos para el control del tráfico.
- Estudio de estacionamientos.

#### **4. Investigación.**

- Nuevas metodologías sobre capacidad.
- Análisis e investigación en el campo de los accidentes y la seguridad.
- Estudios de antes y después.
- Estudios sobre medio ambiente y la energía.

#### **5. Usos comerciales.**

- Hoteles y restaurantes.
- Urbanismo
- Autoservicios
- Actividades recreacionales y deportivas

#### **2.4.2.4. Volumen del Tráfico y el Estacionamiento.**

Existe una cierta relación entre volumen de tráfico y el estacionamiento, porque a partir del volumen del tráfico se puede estimar la demanda del estacionamiento. Este es uno de los métodos que existe para determinar la demanda de estacionamientos, este método es más difícil y costoso a realizar. Para nuestro trabajo de investigación de análisis del estacionamiento se lo realizará con la segunda alternativa por el estudio de placas.

Para obtener esta demanda puede hacerse una estimación a partir del volumen del tráfico y la proporción porcentual de vehículos que requieren estacionar, de ese volumen de tráfico, para ello se hacen estudios de encuestas de origen y destino y el propósito sea establecer la cantidad de vehículos que demanda estacionada en una calle determinada.

#### **2.4.3. Señalización**

*Las señales viales son los medios físicos empleados para indicar a los usuarios de la vía pública la forma más correcta y segura de transitar por la misma, les permiten tener una información precisa de los obstáculos y condiciones en que ella se encuentra.- La señal vial es una norma jurídica accesoria, por lo tanto, de cumplimiento obligatorio. El usuario debe conocer su significado, acatar sus indicaciones y conservarlas, ya que la destrucción es un delito contra su seguridad y la de los demás.-*

### **Requisitos para su Buen Funcionamiento**

Cualquier señal de tránsito para el control del tráfico debe llenar los siguientes requisitos fundamentales

- Satisfacer una necesidad.
- Llamar la atención.
- Transmitir un mensaje simple claro.
- Imponer respecto a los usuarios de las calles y carreteras.
- Estar en el lugar apropiado con el fin de dar tiempo para reaccionar.

Existen cuatro consideraciones básicas para asegurarse que las señales de control sean efectivas, entendibles y satisfagan los requisitos fundamentales anteriores. Estos factores son:

- *proyecto*: la combinación de las características tales como forma, tamaño, color, contraste, composición, iluminación o efecto reflejante, deberán llamar la atención del usuario y transmitir un mensaje simple y claro.
- *Ubicación*: las señales de control deberá estar ubicado dentro del cono visual del conductor, para llamar la atención, facilitar su lectura e interpretación, de acuerdo con la velocidad de su vehículo y dar el tiempo adecuado para una respuesta apropiada.

➤ *Uniformidad:* las señales deberán ser similares de manera consistente, con el fin de encontrara igual interpretación de los problemas de tránsito a lo largo de la ruta.

➤ *Conservación:* las señales de tránsito deberán mantenerse física y funcionalmente conservados, esto es, limpios y legibles, lo mismo que deberán colocarse o quitarse tan pronto como se vea la necesidad de ellos.

#### **2.4.3.1. Clasificación de las señales.**

La clasificación más usual es la siguiente:

**1) Verticales:** de Reglamentación o Prescripción, Prevención o advertencia y las de Información.-

**2) Horizontales:** señales longitudinales, transversales y marcas especiales.-

3) Luminosas: semáforos (para vehículos, de giro vehicular con flechas, peatonal y especiales), señales luminosas vehiculares.-

4) Transitorias: reglamentarias, de prevención, de información y otras señales temporarias.

5) Manuales: las que realizan los agentes de tránsito y el conductor.-

6) Sonoras: bocinas, sirenas y silbatos

#### **2.4.3.2. Señales Horizontales**

Las señales horizontales son aquellas marcas sobre el pavimento que se colocaron a lo largo de las carreteras y calles con el propósito de delimitar áreas de circulación y regular la circulación vehicular de manera que sea un control con el resto de parámetros de tráfico, como la velocidad, volumen, capacidad, estacionamientos, etc.

#### **Tipos de señales horizontales.**

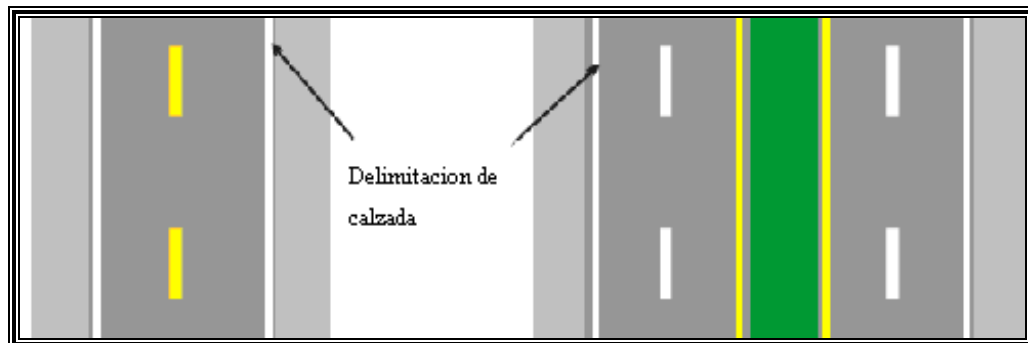
Las señales horizontales tienen varios tipos, que dependen de objetivos específicos que cumplen dentro la regulación de circulación, entre ellas tenemos

- Delimitación de calzada.
- Delimitación de carril por sentido.
- Cruce de peatones.
- Línea para delimitación de carriles.
- Línea de parque o estacionamiento.
- Flechas direccionales.
- Línea de parada.
- Isletas deflectoras.

### **Delimitación de calzada.**

En carreteras o en calzada urbanas el alto tráfico se hace una delimitación de la calzada separando con dos líneas blancas paralelas al eje que son pintadas continuas sobre el pavimento cuyo ancho varía de 0.10 m. a 0.15 m. a lo largo de la carretera o la calle urbanas de alto tráfico.

**Figura 2.9** Señal H. Delimitación de la calzada

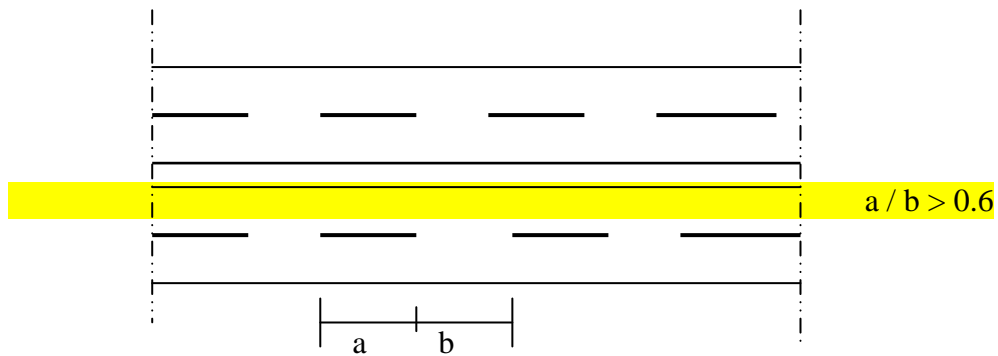


### **Delimitación de carril por sentido.**

Cuando la calzada corresponde a carriles en ambos sentidos se delimita con una línea central a los carriles que corresponden en cada sentido, si la calzada corresponde a dos carriles uno por sentido, la delimitación se hace con una franja amarilla continua cuyo ancho varía entre 0.10 a 0.15 m. A lo largo de la carretera o calle.

Si la carretera corresponde a dos o más carriles por sentido la delimitación es con una franja doble amarilla continua con un espesor de 0.10 a 0.15 m para las franjas un espacio de separación de 0.10 a 0.20 m.

### Línea para delimitación de carriles.



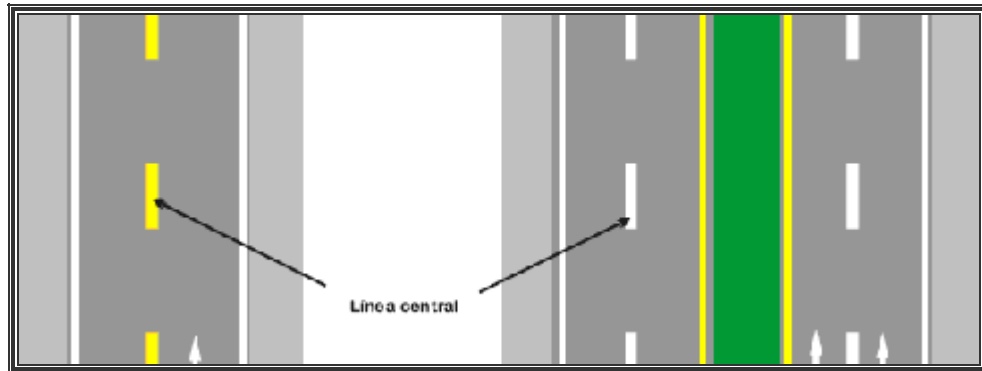
b = separación de franjas que depende de la velocidad de circulación

> velocidad > b

< velocidad < b

Las señales de delimitación de carriles tiene el propósito en calzada de dos o más carriles de delimitar cada uno de los carteles para ello se traza una franja paralela al eje la delimitación entre carriles con una línea segmentada discontinua de color blanco con ancho de 0.10 a 0.15 m la separación de esta franja depende de la velocidad ya que a mayor velocidad se podrá tener las franjas más separadas y a menor velocidad las franjas serán más unidas de manera que la percepción de un conductor sea una línea continua.

**Figura 2.10** Señal H Delimitación de carriles



### **Líneas de parqueo o estacionamiento.**

Estas señales tienen el propósito de delimitar áreas que son de uso exclusivo de parqueo o estacionamiento que en lo posible no ocupen la calzada es decir sean áreas colindantes con la calzada pero fuera del ancho de ella, su carácter es poner franjas oblicuas con inclinación de 30° 45° 60° 90° indicadoras del ingreso y la salida de esa área, el ancho de estas franjas varía de 0.40 a 0.50 m también son intercaladas es decir espacios pintados y no pintados.

### **Línea de parada.**

La línea de parada son señales horizontales cuyo propósito es delimitar una franja en la cual el vehículo debe detenerse antes de la intersección, ya que delante de la línea de parada, está la línea de peatones que debe tener seguridad en su utilización, estas líneas de parada son líneas blancas continuas perpendicular al eje y tiene un ancho de 0.30 a 0.50m.

### **Isletas deflectoras.**

Este tipo de señales tiene el propósito de servir como elementos de orientación a la circulación y de que espacios muertos quien no va hacer utilizados por la circulación puedan ser resaltados con marcas viales que indiquen la dirección del flujo generalmente están pintadas con franjas amarillas e inclinadas en sentido del flujo.

En la figura 2.11 se resumen la mayoría de las señales horizontales

**Figura 2.11** Señales Horizontales



### 2.4.3.3. Señales Verticales

Dentro de las señales verticales tenemos la siguiente clasificación:

- Señales preventivas.
- Señales restrictivas.
- Señales informativas.

#### **Señales preventivas.-**

Estas señales tienen como función dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia, sobre un lado de la carretera o calle, de un peligro potencial y su naturaleza.

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 tráfico indiquen que existe una condición de peligro potencial.

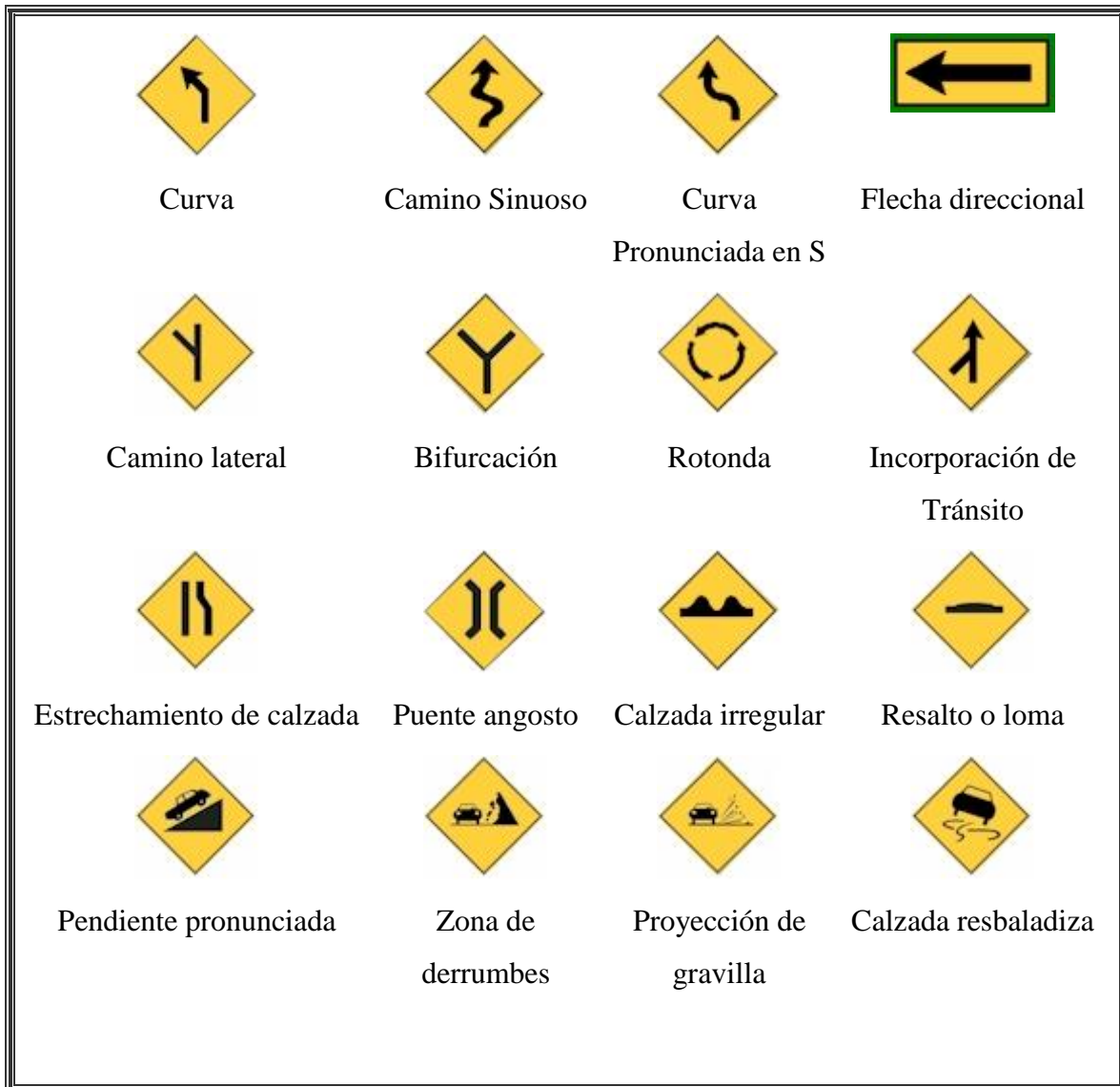
Dentro de este tipo de señales tenemos como ser: la existencia de una curva, la presencia de puente angosto, pendiente peligrosa, zona de derrumbes, peatones, escolares, semáforo, ciclistas, etc.

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.

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.

A continuación se describirán algunos tipos de señales de prevención

**Figura 2.12** Señales de prevención



·  
·  
·  
·  
·

### Señales Restrictivas.

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 al restringir algún movimiento del mismo, recordando de la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada.

Estas señales preventivas pueden ser las siguientes: alto, seda el paso, giro a la derecha, estacionar, no estacionada, no girar en U, prohibido adelantar, etc.

**Figura 2.13** Señales Restrictivas



### Señales informativas.

Las señales informativas, tienen como función guiar al usuario a lo largo de su recorrido, por calles y carreteras e informarle sobre nombres y ubicación de

poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Dentro de este tipo de señales podemos indicada: señales de identificación, de destino, de recomendaciones e informaciones generales, de servicios y turismo y otros. En la figura 2.14 se muestra los diferentes tipos de señales de información

**Figura 2.14** Señales de Información



#### 2.4.4. El Estacionamiento

En relación con los vehículos, se conoce como estacionamiento al espacio físico donde se deja el vehículo por un tiempo indeterminado cualquiera.

Uno de los parámetros de tráfico que tienen mucha incidencia en el comportamiento de la circulación vehicular son los estacionamientos. Se entiende por estacionamiento el espacio destinado a la detención de vehículos en tiempos largos, si estos estacionamientos son sobre la calzada recibe el nombre de estacionamiento lateral o si este estacionamiento es fuera de la calzada recibe el nombre de parqueos.

#### **2.4.4.1. Parqueo**

Son áreas destinadas al estacionamiento vehicular en superficie a nivel o a distintos niveles destinados exclusivamente al estacionamiento de vehículos por tiempos determinados. Un parqueo consta básicamente de las casillas de estacionamiento y los accesos de entrada y salida.

Las casillas de estacionamiento pueden ser de tres tipos: verticales, horizontales y oblicuo. El vertical es aquella casilla que esta perpendicular al eje de acceso, la casilla horizontal es aquella que está paralela al eje de la calle de acceso y oblicuo es cuando tiene una inclinación con respecto al eje de la calzada.

La elección de la forma de ubicación de las casillas debe ser bajo la premisa de optimizar el área de parqueo, creando la mayor cantidad de casillas para que tenga una buena accesibilidad tanto de entrada como de salida.

Las dimensiones de las casillas varían de acuerdo a la posición y varían de acuerdo al tipo de vehículo pudiendo tomarse como vehículo de referencia en liviano mediano o pesada.

#### **2.4.4.2. Demanda de Estacionamiento**

Es la cantidad de vehículos que requieren un área de estacionamiento por unidad de tiempo, para obtener ésta demanda puede hacerse una estimación a partir del volumen de tráfico y la proporción porcentual de vehículos que requieren estacionar, de ese volumen de tráfico para ello se hacen estudios de encuestas de origen y destino y el propósito sea establecer la cantidad de vehículos que demanda estacionar en una calle determinada.

Una segunda alternativa es determinar la demanda a partir de la relación:

$\text{Demanda} = \text{número de casillas ocupadas} \cdot \text{Índice de ocupación}$

Para obtener tanto la casilla ocupada por unidad de tiempo y el tiempo de ocupación se debe realizar un estudio de placas.

#### **2.4.4.3. Oferta de estacionamiento**

Se entiende por oferta a la cantidad de casillas de un determinado parque multiplicado por un índice de ocupación cuyo índice puede ser determinado por estudios o fijados por diseño suponiendo una cantidad de horas de estacionamiento medido durante día. En el caso de los parqueos son privados y tiene un costo de utilización, se plantean para fines de diseño, una ocupación horaria por casilla con un costo referencial horario, lo que equivale decir que se tenga un índice de ocupación de 24 h

## CAPITULO 3

### ESTUDIO DE ESTACIONAMIENTO Y SUS CARACTERISTICAS

#### 3.1. Generalidades.-

El sistema de transporte urbano está formado básicamente por tres elementos: la red, los vehículos y el terminal. El diseño y ordenamiento de cada uno de ellos influye en la situación del sistema, por lo tanto, la problemática de los estacionamientos (terminales) está íntimamente relacionada con los problemas del flujo vehicular y con las características de los vehículos.

El estacionamiento en una calle es un ejemplo clásico, ya que debemos determinar cómo aprovechar el espacio disponible para mantener un flujo vehicular con ciertas características y ofrecer una parte de éste para los vehículos que han llegado a su terminal.

Esta situación que aparentemente es tan sencilla, realmente no lo es, ya que los criterios a seguir para la justa solución dependen de las metas que las comunidades se hayan fijado y estas metas pueden variar de una comunidad a otra.

Los estacionamientos afectan a distintos grupos de personas y por lo tanto, a sus intereses. Algunas de ellas son: comerciantes, propietarios de bienes raíces, taxistas, vehículos de emergencia, locomoción colectiva, estacionamientos privados, autoridad del tránsito, planificadores, etc.

Los estacionamientos pueden dividirse en dos grandes grupos: estacionamientos en la vía pública y estacionamientos fuera de ella. Estos últimos representados por playas y edificios de estacionamientos.

Los estudios sobre estacionamientos determinan la relación entre la oferta y la demanda del espacio asignado y de esa forma poder proponer recomendaciones

para maximizar la utilización de los espacios disponibles y/o planificar nuevas áreas de estacionamientos.

### **3.2. Definición de Estacionamiento y Parqueo**

*Se define como estacionamiento al espacio destinado a la detención del vehículo en tiempos definidos. Si estos estacionamientos son sobre la calzada reciben el nombre de estacionamiento lateral, o si estos estacionamientos son fuera de la calzada reciben el nombre de parqueos.*

Se define como **parqueo** al área destinada al estacionamiento vehicular en superficies a nivel o a distintos niveles, destinados exclusivamente al estacionamiento de vehículos, por tiempos determinados. Un parque consta básicamente de las casillas de estacionamiento y los accesos de entrada y salida.

Los parqueos permiten la utilización de los espacios por tiempos más largos, tiempos establecidos en forma horaria y en forma diaria. Estos estacionamientos son superficies o áreas que han sido destinadas para ser utilizados en tiempos más largos. En la actualidad la tendencia del aumento del parque automotor y la reducción de espacios en los centros urbanos obliga a buscar lugares de parqueo ya sea en superficie horizontal o en edificios de parqueos.

.

#### **3.2.1. Control de los Estacionamientos**

Para un mejor aprovechamientos de los espacios y calles se requiere normas y reglamentos que cumplan todos los conductores.

Las calles de nuestra ciudad YACUIBA son de dos carriles en su generalidad y pierden el 50% de su capacidad al permitir el estacionamiento y el 100% cuando se detiene un vehículo de transporte público para dejar o recoger pasajeros sin estacionarse adecuadamente, razón por la cual debe prohibirse

totalmente el estacionamiento en determinadas vías y en los accesos principales a la ciudad.

Un estacionamiento para que funcione en buenas condiciones y se puede explotar al máximo la oferta de espacios existentes y para que se cumpla el estudio de abastecimiento de la oferta ante la demanda. Se tienen que llevar un control estricto en el orden, de hacer cumplir las reglas del estacionamiento, como ser utilizar las zonas o áreas de parqueo en buenas condiciones, es decir que los vehículos estén bien estacionados, donde el área de parqueo lo indique. Y que no estén los vehículos mal estacionados, como ser pisando las líneas del estacionamiento con las ruedas del vehículo, en la siguiente figura se muestra la fotografía de un vehículo mal estacionado, porque no obedece las señales o líneas del estacionamiento

Los vehículos no deben estar estacionados en las zonas de estacionamiento prohibido como ser el comienzo de las cuerdas o al final de estas, porque éstos son lugares de estacionamiento prohibido y son lugares libres de visibilidad o para el cruce de peatones y no un lugar de estacionamiento.

Este control se puede llevar adelante en cooperación de todos los ciudadanos en conjunto, como ser los usuarios conductores que pueden estacionar correctamente y poner de su parte y educar a otros conductores, estacionando bien en la zona demarcada de estacionamiento. El tránsito que haga cumplir el estacionamiento en las diferentes áreas de estacionamiento, el conductor que no estacione en su área de parqueo respectivo tiene que tener algún tipo de sanción, con el fin de educar a los conductores y tener más reglamentado las áreas de estacionamiento, teniendo un mejor ordenamiento en el estacionamiento. El personal de vigilancia y cobranza tiene que instruir al conductor a estacionar de la mejor manera posible en las zonas demarcadas para estacionar. Como incentivo a los conductores se puede realizar diferentes campañas de educación para hacer ver la manera correcta de estacionar un vehículo sobre la vía pública.

Ahora para llevar un control más adecuado y una solución más razonable del estacionamiento en los centros urbanos, dentro de sus limitaciones, es la posibilidad de establecer una forma sencilla de cobrar el servicio prestado. Normalmente el control del estacionamiento de los centros urbanos, es la mejor forma de ordenar correctamente.

Este criterio da lugar a que el automovilista crea aparentemente más restrictivo el problema del estacionamiento que el de la circulación, como se acaba de decir, su solución es generalmente más fácil.

### **3.3. Tipos de estacionamiento de acuerdo con el Propósito de Viaje**

La duración del estacionamiento y el lugar seleccionado para estacionar un vehículo, dependen mucho de las actividades que va a realizar el poseedor del vehículo estacionado. Veamos los estacionamientos que corresponden a distintas actividades.

- 1) **Negocios.** Son estacionamientos de corta duración, para hacer visitas importantes. En estos casos el poseedor del vehículo está dispuesto a pagar tarifas por el estacionamiento.
- 2) **Compras.** Generalmente el que va de compras deja su vehículo por corto tiempo aún que en algunos casos puede estar ocupado durante dos o tres horas. El comprador tiene libertad de irse a otro lugar si le resulta difícil estacionar.
- 3) **Trabajo.** El estacionamiento es por largo tiempo, generalmente por todo el periodo de horas laborales y el poseedor del vehículo no tiene otras alternativas que estacionado cerca de su trabajo. El que va a trabajar desea estacionar gratis o pagar una tarifa módica.

- 4) **Diversiones.** Son periodo de estacionamiento de más de 2 horas generalmente durante la noche. Hay más o menos libertad de elegir el lugar donde estacionar y el costo del estacionamiento no es un factor que se valora mucho.

### 3.4. Tipos de Estacionamientos

Entre los diferentes tipos de estacionamientos tenemos, los estacionamientos en la vía pública y los estacionamientos que son fuera de la vía pública.

#### 3.4.1. Estacionamientos en la Vía Pública

La forma más deseable y fácil de estacionar un vehículo es en la calzada, junto al bordillo de la acera y paralelamente al mismo. Sin embargo si el ancho de la calzada es suficiente y no se entorpece la circulación es posible estacionar los vehículos formando un ángulo oblicuo con el bordillo.

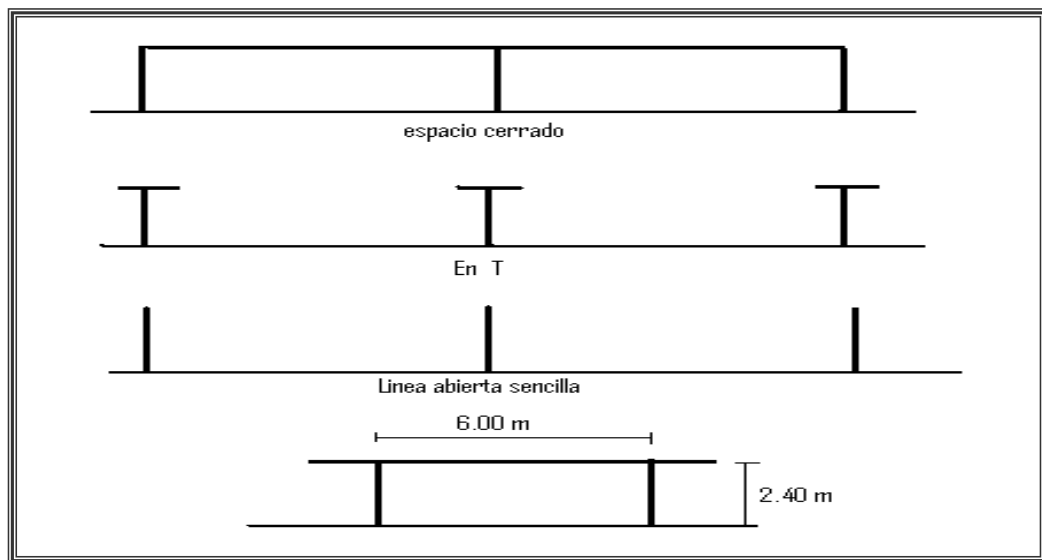
En la figura 3.1 se muestra el tipo de estacionamiento sobre la vía pública.

**Figura 3.1** Estacionamiento sobre la vía publica



Cuando se tienen volúmenes de tránsito importantes, o calles angostas y en el caso de tener estacionamiento sobre la vía pública, se recomienda el estacionamiento en paralelo y que el estacionamiento en ángulo representa un mayor riesgo de accidentes por la falta de visibilidad, especialmente en la maniobra de salida. El estacionamiento en la vía pública puede ser libre o controlado. En la figura 3.2 se muestra el tipo de casillas en paralelo y sus medidas mas utilizadas de estacionamientos en diferentes países de América

**Figura 3.2** Áreas de estacionamiento en cordón o en paralelo



- *En el 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 otra.
- *En el estacionamiento controlado*, se disponen de señales y dispositivos que restringen su tiempo de utilización. El número de vehículos que se pueden estacionar en la calle será mayor mientras menos dure el tiempo de estacionamiento de cada vehículo, razón por la cual muchas autoridades de

las principales ciudades del mundo han buscado la forma de limitar su duración, con el objeto de utilizar mejor los espacios, para que así un mayor número de gente disfrute del beneficio. Esto es muy útil en las zonas comerciales, pues limitando el tiempo de estacionamiento se puede aumentar la oferta ya que se eleva el número de vehículos que puede estacionarse a lo largo del día, aumentando la rotación de cada espacio.

### 3.4.2. Estacionamientos Fuera de la Vía Pública

Estos estacionamientos son la causa directa de la necesidad de disminuir los estacionamientos en la calle, en beneficio de los usuarios y el mejoramiento de la circulación vial. Puede ubicarse en lotes o garajes y en edificios. La fotografía de la figura 3.3 se muestra el tipo de estacionamiento fuera de la vía pública.

**Figura 3.3** Estacionamiento en forma subterránea, fuera de la vía pública



La ubicación de estacionamientos en *lotes o garajes* obedece, obviamente, a la demanda de estacionamiento y a la disponibilidad de terrenos libres que se puedan adaptar a este servicio. Generalmente se encuentran descubiertos en predios con superficies pavimentadas o en terracerías especialmente acondicionadas. Puede ser de servicio público o privado, operados por el sistema de autoservicio o por acomodadores, y utilizados por usuarios de corta y media duración, especialmente durante las horas hábiles del día. Dentro de estos estacionamientos se encuentran los del centro de la ciudad, los de los grandes centros comerciales, los de las plazas, los de los aeropuertos, los de los universitarios y los de los centros deportivos.

#### **3.4.2.1. Duración del Estacionamiento**

Así se domina el periodo de tiempo en que se encuentra estacionado un vehículo. Ya hemos visto que ésta duración depende del propósito del viaje del poseedor del vehículo, pero también tiende a aumentar los tiempos de duración, con el aumento de la población en las ciudades.

### **3.5. Oferta de Estacionamiento vehicular**

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 uso del suelo, o destino de los edificios, y la necesidad correspondiente de espacios de estacionamiento. Considerando las condiciones actuales de motorización, se pueden establecer las cifras del número de espacios de estacionamiento requeridos para viviendas, centros de trabajo, centros educativos, centros comerciales, centros industriales, zonas hoteleras, centros deportivos, etc.

“Se entiende por oferta, los espacios disponibles de estacionamiento tanto en la vía pública como fuera de ella. “ Pero también se puede aumentar la oferta haciendo restricciones en el tiempo de uso de los estacionamientos, obteniendo un índice de ocupación, y que este vendría a incrementar la oferta. Entonces como oferta se entiende a la cantidad de casillas de un determinado parque, multiplicado por un índice de ocupación.

### **3.5.1. Metodología para Obtener la Oferta de Estacionamiento**

- Primeramente se establecerá el área del estudio delimitándola claramente y se efectuará zonificación cuando sea necesario.
- Se determinará la capacidad del área y las restricciones horarias si las hubiera.

Establecer un cordón cerrado del área a estudiar, en general donde hay problemas de estacionamiento y eso suele ocurrir en la zona central de las ciudades donde hay una gran concentración de actividades comerciales de salud, escuelas y otros.

Para cuantificar la oferta, se lleva a cabo un inventario físico de los espacios de estacionamiento disponibles. Para estacionamientos en la calle, se realiza un inventario de los espacios existentes y de las restricciones que hay para estacionarse en esa calle, pues habrá calles en las que se prohíba el estacionamiento.

Este inventario se realiza recorriendo calle por calle. En cada una de ellas se mide su longitud total, se tiene que buscar un vehículo tipo que transite, estacione con mayor frecuencia en la zona de estudio para obtener el tamaño de casilla.

La longitud total de cada calle (o cuadra) se tendrá que dividir con la longitud de la casilla, de esta manera obtenemos el número de casillas para todo el largo de la calle, a este número de casillas se tendrá que restar en ambos extremos de

la cuadra la longitud de espacios de estacionamiento prohibido, y se deduce el número de casillas que entran en esa longitud restante o disponible. De esta manera se obtiene la oferta de espacios existentes para determinada zona.

Para estacionamientos fuera de la calle, en lotes y edificios, se puede obtener el dato con la administración del estacionamiento o contando directamente el número de espacios disponibles.

El inventario debe realizarse con la ayuda de un mapa o plano, para localizar las calles donde se permite o se prohíbe el estacionamiento.

#### **3.5.1.1. Aforos con vehículo.**

Para realizar se necesita, dos personas en un vehículo puede realizar el afora respectivo, aún que el trabajo puede acelerarse empleando dos o tres vehículos con su personal. El área a estudiar es generalmente la zona central de una ciudad y sus alrededores, y los aforos deben hacerse durante las horas hábiles del día.

Con un vehículo y dos personas, la inspección en el terreno suele tomar dos días para una ciudad de 25.000 habitantes, cinco días para una de 50.000 y más tiempo para ciudades mayores.

Antes de salida al terreno debe prepararse un plano de toda el área a investigar y se tiene que indicar la ruta a seguir. En el plano se indica el número de espacios individuales para estacionar legalmente en la vía pública, es preciso conocer los espacios en la vía pública antes de hacer la inspección, lo que puede requerir hacer un recorrido preliminar para observarlos. El vehículo es una ayuda en la movilización para realizar el aforo, los pasos que se siguen para realizar este trabajo son los mismos realizados y descritos anteriormente.

Existe también otra manera para obtener la demanda de estacionamiento que es muy diferente a las nombradas anteriormente, este método se basa en entrevistas.

### **3.5.1.2. Entrevistas.**

Las entrevistas a las personas que estacionan se realizan en el mismo lugar de estacionamiento, teniendo un personal adiestrado para ése trabajo siempre que sea posible, en número reducido y durante un corto periodo de tiempo: varios días o semanas.

La entrevista en si toma solamente unos 30 segundos. Se hace esa entrevista cuando una persona acaba de estacionar, o si no, cuando va a recorrer su vehículo. La información que se pide al conductor comprende el origen de su viaje o lugar donde vive el entrevistado, su destino final y el propósito de su viaje. Además el entrevistador anota la hora en que se estacionó el vehículo y a la que se recogió del lugar donde estaba estacionado, y el número de placa de circulación

### **3.6. Demanda de Estacionamiento**

Se entiende por demanda, la información de donde se estaciona la gente, por cuánto 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 desea estacionarse con cierta duración o para un objetivo específico. En la figura 3.4 indica la demanda para estacionar en una determinada calle.

**Figura 3.4** Demanda de Estacionamiento sobre la vía



### **3.6.1 Metodología para Obtener la Demanda de Estacionamiento**

Antes de empezar a ejecutar el estudio propiamente dicho es necesario invertir cierto tiempo en trabajos de preparación que comprenden:

- Formación de la organización técnica necesaria.
- Formación de un inventario de todos los lugares para estacionar en el área de estudio
- Preparación de una serie de mapas que muestren, el área del estudio por lo menos: el sistema de calles y parques con el fin de tener un mejor conocimiento de la zona de análisis.
- Preparación de planillas y manuales.
- Estimación del personal necesario.

Después de hacer el trabajo preliminar ya mencionado, se tiene que buscar la información necesaria. Esta información se obtiene mediante la ubicación de

observadores en varios puntos de la zona en estudio, la información se tiene que realizar con un aforo en cordón, que permita totalizar los vehículos que entran y salen de la zona en estudio. Empezando por la mañana recorriendo varias calles viendo todos los vehículos estacionados, el observador va anotando en la fila con la hora indicada, se registra el número de placas de circulación de todos los vehículos estacionados en la vía pública, los espacios vacíos corresponden a espacios en blanco en la planilla. De esta manera se va recorriendo por cada periodo de tiempo todo el lugar de la zona de estudio.

Poco antes de lo que se considera la hora del almuerzo se interrumpe la investigación, y se reanuda después que se estima que la mayor parte de las personas ya han regresado de su almuerzo. Luego por la tarde se vuelve a hacer el mismo recorrido que se hizo por la mañana.

De esta manera se obtiene la demanda y la necesidad de espacios para estacionarse, como también se puede determinar la ocupación y la duración promedio de estacionamiento durante varios días.

Para facilitar el trabajo de aforación se pueden utilizar vehículos como ayuda.

### **3.7. Factores que Afectan el Comportamiento del Estacionamiento**

Dentro de los factores que intervienen bastante con el comportamiento del estacionamiento tenemos los siguientes:

El índice de rotación, índice de ocupación y la duración media o promedio del estacionamiento.

#### **3.7.1. Índice de Ocupación.**

Llamado también índice de rotación promedio por hora, es el indicador de la capacidad de vehículos que se estaciona en una casilla durante una hora o también llamado como promedio horaria.

$$I_o = \frac{\text{Suma de todos los vehículos estacionados}}{\text{Número de horas estudiadas}} \div \text{Número de casillas}$$

$$I_o = \frac{\text{Vehiculos / hora}}{\text{Casilla}}$$

( 3.4 )

En general se puede decir que este índice es más representativo por ser un promedio de estudio. Y que está representado en una hora en promedio.

Para los estudios posteriores, el que más se tendrá que estudiar a fondo será el índice de ocupación.

El índice de rotación no es tan preciso para un estudio de gran magnitud, ya que es un análisis más profundizado para una casilla, y que este análisis se realizará más a fondo, cuando se tiene que restringir los espacios o como también cobrar dicho espacio utilizado.

### 3.7.2. Índice de rotación.

Conociendo la oferta y la demanda, se puede determinar el índice de rotación, que para un espacio específico de estacionamiento, se define como el número de veces que se usa dicho espacio durante un lapso de tiempo determinado. Esta expresión es de la siguiente manera:

$$I_r = \frac{\text{demanda}}{\text{oferta}}$$

( 3.1 )

( 3.2 )

$$Ir = \frac{\text{Número de vehículos que se estacionan}}{\text{Número de espacios para estacionarse}}$$

El índice de rotación sólo nos indica la cantidad de vehículos que se estacionaron en un determinado número de casillas, pero éste, no nos indica el tiempo en que los vehículos se estacionaron para encontrar este índice de rotación.

También, para un determinado periodo de estudio, el índice de rotación de un estacionamiento puede expresarse como:

$$Ir = \frac{\text{Demanda}}{\text{Oferta}} = \frac{Vi + Ve}{C} \quad ( 3.3 )$$

Donde:

$V_i$  = número de vehículos estacionados al inicio del estudio

$V_e$  = número de vehículos que entran durante el tiempo de estudio

$C$  = capacidad de estacionamiento en número de casillas disponibles

Como este índice de rotación, no es tan preciso porque no nos indica en cuanto de tiempo se movieron la cantidad de vehículos en esa casilla. Sólo nos indica el número de vehículos sobre número de casillas.

Para un mejor estudio generalizado veremos el índice de ocupación.

### 3.7.3. Duración Media o Promedio del Estacionamiento

Es el tiempo promedio de utilización de un vehículo en las casillas. Esta expresión viene dada de la siguiente manera:

$$Dm = \frac{1}{Io} \quad (3.5)$$

$$Dm = \frac{1}{\frac{\text{Vehiculos / hora}}{\text{Casilla}}} = \frac{\text{Horas / casilla}}{\text{Vehiculo}}$$

### 3.8. Relación entre la Demanda para Estacionar y la Oferta

Una vez reunido todos los resultados de estudio, entre la demanda y la oferta de una zona cualquiera, Hay que relacionarlos entre sí para sacar conclusiones de estudio y llegar a tener algún tipo de solución, ya sea actuar o futura.

Los estudios sobre estacionamiento se realizan a fin de obtener la información necesaria para evaluar el problema del estacionamiento en un lugar determinado y analizar la manera más conveniente de solucionarlo. La magnitud de estos estudios es muy variable y depende de su objeto, que pueda ser la preparación de un plan de estacionamiento para una gran ciudad; o simplemente estudiar el espacio para estacionar que requiere un estacionamiento comercial, oficina, fábrica o también proyectar el estacionamiento futuro.

Un verdadero estudio sobre estacionamiento deberá revelar los lugares donde las personas puedan estacionar sus vehículos y donde lo hacen realmente, la duración del estacionamiento, y los sitios deseados para estacionar. El estudio debe proporcionar también información sobre la capacidad y uso de los lugares existentes para estacionar.

### **Análisis que se realizan con el estudio**

Un análisis bueno de los datos obtenidos en las diferentes fases de estudio de estacionamiento puede arrojar mucha luz sobre los pasos que deben darse para resolver el problema del estacionamiento. Alguna de las incógnitas que es posible despejar efectuando un estudio de este tipo son:

- Cuáles de ellos están mal situados en relación con la demanda o mal proyectados
- Cuántas personas estacionan durante todo el día
- Cuáles son los cambios que deben hacerse.
- Cuánto tiempo puede abastecer un estacionamiento proyectando hacia el futuro

Este estudio está destinado a determinar si existen los siguientes **problemas** de estacionamiento.

- 1) Vehículos estacionados todo el día en la vía pública.
- 2) Limitación inapropiada o deficiente del estacionamiento.
- 3) Poca vigilancia para hacer cumplir las disposiciones relativas al estac.
- 4) Falta de lugares para estacionar fuera de la vía pública.
- 5) Proyección del estacionamiento hacia el futuro

Existirán diferentes casos, donde la demanda de espacios es demasiado inferior en comparación al número de casillas que se oferta. En este caso no existiría problema para estacionar el vehículo cerca del lugar deseado. Lo que se puede realizar en esta situación es proyectar el estacionamiento hasta cuánto tiempo podrá mantenerse estable esta situación.

También se puede presentar el caso contrario, donde la demanda es relativamente grande en comparación de la oferta existente, para este caso lo

que se tiene que plantear es buscar soluciones, para mejorar la situación existente.

Este tipo de solución se puede dividir de dos maneras, que puede ser soluciones rápidas de menor costo y las soluciones de alto costo. Una de las soluciones de bajo costo podría ser poner precio al estacionamiento, de esta manera se podría restringir el número de vehículos para estacionarse en los centros urbanos.

En general, en los centros de las ciudades populares la situación de los espacios para estacionar no corresponde exactamente a la distribución de la demanda de estacionamiento y los poseedores de los vehículos deben estacionarlos con frecuencia en lugares bastante alejados de su destino final y completar su viaje como peatones.

### **3.9. Dimensionamiento de Áreas de Estacionamiento**

Para dimensionar un determinado área de estacionamiento, primeramente debemos saber para que tipo de estacionamientos se está refiriendo. Sabemos que existen dos tipos de estacionamiento, sobre la vía pública y fuera de la vía pública. Los estacionamientos sobre la vía son los que se estudiarán más profundamente en adelante.

#### **3.9.1. Vehículo Tipo**

Al seleccionar el vehículo de diseño hay que tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía. Normalmente, hay una participación suficiente de vehículos pesados y livianos para condicionar las características del proyecto de estacionamiento. Al mismo tiempo, la selección del vehículo de diseño para una determinada carretera o estacionamiento no debe basarse solamente en el número de vehículos de cada clase que utilizará la vía, sino también en la naturaleza del elemento de diseño.

A continuación se describe el tipo de vehículo para dimensionar áreas de estacionamiento ya sea estacionamientos sobre la vía o fuera de la vía.

El vehículo tendrá que ser lo más representativo posible. Para calcular las dimensiones adecuadas de los elementos geométricos de una casilla de estacionamiento, se suele emplear unos vehículos representativos cuyo tamaño y limitaciones excederá a la mayoría de los automóviles en uso. Si se llegara a tomar las dimensiones de los vehículos más pequeños para dimensionar las áreas de estacionamiento, estas dimensiones de áreas para estacionar serán pequeñas cuando venga un vehículo de mayor tamaño para estacionar, entonces se verán los problemas en el estacionamiento. Por eso se recomienda que sea el vehículo de tamaño mas grande de los automóviles que circulen por las vías, en consecuencia el tamaño de estos vehículos son los que más estacionaran en las casillas.

### **3.9.2. Determinación de Tamaño y Forma de Casilla**

Los estacionamientos sobre la vía pública normalmente se encuentran en paralelo, es decir que se encuentran al lado del bordillo de la acera. Ese tipo de estacionamiento en algunos casos también presenta un ángulo de inclinación. Para determinar el tamaño de la casilla y obtener el máximo beneficio posible se tiene que determinar lo siguiente.

Primeramente hay que fijar el ángulo de aparcamiento, que varía de 0 a 90 °, y si es hacia adelante o marcha atrás. Para adoptar una de estas dos disposiciones habrá que elegir entre el aprovechamiento del espacio y la facilidad de maniobra, ya que son factores complementarios y opuestos.

Desde el punto de vista del aprovechamiento del suelo la disposición más favorable es un ángulo de 90 y entrando marcha atrás, si bien presenta el inconveniente de una mayor dificultad de maniobra de entrada este también presenta un mayor aprovechamiento.

Las dimensiones de las casillas para estacionar automóviles depende de: 1) las dimensiones de los vehículos, y 2) el espacio libre que debe quedar entre vehículos estacionados.

En el caso de estacionamientos en lotes y edificios el ancho de los pasillos de circulación está gobernado por los siguientes factores: 1) dimensiones y radios de giro de los vehículos; 2) tamaño de las casillas de estacionamiento; 3) espacio libre que debe quedar entre los vehículos estacionados y los que están en movimiento; 4) el ángulo entre el eje longitudinal de las casillas y el pasillo; y 5) el sentido en que se coloca y retiran los vehículos.

En un estudio realizado por el departamento del distrito federal se analizaron las diferentes dimensiones, tomando en cuenta el pronóstico de los porcentajes de los tipos de automóviles, se recomienda como dimensiones de proyecto, de las casillas de estacionamiento, según indica la siguiente tabla 3.1

**Tabla 3.1** Dimensiones mínimas de las casillas del estacionamiento

Tipo del automóvil	Dimensiones de las casillas en m.	
	Con Angulo	En cordón
Grandes y medianos	5,0 * 2,4	6,0 * 2,4
chicos	4,2 * 2,2	5,0 * 2,0

Las dimensiones para los pasillos de circulación dependen del ángulo de inclinación de que disponen las casillas de estacionamiento. Los valores mínimos recomendados se muestran en la tabla 3.2.

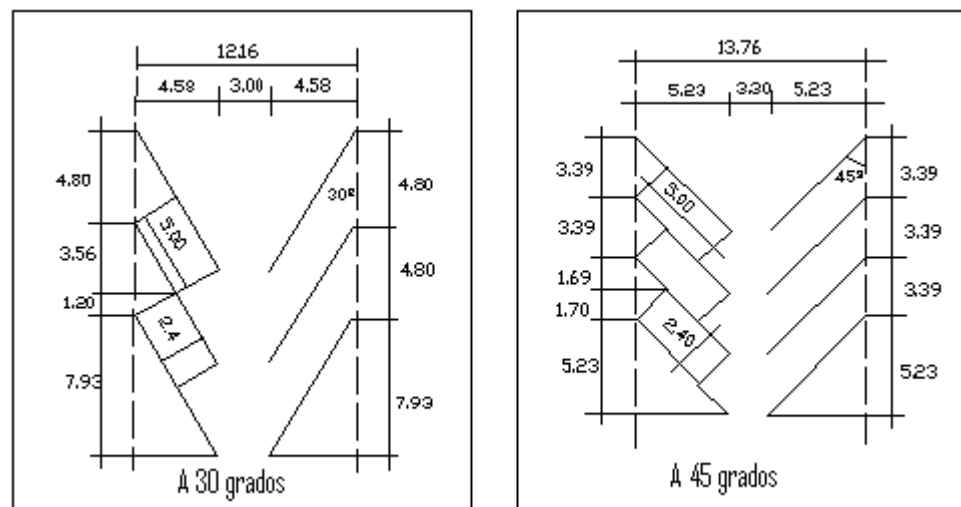
En general, se recomienda proyectar para automóviles grandes y medianos. Si existen limitaciones en el espacio disponible, puede destinarse una parte del mismo estacionamiento para automóviles chicos.

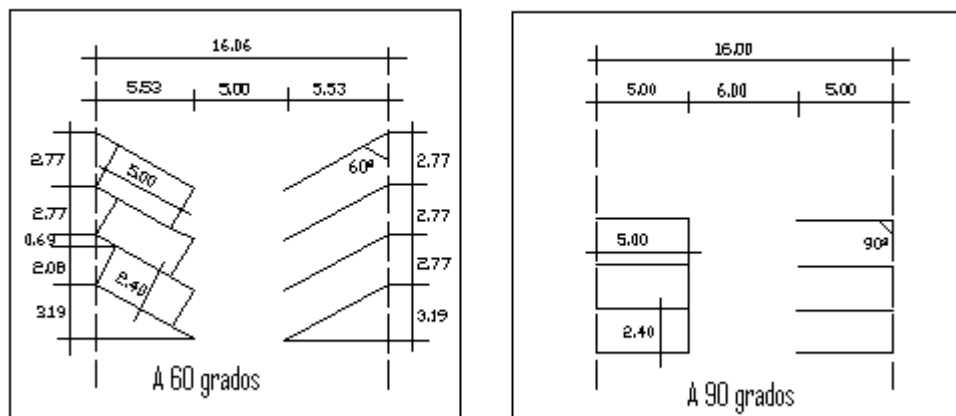
**Tabla 3.2** Dimensiones mínimas para los pasillos

Angulo de casillas	Anchura del pasillo en metros	
	Automóviles	
	Grandes y medianos	Chicos
30°	3	2,7
45°	3,3	3
60°	5	4
90°	6	5

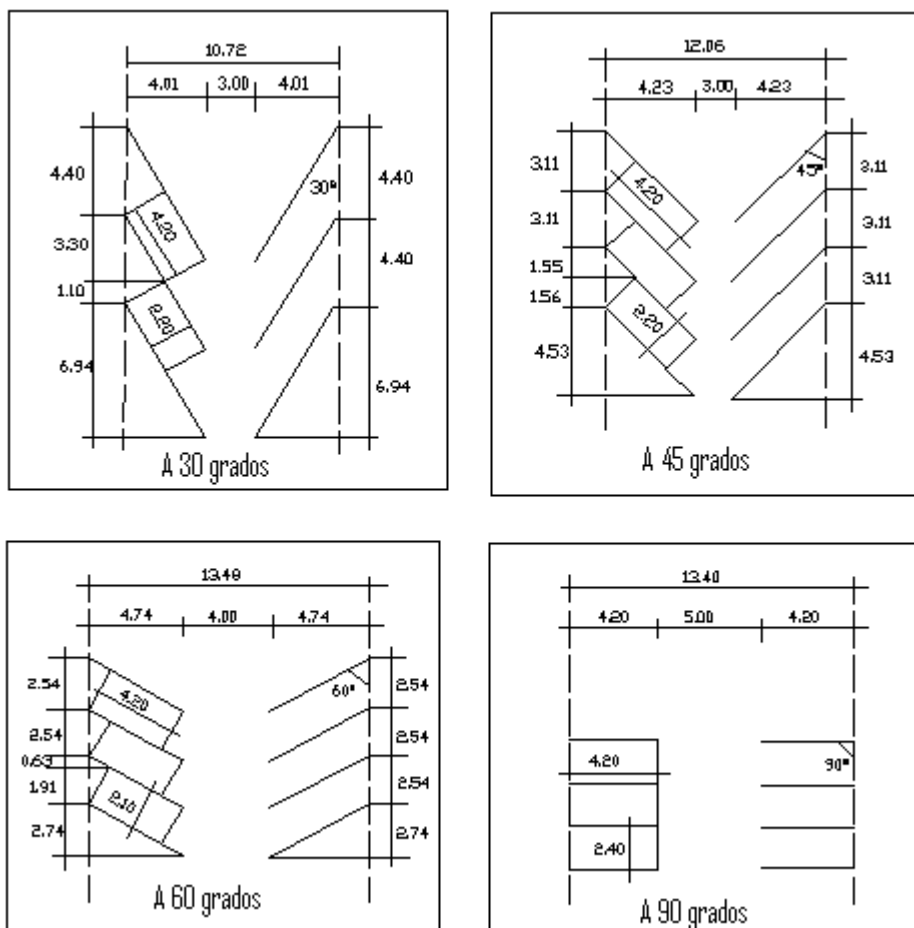
A partir de estas tablas, se elaboraron las figuras 3.5 y 3.6, en las que se ilustran las dimensiones mínimas de los pasillos y casillas, de acuerdo con el ángulo de inclinación de estos últimos.

**Figura 3.5** dimensiones mínimas (m.) para estacionamientos de automóviles grandes y medianos





**Figura 3.6** Dimensiones mínimas (m.) para estacionamientos de automóviles chicos



## **Recomendaciones generales para estacionamientos en edificios.**

### **1. Tipos de rampas.**

Rampas rectas entre pisos.

Rampas rectas entre medias plantas a alturas alternas

Rampas helicoidales

Estacionamiento en la propia rampa

Estacionamiento por medios mecánicos

### **2. Pendientes máximas de las rampas**

Estacionamiento por autoservicio = 13 %

Estacionamiento por empleados = 15 %

Estacionamiento en la propia rampa = 6 %

### **3. Anchura mínima de las líneas separadoras centrales**

Las rampas con doble sentido de circulación deberán tener una línea separadora centrada, con una anchura mínima de: en rampas rectas = 30 cm, en rampas curvas = 45 cm.

### **4. Altura mínima de las guarniciones: 15 cm**

### **5. Altura libre de los pisos**

Primer piso = 2.65 m

Demás pisos = 2.10 m

### **6. Superficie mínima**

La superficie mínima recomendable para un edificio de estacionamiento con rampas es de 930 metros cuadrados (31 \* 31 metros)

### **7. Anchura mínima de las rampas**

La anchura mínima libre de las rampas en rectas será de 2.5 m por carril

## 8. Pasillos de circulación

Los pasillos de circulación en curvas deberán tener un radio de giro mínimo de 7.50 m al eje y una anchura mínima libre de 3.50 m.

## 9. En rampas helicoidales

Radio de giro mínimo al eje del carril interior = 7.50 m

Anchura mínima del carril interior = 3.50 m

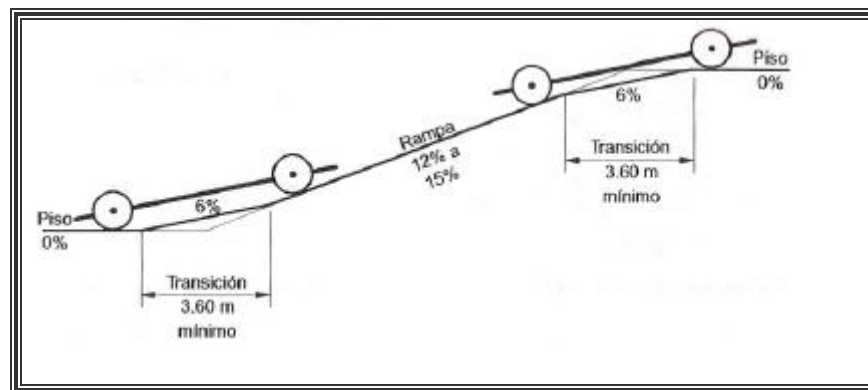
Anchura mínima del carril exterior = 3.20 m

Sobre elevación máxima = 0.10 m / m

## 10. Tramos de transición

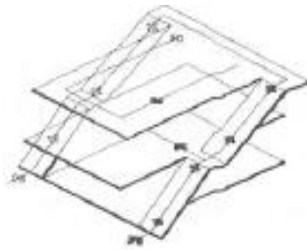
En rampas rectas con pendientes mayores del 12 % deberán construirse tramos de transición en la entrada y la salida, de acuerdo con la figura 3.7

**Figura 3.7** transición recta mínima entre rampas y pisos

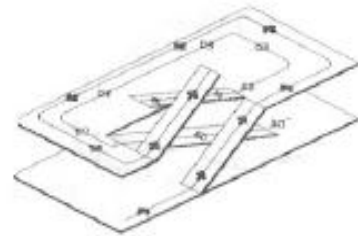


La figura 3.8 ilustran los distintos tipos de estacionamiento: en rampas rectas entre pisos, en rampas rectas entre medias plantas a alturas alternadas y en las

rampas propiamente dichas. **Figura 3.8** Rampas rectas entre pisos (A, B, C, D, E) y entre medias plantas a alturas alternadas (F, G, H)



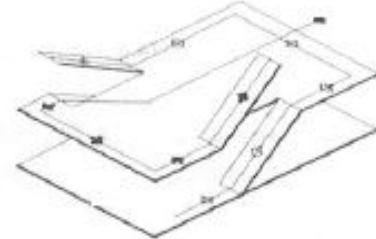
A. con descanso intermedio



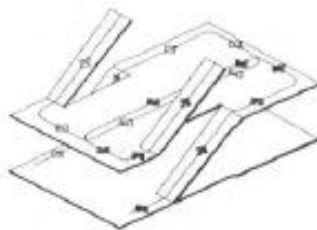
B. encontradas de un sentido



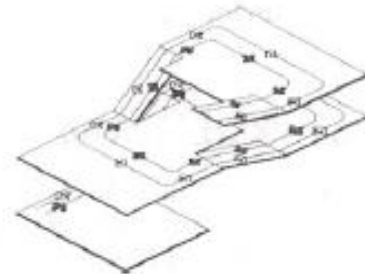
C. de doble sentido



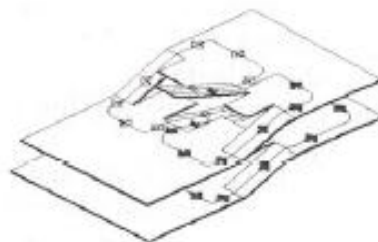
D. sencillas sin cruces



E. sencillas con cruces



F. entre medias plantas



G. entre medias plantas

**Figura 3.9** Vehículo mal estacionado, fuera de su casilla



## CAPÍTULO 4

### APLICACIÓN PRÁCTICA EN LA ZONA CENTRAL DE YACUIBA

#### 4.1. Introducción

En el siguiente capítulo se procederá la aplicación de todos los conceptos explicados anteriormente.

Como primer paso será determinar la zona de estudio delimitaremos tanto el área de OFERTA y de DEMANDA, determinar el tamaño de casilla, se realizara un inventario de todos los vehículos que más veces se estacionan en esta zona de estudio, determinaremos la oferta en el sector uno de estudio mediante las formulas ya anteriormente indicados. Y con la ayuda de las planillas de aforo determinaremos la demanda.

Aforos que se realizara en el sitio de estudio sobre la calle comercio y calle Santa cruz que son las que mayor demanda ofrecen de estacionamiento tienen, como también todos los cálculos mencionados en el índice. Después de procesar los datos en gabinete, se obtendrá los resultados los cuales interpretaremos y daremos nuestras recomendaciones y conclusiones. Los datos más importantes son los actuales, realizados en octubre del 2011, también hay saber interpretar el número de casillas existentes que oferta cada calle estudiada en la zona de estudio.

#### 4.2. Determinación Área de estudio

Para determinar el área de estudio se analizó el crecimiento de la población vehicular hoy en día en nuestra ciudad de Yacuiba, debemos hacer notar que Yacuiba hoy en día tiene un crecimiento de la población muy importante es por eso que hemos escogido esta ciudad para hacer el estudio. La zona elegida se encuentra en el centro de Yacuiba, debemos indicar que Yacuiba es una ciudad que vive del comercio y su centro se caracteriza por ser llena de tiendas que motiva a la gente buscar espacios de estacionamiento.

**El sector 1** el sector uno abarca desde la calle campero hasta la calle 27 de mayo de la calle Martín barroso hasta la calle Santa Cruz. Se realizará de estudio de oferta y demanda de todas las calles que se encuentran dentro de esta delimitación del centro de la ciudad de Yacuiba

**El sector 2** en esta zona se verificara la oferta de estacionamiento ,el sector dos comprende desde la calle San Pedro hasta calle Tassakis y la avenida San Martin hasta la calle Ballivian.

### **4.3.Calculo Tamaño de casilla**

Para determinar el tamaño de casilla se realiza un inventario de todos los vehículos estacionados ,en todas las calles de estudio. Se medirá en el lugar actual de estudio, es decir en cada calle que se está estudiando, poder apreciar que tipo de vehículos estacionan con mayor frecuencia. A partir de esta breve inspección, se tendrán que medir varios vehículos tomando en cuenta el porcentaje de vehículos que más estacionan, es decir tomar más medidas a vehículos que más utilizan las casillas.

Después de medir alrededor de 30 vehículos sus respectivas medidas de largo y ancho, se sacara un promedio de estas medidas. Este promedio serán las medidas del vehículo a utilizar.

#### **4.3.1. Longitud de casilla**

La longitud de casilla se obtiene de realizar las mediciones de los diferentes vehículos y calcular la longitud promedio se tendrá que sumar medio metro en ambos lados del vehículo con la intención de dar espacio a la casilla para la entrada y salida del estacionamiento. **En la tabla 4.1** se muestra los datos tomados del largo y ancho de los vehículos, como también el promedio de estos.

Lo que nos indica las normas de señalización o demarcación el ancho mínimo de la líneas deben ser de 10 cm. De acuerdo lo que indica la teoría estudiada las líneas horizontales que demarca el tamaño de casilla tienen un

ancho de 10 cm, entonces si aumentamos 10 cm en cada extremo de la casilla, tendremos la longitud de 5.9 metros de largo para la casilla.

Si utilizamos esta medida para obtener la oferta, se podría cometer algún error (por utilizar el número con decimal) al trabajar con una gran cantidad de número de estacionamientos. Con el objetivo de facilitar el cálculo de oferta y que está dentro del rango de las dimensiones utilizadas en otros países, se utilizará una longitud de 6 metros de casilla.

#### **4.3.2. Ancho de casilla**

De acuerdo a lo que indica en los capítulos anteriores el ancho promedio obtenido se tendrá que sumar 15 cm en ambos lados del vehículo con la intención de dar espacio a la casilla para la entrada y salida del estacionamiento. Debemos hacer notar que en la ciudad de Yacuiba nos visita muchos vehículos argentinos que son más anchos .

El ancho promedio obtenido es de 1.8 metros

Ancho de casilla =  $1.8 + 0.15 + 0.15 = 2.10$  metros

##### **4.3.2.1 Resumen del tamaño de casilla:**

Las medidas que se tomarán para el tamaño de casilla serán las siguientes:

*Largo de casilla = 6.00 metros*

*Ancho de casilla = 2.10 metros*

**Tabla 4.1** inventario de vehículos que más veces se estaciona en la zona.**Características de los vehículos que se estacionan en el centro de Yacuiba**

Numero	Vehículo	Marca	Modelo	Largo ( m )	Ancho ( m )
1	Auto	Toyota Corolla	1994	4,24	1,6
2	Auto	Starlet	1994	3,78	1,58
3	Auto	Toyota Ipsum	1997	5,12	1,74
4	Auto	Toyota Corolla	1996	4,42	1,68
5	Camioneta	Chevrolet Luv	1993	5	1,73
6	Camioneta	Mitsubishi Montero	2000	5,2	1,78
7	Camioneta	Nissan	1996	5	1,78
8	Camioneta	Toyota Land Cruiser	1990	5,15	1,92
9	Camioneta	Nissan	1996	4,86	1,82
10	Camioneta	Toyota Hilux Milenium	1996	4,86	1,72
11	Camioneta	Frontier	1998	5,12	1,8
12	Camioneta	Toyota Hilux Milenium	2010	5,28	1,94
15	Peta	Brazilia	1980	3,84	1,56
16	Furgoneta	Mazda	1985	4,65	1,64
17	Vagoneta	Nissan Patrol	1994	4,65	1,86
18	Vagoneta	Mitsubishi RVR	1998	4,25	1,65
19	Vagoneta	Toyota 4 Runner	2000	4,8	1,86
20	Vagoneta	Mitsubishi Montero	2001	4,55	1,76
21	Vagoneta	Toyota Carib	1996	4,4	1,65
22	Vagoneta	Mitsubishi Montero	1999	4,6	1,72
23	Vagoneta	Nissan Patrol	2003	5	2
24	Vagoneta	Toyota Land Cruiser	2001	5,2	1,95
25	Vagoneta	Mitsubishi Montero Sport	1998	4,65	1,75
26	Vagoneta	Toyota Land Cruiser Prado	2004	4,88	1,9
27	Vagoneta	Nissan Patrol	2005	5,2	1,95
28	Vagoneta	Mitsubishi Montero	2005	4,85	1,9
29	Vagoneta	Toyota Corolla	1989	4,35	1,62
30	Vagoneta	Nissan Patrol	2005	5,25	1,98

Sumatoria de longitud de vehículos = 139,7      52,94

Promedio de longitudes obtenidas = 4,67      1,77

Longitud del Vehículo promedio = 4,70 ( m )

Ancho del Vehículo promedio = 1,80 ( m )

**Longitud de Casilla = 4.70 + 0.5 + 0.5 = 5.7 m**

**4.4. Inventario o recolección de datos.-**

En estudios de tráfico (tránsito), después que los datos han sido recolectados en el campo, Información debe ser procesada para ser analizada. La evaluación de los resultados de los estudios debe ser evaluada utilizando el método estadístico

apropiado. Tanto los estudios decampo como los análisis estadísticos deben ser llevados a cabo con propiedad, de manera que las condiciones de tránsito prevalcientes sean conocidas. En base de la obtención de la oferta se tendrá que realizar el estudio de la demanda, para después relacionarlos entre sí y llegar a obtener soluciones y conclusiones del análisis realizado.

#### **4.4.1 Determinación oferta de estacionamiento.**

Para determinar la oferta de estacionamiento lo primero que se realiza es determinar el área o la zona de estudio con un cordón cerrado, una vez delimitada la zona a estudiar, se recorre calle por calle tomando sus medidas de longitud total, para después dividirla con la longitud de casilla que es de seis metros, en nuestro caso se realizó un levantamiento topográfico del centro de la ciudad de Yacuiba.

La determinación de la oferta de estacionamiento, consiste en la evaluación del número de casillas disponibles para el estacionamiento permitido, este cálculo será realizado sobre la vía pública. A este número de casillas totales le restamos 2d (2 distancias de casillas) en cada extremo, estas distancias son de visibilidad en las intersecciones y también son utilizadas como paso de peatones.

En resumen para obtener el número de casillas disponibles se llega a obtener la siguiente formula:

$$\text{Numero\_Casillas} = \frac{(L - 4 * l)}{l}$$

Dónde:

L = longitud total de la calle (metros)

l = longitud de la casilla (metros)

#### **4.4.1.2 .Calculo de oferta de estacionamiento de una calle**

Para determinar la oferta de una calle cualquiera se tienen que seguir los siguientes pasos.

Ejemplo.

Calle Comercio entre calle Campero y calle San Pedro

Longitud total de calle =  $L = 135.92$  m.

Longitud de casilla =  $l = 6$  m.

$$\text{Numero\_Casillas} = \frac{(L - 4 * l)}{l}$$

$$N^{\circ}\_Casillas = \frac{(135.92 - 4 * 6)}{6} = 18.65$$

N° Casillas = redondeo a 19

- Este número de casillas obtenido se presenta con decimales, por lo tanto redondearemos el número de casilla al número superior, en este caso el número de casilla disponibles serán 10.

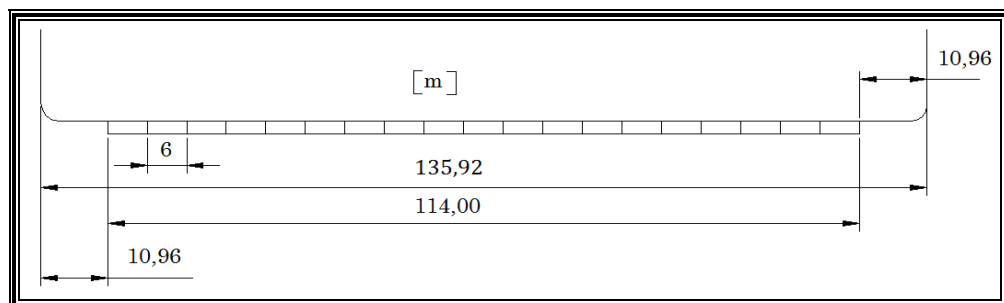
Se tendrá que redondear al número superior con la idea de que el espacio de visibilidad en la esquina no sean mayores de 12 metros, y que esta distancia osciló entre un rango de 9 y 12 metros.

Para determinar la longitud total de estacionamiento permitido se tendrá que multiplicar el número de casillas por la longitud de casilla.

Longitud total de estacionamiento Permitido = N° casillas \* Longitud de casilla

Longitud total de estacionamiento permitido =  $10 * 6 = 60$  m.

**Figura 4.1** Medidas de la oferta para una calle



La longitud de estacionamiento prohibido será la resta de la longitud total menos la longitud de estacionamiento permitido.

Longitud de estacionamiento prohibido = LTC-LTP = 135,92 – 114 = 21,92 m

Longitud de estac. Prohibido para un extremo de calle = LEP = 21,92 / 2 = 10,96 m.de esta manera se procede a obtener la oferta para cualquier calle.

**En la tabla 4.2** se muestra los cálculos realizados para obtener la oferta de todo el sector 2.

En esta tabla se mostrara como ser la longitud total de cada calle, la longitud de casilla. El número de casillas reales existentes para cada cuadra (existirán en algunas calles paradas de micros, éstos reducirán la cantidad de casillas en cada cuadra, ya que cada parada tiene una cierta longitud para estacionar preventivamente los micros. **En la tabla 4. 2** Las calles donde exista parada se pondrá, a continuación del nombre de la calle entre paréntesis se escribirá la palabra paradas, para no confundirlas y poder reducir su longitud de estacionamiento permitido por el espacio utilizado de las paradas de micros. En el final del trabajo se muestra el plano donde contiene los lugares de paradas de micros y así también como su longitud de parada.)

También se mostrara en la tabla 4. 2 la longitud de estacionamiento permitido y la longitud de estacionamiento prohibido para cada esquina de cada cuadra.

Posteriormente se presenta la **tabla 4. 3**, en esta se determina la oferta de estacionamiento en la zona céntrica, del sector 1. En este sector se obtendrá la demanda del estacionamiento, para luego relacionar entre la cantidad de casillas existentes y la cantidad de vehículos que demanda estacionar.

**Tabla 4.2** Calculo de la oferta de estacionamiento en la zona Exterior de la zona céntrica demarcada en plano

**Sector 2: Determinación de la oferta de estacionamiento con su respectivo n° de casillas en cada calle y su longitud de estacionamiento prohibido en ambos extremos de cada calle**

N° Calle	Ubicación		Longitud de Calle L ( m )	Longitud de casilla l ( m )	N° de casillas ( L - 4*1 ) l	N° de casillas reales	Long. De Estacion. permitido	Long. De Estacion. prohibido 2d
	Calle	Referencia						
1	Ballivian	Entre calle san pedro y Campero	116,99	6	15,50	16,00	96	10,50
2	Ballivian	entre calle campero y calle sucre	130,48	6	17,75	18,00	108	11,24
3	Ballivian	entre calle sucre y calle Crevaux	125,93	6	16,99	17,00	102	11,97
4	Ballivian	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	123,75	6	16,63	17,00	102	10,88
5	Ballivian	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	130,12	6	17,69	18,00	108	11,06
6	Ballivian	entre calle Beneméritos y calle Independencia	92,85	6	11,48	12,00	72	10,43
7	Ballivian	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	104,18	6	13,36	14,00	84	10,09
8	Ballivian	entre calle 27 de mayo y calle tassakis	105,02	6	13,50	14,00	84	10,51
9	Santa Cruz	Entre calle san pedro y Campero	125,43	6	16,91	17,00	102	11,72
10	Santa Cruz	entre calle 27 de mayo y calle tassakis	105,03	6	13,51	14,00	84	10,52
11	comercio	Entre calle san pedro y Campero	135,92	6	18,65	19,00	114	10,96
12	comercio	entre calle 27 de mayo y calle tassakis	105,37	6	13,56	14,00	84	10,69
13	Ballivian	Entre calle san pedro y Campero	144,53	6	20,09	21,00	126	9,27
14	Ballivian	entre calle 27 de mayo y calle tassakis	105,03	6	13,51	14,00	84	10,52
15	Cornelio Ríos	Entre calle san pedro y Campero	156,40	6	22,07	23,00	138	9,20
16	Cornelio Ríos	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	111,51	6	14,58	15,00	90	10,75
17	Cornelio Ríos	entre calle 27 de mayo y calle tassakis	104,52	6	13,42	14,00	84	10,26
18	Avenida San Martin	Entre calle san pedro y Campero	158,36	6	22,39	23,00	138	10,18
19	Avenida San Martin	entre calle campero y calle sucre	130,11	6	17,69	18,00	108	11,06
20	Avenida San Martin	entre calle sucre y calle Crevaux	124,05	6	16,68	17,00	102	11,03
21	Avenida San Martin	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	124,05	6	16,68	17,00	102	11,03

N° Calle	Ubicación		Longitud de Calle L ( m )	Longitud de casilla l ( m )	N° de casillas ( L - 4*1 ) l	N° de casillas reales	Long. De Estacion. permitido	Long. De Estacion. prohibido 2d
	Calle	Referencia						
22	Avenida San Martin	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	90,07	6	11,01	12,00	72	9,04
23	Avenida San Martin	entre calle Beneméritos y calle Independencia	85,46	6	10,24	11,00	66	9,73
24	Avenida San Martin	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	110,45	6	14,41	15,00	90	10,23
25	Avenida San Martin	entre calle 27 de mayo y calle tassakis	105,33	6	13,56	14,00	84	10,67
26	Avenida San Martin	Entre calle san pedro y Cochabamba	615,57	6	98,60	99,00	594	10,79
27	Avenida San Martin	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	30,04	6	1,01	2,00	12	9,02
28	Avenida San Martin	entre calle Beneméritos y calle Independencia	83,79	6	9,97	10,00	60	11,90
29	Avenida San Martin	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	111,00	6	14,50	15,00	90	10,50
30	Avenida San Martin	entre calle 27 de mayo y calle tassakis	105,51	6	13,59	14,00	84	10,76
31	san pedro	entre calle Ballivian y calle Santa Cruz	122,60	6	16,43	17,00	102	10,30
32	san pedro	entre calle Santa Cruz y calle comercio	127,79	6	17,30	18,00	108	9,90
33	san pedro	entre calle comercio y Ballivian	121,86	6	16,31	17,00	102	9,93
34	san pedro	entre calle Ballivian y calle Cornelio Ríos	138,02	6	19,00	20,00	120	9,01
35	san pedro	entre calle Cornelio Ríos y Avenida San Martin	35,62	6	1,94	2,00	12	11,81
36	campero	entre calle Ballivian y calle Santa Cruz	121,85	6	16,31	17,00	102	9,93
37	campero	entre calle Ballivian y calle Cornelio Ríos	132,06	6	18,01	19,00	114	9,03
38	campero	entre calle Cornelio Ríos y Avenida San Martin	46,93	6	3,82	4,00	24	11,47
39	sucre	entre calle Ballivian y calle Santa Cruz	119,89	6	15,98	16,00	96	11,95
40	sucre	entre calle Ballivian y Avenida San Martin	184,04	6	26,67	27,00	162	11,02
41	Crevaux	entre calle Ballivian y calle Santa Cruz	113,98	6	15,00	15,00	90	11,99
42	Crevaux	entre calle Ballivian y Avenida San Martin	187,69	6	27,28	28,00	168	9,85
43	Cochabamba	entre calle Ballivian y calle Santa Cruz	100,78	6	12,80	13,00	78	11,39
44	Cochabamba	entre calle Ballivian y Avenida San Martin	192,41	6	28,07	29,00	174	9,21
45	Beneméritos	entre calle Ballivian y calle Santa Cruz	95,20	6	11,87	12,00	72	11,60
46	Beneméritos	entre calle Ballivian y Avenida San Martin	184,71	6	26,79	27,00	162	11,36

N° Calle	Ubicación		Longitud de Calle L ( m )	Longitud de casilla l ( m )	N° de casillas ( L - 4*1 ) l	N° de casillas reales	Long. De Estacion. permitido	Long. De Estacion. prohibido 2d
	Calle	Referencia						
47	Independencia	entre calle Ballivian y calle Santa Cruz	89,95	6	10,99	11,00	66	11,98
48	Independencia	entre calle Ballivian y calle Cornelio Ríos	115,09	6	15,18	16,00	96	9,54
49	Independencia	entre calle Cornelio Ríos y Avenida San Martin	52,29	6	4,72	5,00	30	11,15
50	27 de mayo	entre calle Ballivian y calle Santa Cruz	85,08	6	10,18	11,00	66	9,54
51	27 de mayo	entre calle Ballivian y calle Cornelio Ríos	96,82	6	12,14	13,00	78	9,41
52	27 de mayo	entre calle Cornelio Ríos y Avenida San Martin	64,99	6	6,83	7,00	42	11,50
53	tassakis	entre calle Ballivian y calle Santa Cruz	79,52	6	9,25	10,00	60	9,76
54	tassakis	entre calle Santa Cruz y calle comercio	100,03	6	12,67	13,00	78	11,02
55	tassakis	entre calle comercio y Ballivian	105,04	6	13,51	14,00	84	10,52
56	tassakis	entre calle Ballivian y calle Cornelio Ríos	65,02	6	6,84	7,00	42	11,51
57	tassakis	entre calle Cornelio Ríos y Avenida San Martin	58,93	6	5,82	6,00	36	11,47

OFERTA 938

El número Total de casillas que existe en el **SECTOR 2**, Es igual a 938 casillas (este sector se encuentra fuera del sector 1)

**Tabla 4.3** Determinación de la Oferta en la zona del **Sector 1**

N° Calle	Ubicación		Longitud de Calle L ( m )	Longitud de casilla l ( m )	N° de casillas ( L - 4*1 ) l	N° de casillas reales	Long. De Estacion. permitido	Long. De Estacion. prohibido 2d
	Calle	Referencia						
1a	Santa Cruz	entre calle campero y calle sucre	130,28	6	17,71	18	108	11,14
2a	Santa Cruz	entre calle sucre y calle Crevaux	123,35	6	16,56	17	102	10,68
3a	Santa Cruz	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	123,48	6	16,58	17	102	10,74
4a	Santa Cruz	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	115,96	6	15,33	16	96	9,98
5a	Santa Cruz	entre calle Beneméritos y calle Independencia	97,54	6	12,26	13	78	9,77
6a	Santa Cruz	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	105,29	6	13,55	14	84	10,64
7a	Comercio	entre calle campero y calle sucre	130,00	6	17,67	18	108	11,00
8a	Comercio	entre calle sucre y calle Crevaux	125,13	6	16,85	17	102	11,56
9a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	128,34	6	17,39	18	108	10,17
10a	Comercio	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	97,32	6	12,22	13	78	9,66
11a	Comercio	entre calle Beneméritos y calle Independencia	101,64	6	12,94	13	78	11,82
12a	Comercio	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	107,36	6	13,89	14	84	11,68
13a	Martin Barroso	entre calle campero y calle sucre	128,76	6	17,46	18	108	10,38
14a	Martin Barroso	entre calle sucre y calle Crevaux	125,23	6	16,87	17	102	11,61
15a	Martin Barroso	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	126,97	6	17,16	18	108	9,48
16a	Martin Barroso	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	94,50	6	11,75	12	72	11,25
17a	Martin Barroso	entre calle Beneméritos y calle Independencia	95,58	6	11,93	12	72	11,79
18a	Martin Barroso	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	108,12	6	14,02	15	90	9,06
19a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	103,26	6	13,21	14	84	9,63
20a	Campero	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	117,14	6	15,52	16	96	10,57
21a	Campero	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	123,24	6	16,54	17	102	10,62
22a	Sucre	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	105,29	6	13,55	14	84	10,65
23a	Sucre	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	125,06	6	16,84	17	102	11,53
24a	Crevaux	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	121,96	6	16,33	17	102	9,98

N° Calle	Ubicación		Longitud de Calle	Longitud de casilla	N° de casillas ( L - 4*1 )	N° de casillas reales	Long. De Estacion. permitido	Long. De Estacion. prohibido 2d
	Calle	Referencia	L ( m )	l ( m )	l			
25a	Cochabamba	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	115,47	6	15,24	16	96	9,73
26a	Beneméritos	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	74,23	6	8,37	9	54	10,11
27a	Beneméritos	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	109,54	6	14,26	15	90	9,77
28a	Independencia	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	85,07	6	10,18	11	66	9,53
29a	Independencia	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	95,41	6	11,90	12	72	11,70
30a	27 de mayo	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	100,04	6	12,67	13	78	11,02
31a	27 de mayo	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	75,68	6	8,61	9	54	10,84

OFERTA 460

La oferta total en número de casillas del **sector 1** es = 460 casillas

#### 4.4.2. Calculo demanda de estacionamiento vehicular.

La demanda se determina por medio del método de las patentes o placas de control que consiste en tomar nota de las patentes de los vehículos estacionados en el área de estudio a las distintas horas de un día típico. Esta identificación se efectuará con la hoja denominada Formato de medición de estacionamiento. La permanencia nos permite establecer un aspecto general de la demanda, ya que no nos permite conocer el destino del viaje del usuario y ello significa que no sabemos el grado de satisfacción lograda. Ello se soluciona, si paralelamente efectuamos una encuesta sobre el destino de los usuarios. Se llama demanda de estacionamiento a la necesidad de espacios que existe en un área determinada. La demanda de estacionamiento varía con el tiempo.

La demanda de estacionamiento es difícil de conocer y se mide principalmente por la acumulación de vehículos estacionados y por el volumen de estacionamiento en determinado tiempo.

El área donde existe mayor cantidad de vehículos estacionados

El lugar donde hay mayor acumulación de vehículos estacionados es en la zona central de Yacuiba calle comercio y calle Santa cruz. El tiempo de mayor acumulación es generalmente el correspondiente a las horas de trabajo y venta de mercadería.

Volumen de estacionamiento es el número total de vehículos que se han estacionado en un área determinada, durante un cierto periodo de tiempo.

El constante crecimiento de las ciudades y de su parque automotor obliga a que cada día exista mayor demanda de espacios para estacionar. Los estacionamientos ocupan un tiempo permanente, ocasionando una reducción de la capacidad de la calle.

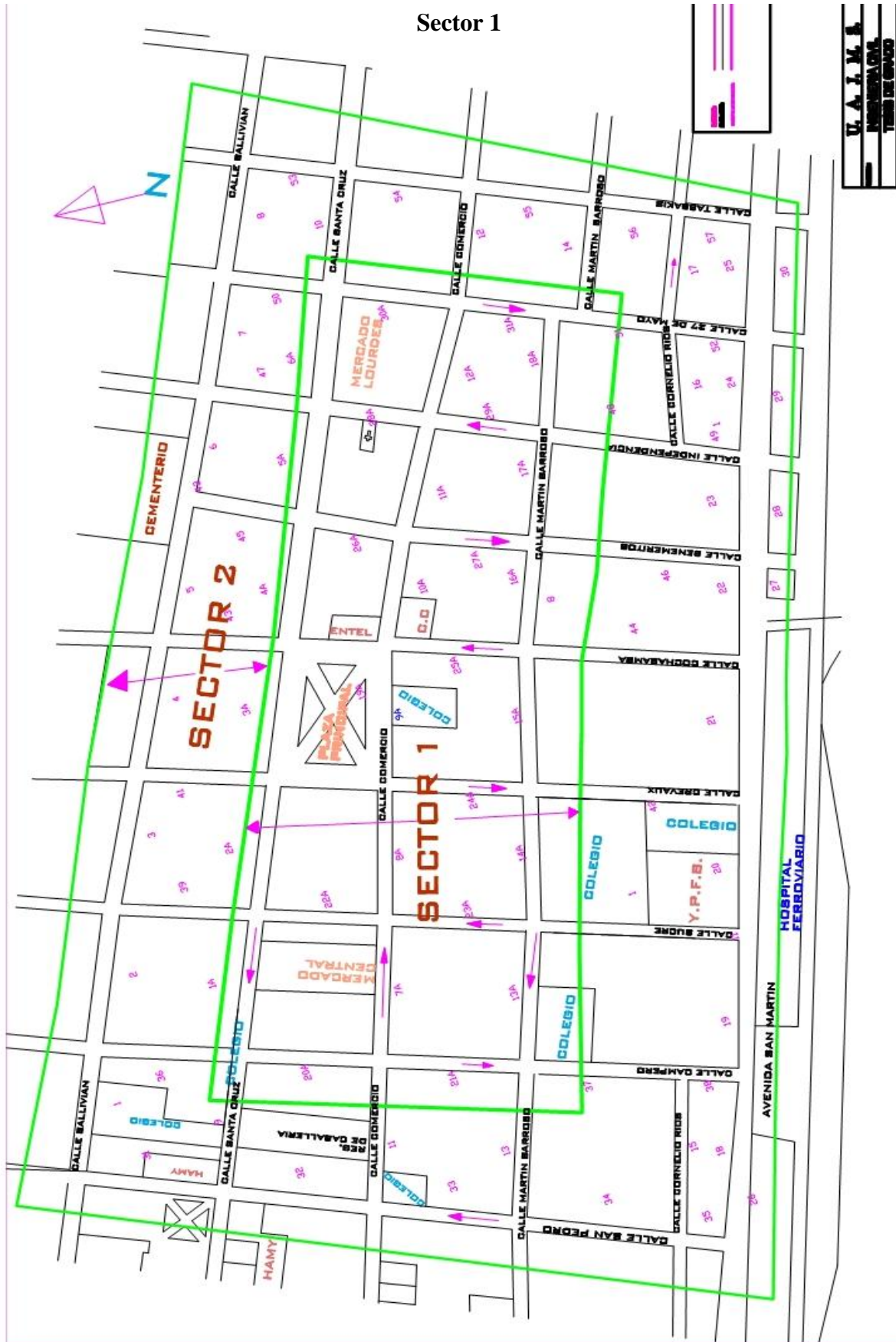
#### **4.4.2.1.Procedimiento para obtener la Demanda.**

El estudio de demanda de estacionamiento realizado en la zona central de Yacuiba tuvo por objetivo determinar la cantidad de vehículos que estacionan en la cuadra o calle y la duración del estacionamiento en los diferentes lugares habilitados para tal fin.

En **la figura 4.2 muestra el** área de aforo de la zona central

El procedimiento del estudio fue de registrar la parte numeral de las placas (patentes) de los vehículos que se encontraban estacionados en el lugar determinado, la dirección del recorrido en anotar las placas fue en el mismo sentido del tránsito de los vehículos, repitiendo este proceso cada 10 ( diez ) minutos.

Figura 4.2 Zona Central delimitada para realizar el Análisis de la Demanda



U. A. I. M. S.  
INSTRUMENTACION  
TERRENO DE GRABO

El tiempo de aforo en cada calle fue de tres horas en las horas de mayor demanda, tomando los días de semana que son los días de mayor incidencia del tráfico y ocupación de los estacionamientos, el proceso fue recorrer calle por calle e ir anotando en las planillas ya elaboradas la cantidad de vehículos que se encontraban en determinada calle. Debo resaltar que para el estudio se escogió los datos del día más crítico o de mayor demanda y las tres horas más críticas.

Por eso se tomó un periodo de tres horas de estudio por calle. En este tiempo se pueden verificar las tablas de aforo y se puede llegar a interpretar y reflejada lo que pasa en el estacionamiento en la parte central de Yacuiba. Ahora bien si se quiere conocer la cantidad total de vehículos en el día sólo se tendrá que multiplicar el índice de ocupación por el número de horas que queremos investigar el estacionamiento.

Las planillas se presentan al final es decir en los anexos.

El cálculo de la demanda de estacionamiento en las calles de la zona céntrica se realiza mediante la determinación de los periodos de máxima ocupación de estacionamiento durante las tres horas del día de estudio. Estos valores se presentan resumidos en la tabla 4.4 y 4.5

La totalidad de recuentos de datos y tablas que se realizaron en el estudio de demanda de estacionamiento en la vía pública se presenta como anexo a este trabajo

#### 4.4.2.2 Planillas de resumen de aforos para calcular la demanda de estacionamiento

**Tabla 4.4** Demanda máxima del estacionamiento en periodos de 10 min.

N° Calle	Ubicación		Demanda máxima en 10 min de Vehículos	Periodos de Tiempo
	Calle	Referencia		
1a	Santa Cruz	entre calle campero y calle sucre	13	10:20 - 10:30
2a	Santa Cruz	entre calle sucre y calle Crevaux	12	10:40 - 10:50
3a	Santa Cruz	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	13	11:30 - 11:40
4a	Santa Cruz	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	12	9:30 - 9:40
5a	Santa Cruz	entre calle Beneméritos y calle Independencia	13	9:30 - 9:40
6a	Santa Cruz	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	12	9:30 - 9:40
7a	Comercio	entre calle campero y calle sucre	13	10:50 - 11:00
8a	Comercio	entre calle sucre y calle Crevaux	10	9:20 - 9:30
9a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	12	15:30 - 15:40
10a	Comercio	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	11	16:20 - 16:30
11a	Comercio	entre calle Beneméritos y calle Independencia	10	15:40 - 15:30
12a	Comercio	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	11	9:40 - 9:50
13a	Martin Barroso	entre calle campero y calle sucre	10	10:40 - 10:50
14a	Martin Barroso	entre calle sucre y calle Crevaux	13	11:40 - 11:50
15a	Martin Barroso	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	12	9:20 - 9:30
16a	Martin Barroso	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	11	9:50 - 10:00
17a	Martin Barroso	entre calle Beneméritos y calle Independencia	12	9:10 - 9:20
18a	Martin Barroso	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	10	09:30 - 9:40
19a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	12	9:40 - 9:50
20a	Campero	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	13	10:10 - 10:20
21a	Campero	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	12	9:10 - 9:20
22a	Sucre	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	13	9:40 - 9:50
23a	Sucre	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	12	10:10 - 10:20
24a	Crevaux	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	13	9:50 - 10:00
25a	Cochabamba	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	12	11:50 - 12:00
26a	Beneméritos	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	12	10:00 - 11:00
27a	Beneméritos	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	11	11:00 - 11:10
28a	Independencia	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	12	11:00 - 11:10
29a	Independencia	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	12	11:20 - 11:30
30a	27 de mayo	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	14	10:40 - 10:50
31a	27 de mayo	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	12	9:10 - 9:20

**Tabla 4.5** Demanda Máxima Horaria del Estacionamiento

N° Calle	Ubicación		N° de casillas reales	Numero de Vehículos	Periodos de Tiempo
	Calle	Referencia			
1a	Santa Cruz	entre calle campero y calle sucre	18	20	9:00 - 10:00
2a	Santa Cruz	entre calle sucre y calle Crevaux	17	19	9:00 - 10:00
3a	Santa Cruz	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	17	21	10:00 - 11:00
4a	Santa Cruz	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	16	16	9:00 - 10:00
5a	Santa Cruz	entre calle Beneméritos y calle Independencia	13	19	10:00 - 11:00
6a	Santa Cruz	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	14	20	10:00 - 11:00
7a	Comercio	entre calle campero y calle sucre	18	19	9:00 - 10:00
8a	Comercio	entre calle sucre y calle Crevaux	17	21	9:00 - 10:00
9a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	18	16	16:00 - 17:00
10a	Comercio	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	13	19	17:00 - 18:00
11a	Comercio	entre calle Beneméritos y calle Independencia	13	17	16:00 - 17:00
12a	Comercio	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	14	18	11:00 - 12:00
13a	Martin Barroso	entre calle campero y calle sucre	18	18	11:00 - 12:00
14a	Martin Barroso	entre calle sucre y calle Crevaux	17	14	11:00 - 12:00
15a	Martin Barroso	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	18	15	11:00 - 12:00
16a	Martin Barroso	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	12	19	11:00 - 12:00
17a	Martin Barroso	entre calle Beneméritos y calle Independencia	12	19	10:00 - 11:00
18a	Martin Barroso	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	15	16	10:00 - 11:00
19a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	14	25	11:00 - 12:00
20a	Campero	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	16	18	10:00 - 11:00
21a	Campero	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	17	20	11:00 - 12:00
22a	Sucre	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	14	18	9:00 - 10:00
23a	Sucre	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	17	19	11:00 - 12:00
24a	Crevaux	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	17	17	11:00 - 12:00
25a	Cochabamba	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	16	8	9:00 - 10:00
26a	Beneméritos	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	9	13	10:00 - 11:00
27a	Beneméritos	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	15	15	9:00 - 10:00
28a	Independencia	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	11	20	9:00 - 10:00
29a	Independencia	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	12	19	9:00 - 10:00
30a	27 de mayo	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	13	21	11:00 - 12:00
31a	27 de mayo	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	9	16	9:00 - 10:00

#### **4.5.- Cálculo de factores del Estacionamiento**

**Coefficiente de rotación vehicular:** si calculamos el coeficiente vehículos diferentes estacionados en un lugar y la capacidad de éste, podremos determinar el coeficiente de rotación vehicular que es inversamente proporcional al tiempo de permanencia de los vehículos.

Si la rotación media o coeficiente de rotación vehicular de una zona es de 3,5, significa que 3,5 vehículos ocuparon cada espacio en un tiempo dado, por lo tanto, dividiendo el tiempo observado por 3,5 se obtendrá el tiempo medio que cada vehículo permaneció.

Para realizar un estudio de estacionamiento no sólo basta encontrar la oferta y la demanda sino que también existen indicadores o factores que nos permiten tener una visión, de cómo se encuentra el estado del estacionamiento, cómo podemos restringir al estacionamiento y cómo podemos proyectar el estacionamiento.

Dentro de estos indicadores importantes tenemos al índice de ocupación y la duración media o promedio del estacionamiento que nos ayudarán a ver con mayor claridad el estado actual del estacionamiento.

##### **4.5.1. Índice de Ocupación**

Para una etapa y área de observación podemos determinar la relación media vehículos estacionamiento/número de espacios inventariados. Si el valor es menos que uno, existe un equilibrio entre la oferta y la demanda. Esta situación puede ser graficada en el período total de estudio y obtener así una expresión gráfica.

Se define como el número de veces que se usa dicho espacio durante un lapso de tiempo determinado.

Para obtener el índice de ocupación se tiene que aforar la cantidad de vehículos que se estacionan en una calle determinada y dividir entre los espacios disponibles.

Para varios espacios de estacionamiento se utiliza el índice de ocupación promedio.

La expresión más sencilla del índice de ocupación viene dada de la siguiente manera:

$$I_o = \frac{\text{demanda}}{\text{oferta}}$$

$$I_o = \frac{\text{Número de vehículos que se estacionan}}{\text{Número de espacios para estacionarse}}$$

Esta es la manera más sencilla de calcular el índice de ocupación, pero esta expresión sólo nos indica la referencia de vehículos que estacionan en una cantidad de espacio pero no, nos da la referencia de tiempo.

En nuestro caso de estudio en la zona central se tiene que analizar varias horas con diversos espacios de estacionamientos que se encuentran en una determinada cuadra o calle, para este caso se utilizara la siguiente expresión:

$$I_o = \frac{\text{Suma de todos los vehículos estacionados}}{\text{Número de horas estudiadas}} \div \text{Número de casillas}$$

Primeramente se tiene que contar el número de vehículos estacionados en las planillas de aforo, para después relacionarlas con el número de casillas y las horas de estudio con la expresión ya mencionada.

Los diferentes resultados del índice de ocupación indica la importancia de especificar muy claramente la duración del periodo de referencia durante la cual se calcula este.

Este índice es sólo un promedio de ocupación horaria, que nos da referencia para proyectar a mayor cantidad de horas o restringir el estacionamiento. Es por eso que hay que tener en cuenta, para qué, y donde se tiene que utilizar el índice de ocupación, en la **tabla 4 .6** se muestran el índice de ocupación para las diferentes calles de estudio ya mencionadas, así también la proyección y la obtención de la cantidad de vehículos para cuatro horas y ocho horas. Para una mayor comprensión de estudio se presenta los cálculos de índice de ocupación en el anexo Núm. 1

### **Interpretación del Índice de Ocupación**

Para obtener el índice de ocupación se aforo 3 hrs. Pero por fines de cálculo este índice lo llevamos en un promedio por hora. Verificando las tablas ya presentadas anteriormente se observa que a lo largo de las calles se encuentra el Io entre 0.7 hr/casilla y 1.5 hr/casilla. Esto quiere decir que un vehículo se estaciona alrededor de 1 hr. en 1 casilla, pero esto viene a ser un promedio horario, si se observa en las planillas reales, algunos veh. Están estacionados 4hr. y otros apenas llegan a 20 min.

Para verificar el estado real del estacionamiento es conveniente verificar los datos originales de aforo y obtener el problema real de estudio.

#### 4.5.1.1 Planillas de cálculo índice de ocupación de cada calle de la zona de estudio

**Tabla 4.6** Índice de ocupación de las diversas calles de estudio

Nº Calle	Ubicación		Índice de Ocupa. Horaria	Io Proyectada para 4 hr.	Io Proyectada para 8 hr.
	Calle	Referencia	Veh / Casilla	Veh / Casilla	Veh / Casilla
1a	Santa Cruz	entre calle campero y calle sucre	0,57	2,28	4,56
2a	Santa Cruz	entre calle sucre y calle Crevaux	0,92	3,69	7,38
3a	Santa Cruz	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	0,75	2,98	5,96
4a	Santa Cruz	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	0,77	3,08	6,17
5a	Santa Cruz	entre calle Beneméritos y calle Independencia	0,92	3,69	7,38
6a	Santa Cruz	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	1,00	4,00	8,00
7a	Comercio	entre calle campero y calle sucre	0,89	3,56	7,11
8a	Comercio	entre calle sucre y calle Crevaux	1,21	4,84	9,68
9a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	1,20	4,82	9,63
10a	Comercio	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	1,46	5,85	11,70
11a	Comercio	entre calle Beneméritos y calle Independencia	0,62	2,46	4,92
12a	Comercio	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	0,74	2,95	5,90
13a	Martin Barroso	entre calle campero y calle sucre	0,52	2,08	4,15
14a	Martin Barroso	entre calle sucre y calle Crevaux	0,51	2,04	4,08
15a	Martin Barroso	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	0,87	3,48	6,96
16a	Martin Barroso	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	1,00	4,00	8,00
17a	Martin Barroso	entre calle Beneméritos y calle Independencia	1,08	4,33	8,66
18a	Martin Barroso	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	1,09	4,36	8,71
19a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	1,26	5,05	10,10
20a	Campero	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	0,97	3,88	7,75
21a	Campero	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	1,00	4,00	8,00
22a	Sucre	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	1,21	4,86	9,71
23a	Sucre	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	0,96	3,84	7,69
24a	Crevaux	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	0,71	2,82	5,65
25a	Cochabamba	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	0,38	1,50	3,00

26a	Beneméritos	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	0,93	3,70	7,41
27a	Beneméritos	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	0,82	3,29	6,58
28a	Independencia	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	0,85	3,39	6,78
29a	Independencia	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	0,22	0,89	1,78
30a	27 de mayo	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	0,90	3,59	7,18
31a	27 de mayo	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	1,15	4,59	9,18

#### 4.5.2. Duración Media o Promedio del Estacionamiento

La duración media es la nos indica cuánto tiempo más o menos se estaciona cada vehículo en cada espacio de la calle estudiada

Para este estudio se calculó el índice de ocupación por calles.

Esta duración no es más que la inversa del índice de ocupación.

Por ejemplo cuando el índice de ocupación es elevado y tiene que haber la mayor cantidad de vehículos estacionados, la duración del estacionamiento será baja, es decir cuando estacionen mayor cantidad de vehículos, el tiempo de cada vehículo que estacionen será menor.

La expresión de cálculo viene dada de la siguiente manera:

$$Dm = \frac{1}{Io} \quad Dm = \frac{1}{\frac{\text{Vehiculos / hora}}{\text{Casilla}}} = \frac{\text{Horas / casilla}}{\text{Vehiculo}}$$

Ejemplo de cálculo: con  $Io = 12$  veh / casilla para 4 horas

pero el índice ocupación para una hora será:  $Io = 3$  veh / casilla / hora

$$\text{Entonces} \quad Dm = \frac{1}{Io} = Dm = \frac{1}{3} = 0.33 - \frac{\text{horas / casillas}}{\text{vehiculo}}$$

Esto quiere decir, que los 12 vehículos que utilizan el estacionamiento a lo largo de las 4 (cuatro) horas, permanece en cada uno en promedio de 0.33 horas, o lo que es lo mismo, una duración media de 20 minutos por vehículo.

Todos los cálculos detallados de la duración media o promedio del estacionamiento se encuentran en el anexo, con sus diversos datos, aforos y con sus respectivos cálculos.

En la tabla 4.7 se muestra un resumen de cómo se comportan los estacionamientos en tiempos promedios en las diversas calles del centro de Yacuiba.

#### 4.5.2.1.- Planillas de cálculo de duración Media o Promedio del Estacionamiento

**Tabla 4.7** Duración media o promedio del estacionamiento en calles del centro de Yacuiba.

N° Calle	Ubicación		Duración media Promedio E. en Hr.	Duración media Promedio E. en Minutos
	Calle	Referencia		
1a	Santa Cruz	entre calle campero y calle sucre	1,72	103,20
2a	Santa Cruz	entre calle sucre y calle Crevaux	1,09	65,10
3a	Santa Cruz	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	1,34	80,52
4a	Santa Cruz	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	1,30	77,82
5a	Santa Cruz	entre calle Beneméritos y calle Independencia	1,08	64,98
6a	Santa Cruz	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	1,00	60,00
7a	Comercio	entre calle campero y calle sucre	1,13	67,50
8a	Comercio	entre calle sucre y calle Crevaux	0,82	49,38
9a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	0,83	49,86
10a	Comercio	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	0,68	41,04
11a	Comercio	entre calle Beneméritos y calle Independencia	1,63	97,50
12a	Comercio	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	1,36	81,30
13a	Martin Barroso	entre calle campero y calle sucre	1,93	115,74
14a	Martin Barroso	entre calle sucre y calle Crevaux	1,96	117,72
15a	Martin Barroso	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	1,15	69,24
16a	Martin Barroso	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	1,00	60,00
17a	Martin Barroso	entre calle Beneméritos y calle Independencia	0,92	55,38
18a	Martin Barroso	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	0,92	55,08
19a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	0,79	47,52
20a	Campero	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	1,03	61,92
21a	Campero	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	1,00	60,00
22a	Sucre	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	0,82	49,44
23a	Sucre	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	1,04	62,46
24a	Crevaux	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	1,42	85,02

25a	Cochabamba	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	2,67	160,02
26a	Beneméritos	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	1,08	64,80
27a	Beneméritos	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	1,22	72,96
28a	Independencia	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	1,18	70,74
29a	Independencia	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	4,50	270,00
30a	27 de mayo	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	1,11	66,84
31a	27 de mayo	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	0,87	52,26

#### **4.6. Análisis del Estacionamiento**

Después de determinar la oferta y demanda de estacionamiento se debe interpretar estos resultados, luego se procederá a recomendar soluciones posibles a este problema.

##### **4.6.1. Análisis de la Oferta**

El análisis de oferta se realizó en todas las calles delimitadas para este estudio que fueron denominados sector uno y dos.

Para este estudio se tomó en cuenta las áreas de estacionamientos definidos por la alcaldía, garajes, mercados.

Todo el detalle de la oferta dentro de la zona de estudio se refleja al final del trabajo como plano de referencia, este plano comprende todos los lugares de estacionamiento permitido con sus respectivas medidas y longitud de estacionamiento prohibido, como también los diferentes lugares de parada de micros con sus respectivas longitudes y señales, las paradas de taxis, los lugares de estacionamiento prohibido y para completar la numeración de cada cuadra. Este detalle se encuentra resumido al final del trabajo como plano.

División de la oferta

Dentro del estudio total de la oferta, dividiremos en 2 (dos) sectores para su mejor comprensión.

##### **Sector 1**

El primer sector comprende la calle Ballivian hasta la calle Santa Cruz ,la calle campero hasta la calle 27 de mayo , cada manzano se codifico par un mejor proceso de datos.

De acuerdo a la planilla de cálculo dentro del sector uno tenemos una oferta de =460 casillas.

## **2º Sector**

En sector dos rodea el sector uno que comprende desde la calle Juan XXIII hasta la calle tassakis y la Avenida San Martin y la calle Ballivian .

El sector dos ofrece 938 casillas vacías

Para su mejor ubicación en la división de sectores se puede verificar en el plano al final del trabajo.

### **4.6.2. Análisis de la Demanda**

Después de realizar los aforos en las diferentes calles se deberá verificar los resultados ,los que nos ayuda a identificar la verdadera demanda de espacios para estacionar como también determinar la duración media del estacionamiento.

El análisis que se realizará con ayuda de las planillas de foro, será despejar algunas incógnitas como ser: que vehículos están mal estacionados, que cantidad de vehículos utilizan más tiempo el estacionamiento y si los estacionamientos públicos afectan a la oferta de estacionamientos.

#### **Vehículos que están mal estacionados**

En este estudio se pudo identificar la gran cantidad de vehículos mal estacionados ,por los conductores que no respetan la señalización, como es una zona de comercio se estacionan esporádicamente en cualquier parte , otros se estacionan medio la calle para subir o bajar los pasajeros, los micros no respetan sus paradas.

Existe una gran cantidad de vehículos que están mal estacionados, esto se debe a que la demanda ha sobrepasado a la oferta, las personas que desean llegar a cierto lugar y dejar su vehículo lo más cerca posible del lugar deseado, a veces no existe un espacio para estacionar lo más cerca posible, pero el conductor por no dejar lejos su vehículo, este lo estaciona en los lugares prohibidos de la cuadra como ser en los extremos de la cuadra que son espacios de visibilidad y maniobras de giro de vehículos que quieren cambiar de dirección.

Durante la actividad de aforo , se observó que hay vehículos estacionados en las esquinas y boca calles , esto nos indica la necesidad o falta de espacios de estacionamientos.

En las planillas que se presenta como anexo se puede verificar los vehículos que sobrepasa a la oferta, estacionando en varias calles al extremo. En las planillas normalmente los vehículos que están mal estacionados son de las casillas 1, 2, 12 y 13 estas casillas están al extremo de las cuadras, ahora sí es que pasaron la cantidad de vehículos en relación al número de la oferta quiere decir que están estacionados en algunas de estas casillas y mal estacionados.

### **Vehículos que utilizan en mayor tiempo las casillas de estacionamiento**

Los vehículos que mayor tiempo utilizan las casillas se ha podido identificar analizando las planillas de aforo , estos vehículos son de los propietarios ,y de algunas personas que trabajan en el lugar en Yacuiba generalmente son los dueños de negocios.

También se realizó y se calculó la duración media o promedio del estacionamiento de todas las calles, pero esta duración viene a ser solo un promedio de todos los vehículos estacionados.

Para su mejor comprensión se presenta la tabla 4. 8 la duración del estacionamiento en la vía pública en porcentaje (%), con respecto al tiempo de una hora, de dos horas y de tres horas a más.

En ésta tabla se puede apreciar y describir que en la mayoría de las calle el mayor número de vehículos que estaciona, son de menos de 1 hora, estos vehículos son utilizados como visitas de negocios, compras, encargos y otros. Los vehículos que se estacionan entre 1 hora a 2 horas son casi parecidos y a veces menor al número de vehículos que utilizan los estacionamientos de 2 a 3 horas esto quiere decir que son pocos los que utilizan el estacionamiento entre 1 a 2 horas. Ahora bien los vehículos que utilizan de 2 a 3 horas o más.

**Tabla 4.8** Duración del Estacionamiento Expresado en Porcentaje %

Ubicación de la calle		% 0 hr - 1 hr	% 1 hr - 2 hr	% 2 hr - 3 hr a mas
Santa Cruz	entre calle campero y calle sucre	80,6	11,1	8,3
Santa Cruz	entre calle sucre y calle Crevaux	65,5	13,8	20,7
Santa Cruz	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	85	5	10
Santa Cruz	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	58,3	16,7	25
Santa Cruz	entre calle Beneméritos y calle Independencia	71	12,9	16,1
Santa Cruz	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	67,9	17,9	14,3
Comercio	entre calle campero y calle sucre	80,6	11,1	8,3
Comercio	entre calle sucre y calle Crevaux	80,6	11,1	8,3
Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	65,5	13,8	20,7
Comercio	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	85	5	10
Comercio	entre calle Beneméritos y calle Independencia	58,3	16,7	25
Comercio	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	71	12,9	16,1
Martin Barroso	entre calle campero y calle sucre	67,9	17,9	14,3
Martin Barroso	entre calle sucre y calle Crevaux	73,1	15,4	11,5
Martin Barroso	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	65,4	7,7	26,9
Martin Barroso	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	63,3	23,3	13,3
Martin Barroso	entre calle Beneméritos y calle Independencia	53,8	15,4	30,8
Martin Barroso	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	84,8	6,1	9,1
Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	65,7	25,7	8,6
Campero	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	58,6	20,7	20,7
Campero	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	67,6	8,8	23,5
Sucre	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	62,1	6,9	31

Sucre	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	58,3	8,3	33,3
Crevaux	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	54,5	13,6	31,8
Cochabamba	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	45,5	9,1	45,5
Beneméritos	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	80,6	11,1	8,3
Beneméritos	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	65,5	13,8	20,7
Independencia	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	85	5	10
Independencia	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	58,3	16,7	25
27 de mayo	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	71	12,9	16,1
27 de mayo	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	67,9	17,9	14,3

### **Los estacionamientos públicos afectan a la oferta de estacionamiento**

**Los estacionamientos públicos** son los vehículos de instituciones como ser la prefectura, la alcaldía, consejo municipal, intendencia, recaudación nacional, iglesias ticas y la corte.

**Los estacionamientos particulares** las comprenden las personas particulares como ser bancos, tiendas, consultorios y otros.

Los estacionamiento públicos también afectan , en Yacuiba se identificó el estacionamiento de la alcaldía , de los taxis , de los micros. Sumando todos los estacionamientos públicos hacen un total de 13 %.Estos afectan a los estacionamientos particulares, no en gran cantidad, pero reducen las casillas de oferta para el estacionamiento particular

De acuerdo a las planillas la calle de mayor demanda es la comercio y la Santa Cruz por la cantidad de negocios que existen en esta zona , mucha gente del país vecino nos visitan .

#### **4.6.3. Análisis entre la Oferta y la Demanda**

Después de haber seguido los procedimientos para determinar la oferta y demanda de estacionamiento de la zona en estudio , se podrá realizar las recomendaciones y conclusiones.

**ANÁLISIS DEL SECTOR UNO .-** En nuestro caso primero se analiza el sector uno todo el estacionamiento en la vía publica en el centro de la **ciudad**

**de Yacuiba** por ser la zona que más congestión existe, es la zona más conflictiva del tráfico y en consecuencia un lugar problemático para realizar estudio en los estacionamientos. Se observa que la demanda actual es superior al número de casillas ofertadas. Los resultados se muestran en la siguiente tabla 4.10. Esta tabla refleja la demanda máxima de estacionamiento, como se ve es superior al número de casillas ofertadas. En pocos casos o calles, la oferta es mayor que la demanda, en los momentos de aforos estos estacionamientos estaban libres en todo el periodo de aforo. En muchos casos los vehículos demoran en encontrar un espacio para estacionar. Se considera que dentro de los vehículos en la circulación céntrica, existan conductores con intenciones de estacionar, éstos tendrán poca probabilidad de estacionar en los lugares deseados. Ésta definición se la puede verificar fácilmente observando las planillas de aforo y se verificará que las posibilidades de estacionar en las horas del día son bajas, si se quisiera obtener un lugar adecuado para estacionar su vehículo, se tendría que estacionar antes de la 8:00 de la mañana para ganar esa casilla de estacionamiento.

Si se verifica en la tabla 4.10 en la mayoría de los casos la demanda es mayor al número de casillas ofertadas, esto se debe a que los vehículos de la demanda están mal estacionados, en los extremos de la cuadra sobre el estacionamiento prohibido, sobrepasando el número de casillas ofertadas.

**ANÁLISIS DEL SECTOR DOS.-** El sector dos solo se estudió la oferta por que esta zona no existe comercios, ni oficinas, no es conflictiva con la demanda de espacios para estacionar. En este sector como estudio solo se determinó la oferta y se verifica que la demanda es absorbida por la oferta con un margen mínimo, para verificar que la oferta es mayor que demanda se realizó recorrido por las calles del sector dos y se vio varias casillas vacías.

### Proyección de la Demanda Futura

La oferta existente y la demanda máxima, se debe proyectar al futuro para tener una visión de datos proyectados y dar soluciones en un periodo futuro.

En la tabla 4.9 se muestra la obtención del índice de crecimiento de la ciudad de Yacuiba.

**Tabla 4.9** Cálculo del índice de crecimiento del parque automotor  
De la ciudad de Yacuiba

DATOS EXISTENTES		CRECIMIENTO	
Año	Nº Vehículos	Vehículos	%
2001	7546		
2002	8357	811	4,67
2003	8847	490	2,75
2004	9336	489	2,67
2005	11005	1669	8,34
2006	11597	592	2,87
Promedio = Índice de Crecimiento			4,26

Al ir transcurriendo el tiempo se irá incrementando el parque automotor y también se irá incrementando la demanda de estacionamiento en la zona céntrica, es por eso que con este índice de crecimiento se proyectara la demanda futura, en la tabla 4.10 se presenta la demanda proyectada en 5 años futuros.

Esta demanda futura tiene que ser absorbida por la oferta. Esto quiere decir que la oferta futura tiene que ser igual o mayor que la demanda proyectada.

Para que la oferta sea mayor que la demanda proyectada, posteriormente se presentaran diversa soluciones tanto como de bajo costo y de alto costo. Lo que se tiene que cuidar siempre es que la oferta sea mayor que la demanda para que no existan problemas tanto como en el presente y en el futuro.

**Tabla 4.10** Oferta – Demanda Actual y Futura del estacionamiento

Tiempo de proyección = 5 años

Índice de crecimiento = 4,26 %

N° Calle	Ubicación		Oferta de casillas reales	Demanda Futura N° de casillas	Demanda Futura N° de casillas
	Calle	Referencia			
1a	Santa Cruz	entre calle campero y calle sucre	18	20	25
2a	Santa Cruz	entre calle sucre y calle Crevaux	17	25	32
3a	Santa Cruz	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	17	24	30
4a	Santa Cruz	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	16	18	23
5a	Santa Cruz	entre calle Beneméritos y calle Independencia	13	18	23
6a	Santa Cruz	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	14	20	25
7a	Comercio	entre calle campero y calle sucre	18	19	24
8a	Comercio	entre calle sucre y calle Crevaux	17	21	27
9a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	18	16	20
10a	Comercio	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	13	19	24
11a	Comercio	entre calle Beneméritos y calle Independencia	13	17	22
12a	Comercio	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	14	18	23
13a	Martin Barroso	entre calle campero y calle sucre	18	18	23
14a	Martin Barroso	entre calle sucre y calle Crevaux	17	14	18
15a	Martin Barroso	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	18	15	19
16a	Martin Barroso	entre calle Cochabamba y calle Beneméritos	12	19	24
17a	Martin Barroso	entre calle Beneméritos y calle Independencia	12	19	24
18a	Martin Barroso	entre calle Independencia y calle 27 de mayo	15	16	20
19a	Comercio	entre calle Crevaux y calle Cochabamba	14	25	32
20a	Campero	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	16	18	23
21a	Campero	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	17	20	25

22a	Sucre	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	14	18	23
23a	Sucre	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	17	19	24
24a	Crevaux	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	17	17	22
25a	Cochabamba	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	16	12	15
26a	Beneméritos	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	9	13	17
27a	Beneméritos	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	15	15	19
28a	Independencia	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	11	16	20
29a	Independencia	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	12	16	20
30a	27 de mayo	entre calle Santa Cruz y calle Comercio	13	6	8
31a	27 de mayo	entre calle Comercio y calle Martin Barroso	9	20	25
Demanda			460	551	699

#### 4.7. Planteamiento de Soluciones

Verificando el tráfico en la zona céntrica, en estos últimos años se vio un crecimiento muy notable del parque automotor en la ciudad, por lo tanto este crecimiento trae diversos problemas en los estacionamientos, con el tiempo se irá haciendo más difícil la circulación, creando congestionamientos, reduciendo la capacidad vehicular, generando mal parqueos de los vehículos y creando así las necesidad de reglamentar el tiempo de estacionamiento de los vehículos.

Para prevenir este problema y no arrastrarlo hacia delante, en éste estudio se plantearan diversas soluciones en base a los resultados obtenidos.

##### 4.7.1. Solución de Bajo Costo

Aquí nombraremos algunas sugerencia de solución de bajo costo aprovechando al máximo las casillas existentes en las calles.

En lo referente a la zona central, luego de analizar los resultados obtenidos se propone la realización de las siguientes acciones.

- Existe un porcentaje de estacionamientos públicos de 13%. Dentro de estos estacionamientos esta la Alcaldía, Prefectura, Consejo municipal y la Corte electoral y las paradas de taxis. Lo que se tiene que realizar es eliminar

estos estacionamientos y hacer que toda institución pública y privada tenga su propia área de parqueo fuera de la vía pública.

En este caso se aumentaría la oferta en un 13% y tendríamos una oferta = 406

- Con el pasar el tiempo se incrementara la demanda y en consecuencia la oferta se reducirá. Con el objetivo de utilizar mejor los espacios, para que así un mayor número de gente disfrute el beneficio y exista una mayor oferta, se propone un control de tiempo más estricto con parquímetros, con esto se lograría que más gente salga beneficiada, como cuesta dinero, el público limita su tiempo.
- Con la implementación de parquímetros se puede incrementar el índice de ocupación a un número cualquiera de vehículos por casillas. y con este se puede llegar a obtener una oferta mayor que la demanda futura
- Reglamentar el estacionamiento y hacerlo más restrictivo los lugares para estacionar, y llegar a obtener una mayor oferta, haciendo subir las tarifas del parqueo, como ser de 1 Bs.= 1hr. a la suma de 1.5 Bs.= 1hr. Los vehículos que estacionan 4 hr. o más, cobrarles realmente la tarifa por hora y no hacer precio por el tiempo en exceso que utiliza el estacionamiento. La intención es incrementar las tarifas para que las personas reduzcan el tiempo de uso y exista una mayor oferta en los estacionamientos.
- Restringir el tiempo de uso del estacionamiento. Creando una norma en el estacionamiento que diga prohibido estacionar más de 3 horas. Existe un porcentaje entre 15% y 35% que estacionan más de 3 horas, estos vehículos son estacionados por motivo de trabajo, al prohibir estacionar estos vehículos se incrementaría la oferta en un 25% en todo el área de estudio y con esto se llegaría a obtener que la oferta sea mayor que la demanda.

Oferta actual = 460 casilla

Demanda actual = 551 casillas

Si aumentamos la oferta en un 25% =  $460 * 0.25 = 115$   $\Rightarrow 460 + 115 = 575$ .

Entonces: oferta = 575 casillas > demanda = 551 casillas

En esta situación se incrementaría la oferta y crecería el índice de ocupación.

Podemos decir que todas las soluciones planteadas mejorarían la oferta de casillas con bajos costo.

#### **4.7.2. Solución de Alto Costo**

Dentro de las soluciones de alto costo podemos sugerir construcción de estacionamientos públicos.

Otra sugerencia sería la construcción de un parque subterráneo bajo las plazas.

Como en el centro de Yacuiba todos los domicilios son centros comerciales se sugiere que con una ordenanza municipal las construcciones nuevas , se obligue a cada comercio construir su área de parqueo.

La ciudad de Yacuiba es beneficiada actualmente con regalías de IDH y se está realizando la construcción de los dos mercados tanto el mercado – Lourdes y mercado central se recomienda ,que cada mercado construya sus sótanos de estacionamiento para vehículos. Con la finalidad que estos estacionamientos tengan la capacidad para 100 vehículos.

Oferta futura con edificios =  $300 + 460 = 760$  casillas. Mayor a la demanda futura que es 699.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- De acuerdo al análisis del estacionamiento de tráfico vehicular en la zona central de Yacuiba se verifica que la demanda es mayor que la oferta en la zona central.
- Actualmente existen en la zona relevante del presente estudio, 460 espacios públicos en donde está permitido estacionarse, de los cuales alrededor del 85% se encuentran ocupados normalmente en los horarios pico sobre todo, lo cual habla de una saturación vehicular en la zona. Tal vez esta saturación vehicular de los lugares de estacionamiento sobre las calles Comercio y Santa Cruz , es la causa de que la mayoría de las personas encuestadas manifestaran percibir una falta de lugares de estacionamiento, que demoran mucho en encontrar un espacio para estacionarse y esto se observó cuando se estaba realizando los aforos.
- Así, normalmente la ocupación de los lugares de estacionamiento sobre la calle está en un rango de entre 80% y 95%, Esta ocupación de los estacionamientos públicos se puede deber a varios factores combinados, algunos de los cuales se mencionan a continuación.
  - En la ciudad de Yacuiba no se cobra por estacionamiento en la calle.
  - La lejanía de algunos estacionamientos públicos, del lugar de destino del automovilista, dada la baja disposición a caminar de las personas que dijeron tardan en encontrar lugar para estacionarse.
- Se determinó que en la zona uno de estudio existe una demanda de 551 espacios de estacionamiento
- Se determinó que en la zona uno de estudio existe una oferta de 460 para el estacionamiento.

- Se determinó que en la zona dos de estudio existe una oferta de 938 para el estacionamiento.
- Después de realizar varias mediciones, a diferentes vehículos que estacionan con mayor frecuencia en el centro y darles el espacio necesario de entrada y salida al estacionar, obtenemos el tamaño de casilla de 6.00 m. de longitud y 2.10 m. de ancho de casilla
- para determinar la oferta de todas las calles, lo primero que se realiza es determinar la longitud total de toda la cuadra y se restó en los extremos de cada cuadra la distancia de 2d, estas distancias son de visibilidad y de estacionamiento prohibido.
- En resumen se tiene: oferta del (sector1) = 460 casillas de estacionamiento  
Oferta del (sector 2) = 938 casillas de estacionamiento
- La demanda máxima horaria del sector 1 es = 551 casillas. Y ésta demanda supera a la oferta existente de 460 casillas, esto quiere decir que si un vehículo desea estacionar en el centro, existirá la necesidad de obtener una casilla de estacionamiento.
- En consecuencia que la demanda es mayor a la oferta, gran parte de los vehículos estacionan en lugares prohibidos, al extremo de las cuadras creando problemas de visibilidad y problemas en maniobras de giros.
- De acuerdo al análisis la mayor cantidad de vehículos que utilizan el estacionamiento son en el periodo menor a 1 hora, esta cantidad de vehículos se encuentran entre un porcentaje de 50% a 70%. Los vehículos que estacionan entre 1 y 2 hr. se encuentra en un porcentaje de 10% y 30%. Y los vehículos que estacionan en un periodo de 2 a 3 horas o más son los vehículos que utilizan el estacionamiento por motivo de trabajo. Estos vehículos están estacionados en todo el transcurso del medio día y se encuentran en cantidad de porcentaje de 15% a 35%. Lo que quiere decir si existen 10 casillas en la cuadra, 3 vehículos

se estacionan todo el periodo del medio día y 7 casillas son las que rotan como oferta para la demanda de vehículos que requieren estacionar.

- De acuerdo al índice de ocupación se puede reglamentar el tiempo de uso de los estacionamientos y llegar a tener una mayor cantidad de casillas para ofertar y abastecer a una mayor cantidad de vehículos. Es decir cuando estacionen mayor cantidad de vehículos, el tiempo de cada vehículo que estacionen será menor.
- De acuerdo al aforo y recolección de datos de vehículos que requieren de estacionamiento, existieron 30 tipos diferentes de vehículos.

## 5.2. Recomendaciones

### ➤ CORRECCIÓN DEL COBRO SOCIAL POR LA CONGESTIÓN VEHICULAR Y LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL OCASIONADA EN LA ZONA.

La congestión vehicular y la contaminación ambiental son problemas que tienen costos sociales, ya que ocasionan que aumente el tiempo de recorrido de los automovilistas, con el consiguiente aumento en el gasto de consumibles, y disminuya la salud de los ciudadanos, tanto física como mentalmente. Por lo tanto, los automovilistas que contribuyen al aumento de la congestión vehicular normal de la ciudad, deben pagar a la sociedad el costo social que generan, por tener automóvil, a través de todo tipo de impuestos en combustibles y tenencia de auto. Así pues, a continuación se mencionan varias sugerencias para desalentar la creciente congestión vehicular de la zona en estudio y para cobrar por el aumento generado en la congestión vehicular, además de tratar ya implementar el cobro de estacionamiento en la zona céntrica de Yacuiba.

- . Cabe señalar que las siguientes sugerencias pueden ser implementadas aisladamente o en conjunto.
  - Establecer horarios de prohibición de estacionamiento sobre las calles principales (de 9 a.m. a 5 p.m.), con el fin de agilizar el tránsito vehicular en los horarios de mayor demanda, pero cuidando que los habitantes de la

zona tengan donde estacionar su vehículo al regresar por la noche a su hogar.

- implementar en cobro por estacionamiento en la calle Comercio y Santa Cruz en los horarios de congestión. Vehicular
  - Colocar mayor supervisión sobre los estacionamientos de la zona con el fin de aumentar la recaudación y evitar la evasión del pago de la tarifa del estacionamiento.
- Las autoridades encargadas en el tema tienen que realizar algunos estudios futuros en los estacionamientos. Y tratar este tema con mayor seriedad, ya que en ninguna oportunidad se hizo este tipo de estudio. Los resultados y soluciones del tema planteado sirven como base del reordenamiento en los estacionamientos.
- Tener un control estricto en los lugares de estacionamiento prohibido, para que estos lugares sean de mayor beneficio en la circulación vehicular. Existen comerciantes ambulantes, vendedoras de fruta y otros que quieren apropiarse de estos espacios libres de estacionamiento prohibido.
- Para obtener una mayor oferta de estacionamiento y llegar a tener el mayor provecho de los espacios de la zona céntrica, se tienen que cumplir estrictamente uno o varios puntos de las soluciones de bajo costo, esto se lograría con ayuda de, educación vial, el cuerpo operativo de tránsito y todas entidades involucradas en el tema del estacionamiento.