

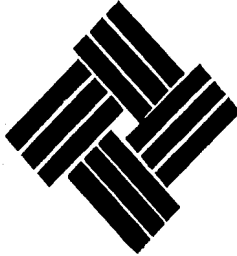
881217

**UNIVERSIDAD ANAHUAC**

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

4  
24



SISTEMATIZACION Y PLANEACION DE ESTACIONAMIENTOS  
EN LA ZONA METROPOLITANA: SOLUCION AL  
PROBLEMA DE TRAFICO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICO  
ESPECIALIZADO EN EL AREA INDUSTRIAL  
P R E S E N T A

**JOSE MANUEL BOSOMS CREIXELL**

MEXICO, D. F.

1986



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

SISTEMATIZACION Y PLANEACION DE ESTACIONAMIENTOS EN LA ZONA  
METROPOLITANA: SOLUCION AL PROBLEMA DE TRAFICO

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION	5
ANTECEDENTES	7
OBJETIVOS	8
ALCANCE	9
CAPITULO I: PLANEACION DE ESTACIONAMIENTOS	
1.1 ANALISIS DEL AUTOMOVIL EN EL DISTRITO FEDERAL	11
1.2 INVENTARIO DE ESTACIONAMIENTOS	13
1.3 CONSIDERACIONES DE PLANEACION	13
A. EL SISTEMA DE PLANEACION	14
B. OBJETIVOS Y CRITERIOS	15
C. ESTUDIOS GENERALES	16
D. TIPOS DE ESTUDIOS PARA ESTACIONAMIENTOS	17
1.4 CRITERIO PARA LOCALIZAR UN ESTACIONAMIENTO	18
1.5 LOCALIZACION ANALITICA DE UN ESTACIONAMIENTO	19
1.6 PRINCIPALES CATEGORIAS DE ESTACIONAMIENTOS	25
1.7 EL USO DE LA TIERRA Y LAS NECESIDADES DE ESPACIO	26
A. GUIA GENERAL DE LAS NECESIDADES DE ESPACIO DE ACUERDO A LAS CATEGORIAS DE ESTACIONAMIENTOS	26
B. REQUERIMIENTOS DE ESPACIO RELACIONADOS CON LAS FUNCIONES DE ACOMODAR	28
C. PLANEACION DE ESTACIONAMIENTOS PARA FUNCIONARIOS PUBLICOS	31

CAPITULO II: REGLAMENTO PARA LA CONSTRUCCION DE  
ESTACIONAMIENTOS EN EL DISTRITO FEDERAL

2.1 ASPECTO LEGAL Y REGLAMENTARIO	34
A. REGLAMENTO DE ESTACIONAMIENTOS PARA VEHICULOS EN EL D.F.	34
B. OBTENCION DE LICENCIAS PARA ESTACIONAMIENTOS PUBLICOS	36
C. REGLAMENTO DE TARIFAS	38
D. REGLAMENTO OPERATIVO	38
E. PROHIBICIONES A ENCARGADOS, ADMINISTRADORES Y PROPIETARIOS	40
F. REVALIDACION DE LICENCIAS Y TRASPASOS	41
G. REGLAMENTO DE INSPECCION	42
2.2 REGLAMENTO Y NORMAS DE CONSTRUCCION	44
A. DIMENSIONES MINIMAS PARA CAJONES	44
B. DIMENSIONES MINIMAS PARA PASILLOS	46
C. ESQUEMATIZACION DE DIFERENTES TIPOS DE ACOMODO INTERNO	46
D. DIFERENTES MEDIOS DE CIRCULACION VERTICAL	49
E. AREAS DE ESPERA	57
F. ENTRADAS Y SALIDAS	61
G. SEÑALAMIENTO	63
2.3 NORMAS DE TRAFICO EN ESTACIONAMIENTOS	61
2.4 BASES QUE DETERMINAN LA DEMANDA DE ESPACIO PARA ESTACIONAMIENTOS DE VEHICULOS QUE GENERA EL USO DEL PREDIO O CONSTRUCCION	70

## CAPITULO III: DISEÑO FUNCIONAL Y DISTRIBUCION

3.1	INTRODUCCION AL DISEÑO DE UN ESTACIONAMIENTO	74
3.2	DISEÑO DEL ACCESO	75
	A. PISO PRINCIPAL	75
	B. REQUERIMIENTOS DE ACCESO	76
3.3	DISEÑO DE LA DISTRIBUCION DE UN ESTACIONAMIENTO	80
	A. ELEMENTOS DE DISEÑO	80
	B. EFICIENCIA DE LA DISTRIBUCION	88
	C. CAJONES DE ESTACIONAMIENTO COMPACTOS Y DE USO ESPECIAL	91
3.4	DETALLES DE PLANEACION Y DISEÑO	94
	A. ALTURA DEL TECHO	94
	B. DESAGUES Y PLOMERIA	94
	C. ILUMINACION	95
	D. VENTILACION	96
	E. DELINEACION DE CAJONES Y MARCAS DE PISO	97
	F. SEÑALAMIENTO	98
	G. SEGURIDAD	99

CAPITULO IV: SISTEMAS DE MOVIMIENTO ENTRE  
PISOS DE ESTACIONAMIENTO

4.1	RAMPAS	103
	A. ANALISIS DE LOS MOVIMIENTOS EN LAS RAMPAS	104
	B. TIPOS DE RAMPAS GEOMETRICAS	105
	C. ESTANDARES DE RAMPAS	116
4.2	ESTACIONAMIENTOS MECANICOS	123
	A. ANTIGUOS	124
	B. MODERNOS	124

## CAPITULO III: DISEÑO FUNCIONAL Y DISTRIBUCION

3.1 INTRODUCCION AL DISEÑO DE UN ESTACIONAMIENTO	74
3.2 DISEÑO DEL ACCESO	75
A. PISO PRINCIPAL	75
B. REQUERIMIENTOS DE ACCESO	76
3.3 DISEÑO DE LA DISTRIBUCION DE UN ESTACIONAMIENTO	80
A. ELEMENTOS DE DISEÑO	80
B. EFICIENCIA DE LA DISTRIBUCION	88
C. CAJONES DE ESTACIONAMIENTO COMPACTOS Y DE USO ESPECIAL	91
3.4 DETALLES DE PLANEACION Y DISEÑO	94
A. ALTURA DEL TECHO	94
B. DESAGUES Y PLOMERIA	94
C. ILUMINACION	95
D. VENTILACION	96
E. DELINEACION DE CAJONES Y MARCAS DE PISO	97
F. SEÑALAMIENTO	98
G. SEGURIDAD	99

CAPITULO IV: SISTEMAS DE MOVIMIENTO ENTRE  
PISOS DE ESTACIONAMIENTO

4.1 RAMPAS	103
A. ANALISIS DE LOS MOVIMIENTOS EN LAS RAMPAS	104
B. TIPOS DE RAMPAS GEOMETRICAS	105
C. ESTANDARES DE RAMPAS	116
4.2 ESTACIONAMIENTOS MECANICOS	123
A. ANTIGUOS	124
B. MODERNOS	124

## CAPITULO V: CIRCULACION DE PEATONES

5.1 PLANEAMIENTO	126
A. CONCEPTOS DE DISEÑO	126
B. SERVICIO A LOS PEATONES	127
C. ANCHOS DE PASILLOS PARA PEATONES	130
5.2 MOVIMIENTOS DE PEATONES	130
A. RAMPAS	130
B. ESCALERAS	132
C. ESCALERAS MECANICAS	132
D. ELEVADORES	133

## CAPITULO VI: OPERACION DEL ESTACIONAMIENTO

6.1 MANEJO DE VEHICULOS	137
A. OPERACIONES DE ESTACIONAMIENTOS CON ACOMODADORES	138
B. OPERACIONES EN AUTOESTACIONAMIENTOS	140
6.2 CONTROL Y RECOLECCION DE TARIFAS	142
A. METODOS DE COBRAR	142
B. BOLETOS	144
C. AUDITORIAS PERIODICAS	145
D. AUTOMATIZACION	147

## CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES 150

## BIBLIOGRAFIA 154

## INTRODUCCION

Cualquier persona que vive en una ciudad está familiarizado con la inevitable necesidad de los estacionamientos. La habilidad del estacionamiento ha introducido una nueva serie de valores en el desarrollo de las ciudades. Actualmente la gran mayoría de estructuras modernas cuentan o deberían de -- contar con un estacionamiento práctico y funcional.

La imposibilidad de estacionarse en muchas secciones de la ciudad es, sin duda alguna, uno de los grandes problemas - urbanos del México actual. No requiere énfasis apuntar que el vehículo es el mayor usuario del terreno. La introducción del automóvil ha causado la revolución de los conceptos de planeación existentes.

Las estadísticas muestran que el 95% de la vida de un - vehículo la pasa estacionado. El estacionamiento, claro está tomar lugar en las calles, avenidas, paseos, casas, garajes - de apartamentos, estacionamientos públicos, estacionamientos privados, etc..

Se ha observado que virtualmente cada actividad o negocio está directa o indirectamente relacionado con el creciente problema del estacionamiento - estacionamiento para clientes o empleados.

Diferentes funciones, diferentes áreas, negocios, instituciones y actividades tienen diferentes necesidades de esta-



cionamiento, es prácticamente imposible proponer una solución universal para el estacionamiento. En la mayoría de los casos el diseño y la planeación de los estacionamientos se realiza "a la medida" tomando en cuenta las necesidades, restricciones, finalidades, etc. de cada caso en particular.

Actualmente se reconoce que el estacionamiento juega -- una función importante en la planeación de los nuevos desarrollos y en la reorganización de los lugares existentes. Cuando se planea o se desarrolla un estacionamiento de cualquier tipo, se debe recordar que las malas decisiones y las anticipaciones culminan en soluciones inadecuadas, generalmente difíciles o imposibles de corregir.

Debe ser mencionado que la provisión de estacionamientos está íntimamente relacionada con la creación de normas de tráfico o la reestructuración de las mismas. El mejor y más moderno estacionamiento resultará inadecuado si no se coordina con las arterias de mayor flujo de tráfico o calles secundarias que desembocan a dichas arterias. Se ha propuesto en varias ocasiones que en la planeación urbana, los estacionamientos sean considerados como módulos, formando una parte integral de los flujos de tráfico, para que la acomodación (estacionamiento) de un vehículo en varias partes de la ciudad sea propiamente coordinada con el movimiento anticipado de ese vehículo en particular durante el día.

La ciudad de México deberá intentar superar el problema del tráfico mediante la creación de estacionamientos en el área metropolitana que es básica para satisfacer las enormes demandas de cajones de estacionamiento debido al gran número de automóviles en circulación.

Nota importante: La traducción de la palabra "distribución" al idioma inglés es "layout". la siguiente tesis, utili

za esta palabra para dar a entender: distribución de los pasillos para automóviles, los pasillos de peatones, los cajones de estacionamiento, elevadores y escaleras, etc. de un estacionamiento.

#### ANTECEDENTES

El valle de México, desde su fundación en el año de -- 1326 (aproximadamente), ha sido la principal sede gubernamental y religiosa del territorio mexicano.

La necesidad de crear áreas especializadas para estacionar los medios de transporte surgió prácticamente desde la -- fundación de Tenochtitlán, donde los indígenas construyeron rústicos muelles para sus embarcaciones.

La introducción del caballo provocó la aparición más -- rústica del estacionamiento: las caballerizas. Estas cumplían la función de guardar y alimentar al caballo y en ocasiones -- guardaban y reparaban las carretas.

A principios del presente siglo aparecieron los automóviles el estacionarlos no significó un problema, existían algunos lotes gratuitos acondicionados para recibir autos y las calles constituían la principal fuente de estacionamiento.

En el año de 1940, al inicio del gobierno del presidente Manuel Avila Camacho (1940-1946), se estableció el primer estacionamiento de paga, ubicado en el número 9 de la calle -- de San Juan de Letrán. La tarifa era de 20 centavos la primera hora y 10 centavos las horas adicionales.

En el año de 1942 se habilitó otro lote, ubicado en el número 47 de la calle de Balderas (edificio Lutecia). En 1946 ingresó al servicio público el sótano del predio número 28 de

la calle de José María Marroquí, los lotes de República de Cuba número 69, Dónceles 42 y otros.

El primer edificio especial de estacionamiento se construyó en la calle de Gante número 12, e inició su operación en el año de 1948; fué el único durante varios años.

Por decreto presidencial del 31 de diciembre de 1946 -- inició operaciones el primer estacionamiento del sector público, siendo éste administrado por el Instituto Nacional de Bellas Artes, ubicado en la periferia del Palacio de Bellas Artes donde aún funciona.

Posteriormente el Departamento del Distrito Federal inició la prestación del servicio de varios lotes de estacionamiento, actualmente son manejadas a través de concesionarios bajo la supervisión de la Contraloría General del Departamento del Distrito Federal. Estas concesiones operan, en su mayor parte, a partir de 1968. Además, se han creado varios estacionamientos gratuitos y de paga en predios propiedad de diversas dependencias del Sector Público.

#### OBJETIVOS

1. Crear una guía completa y práctica para la planeación y el diseño de estacionamientos funcionales que satisfagan las necesidades de espacio actuales.
2. Proponer diferentes sistemas de distribución de estacionamientos para adaptarse en predios existentes o utilizarlos como referencia en la construcción de nuevos edificios.
3. Proponer un sistema adecuado de planeación de nuevos desarrollos o actualización de lugares existentes pa

ra solucionar el gran problema de tráfico que sufre la ciudad de México.

#### ALCANCE

La explosión demográfica y la revolución industrial de los últimos treinta años han creado una larga serie de problemas; uno de ellos, el crecimiento de la ciudad, que ha provocado un proceso de urbanización adecuado y rápido y la adaptación de lo ya urbanizado a las nuevas necesidades.

La gran cantidad de vehículos que circulan en el área metropolitana exige la creación de nuevos planes de desarrollo que ayuden a alcanzar los requerimientos de espacio, sobretudo en las zonas de alta concentración de población.

La creación de estacionamientos es, sin duda, la mejor solución al reto de lograr la circulación fluida de los vehículos. Sin embargo, un diseño erróneo afectará enormemente la capacidad de almacenamiento y la función que debe de cumplir.

La imposibilidad de conseguir en México información actualizada y completa sobre estacionamientos, me llevó a compilar la siguiente tesis, donde se expone todo lo concerniente al diseño y planeación de eficientes estacionamientos para satisfacer las demandas particulares de cada desarrollo y a la vez, estimular la utilización adecuada de las áreas disponibles.

Esta tesis no podría haberse realizado sin la ayuda de individuos, organizaciones, estudios y encuestas. Se incluyen el Departamento del Distrito Federal, las Delegaciones Políticas, ingenieros, arquitectos, comercios y los estacionamientos existentes entre otros. Apreciamos especialmente su asistencia y cooperación.

CAPITULO I

PLANEACION DE ESTACIONAMIENTOS

## 1.1 ANALISIS DEL AUTOMOVIL EN EL DISTRITO FEDERAL

Existen tres clasificaciones de automóviles (grandes, medianos y chicos). Los grandes con longitudes mayores a 5.10 m., los medianos con longitudes entre 5.10 y 4.45 m. y los chicos con longitudes menores a 4.45 m. En la siguiente tabla, se muestra el porcentaje de automóviles vendidos de 1960 a 1972 según su clasificación:

TIPO DE AUTOMOVILES	PORCENTAJE
Grandes	14.22 %
Medianos	41.62 %
Chicos	44.16 %
Total	100.00 %

Los porcentajes a través de los años han variado considerablemente debido a la política mundial del ahorro de energéticos y al notable incremento de circulación en las ciudades, por lo que para 1982 se obtuvieron los siguientes resultados de venta de automóviles en la República Mexicana:

TIPO DE AUTOMOVILES	NUMERO	PORCENTAJE
Chicos:		
Nissan Mexicana, S.A. de C.V.	48,852	14.46
Volkswagen de México, S.A. de C.V.	129,171	38.24
Renault de México, S.A. de C.V.	22,658	6.71
TOTAL	200,681	59.41

TIPO DE AUTOMOVILES	NUMERO	PORCENTAJE
Medianos:		
Chrysler de México, S.A.	47,276	14.00
General Motors de México, S.A.	23,295	6.90
Vehículos Automotores Mexicanos	12,388	3.67
Ford Motor Company	29,887	8.85
TOTAL	112,846	33.41
Grandes:		
Chrysler de México, S.A.	5,014	1.48
Ford Motor Company	14,823	4.39
General Motors de México, S.A.	4,437	1.31
TOTAL	24,274	7.18
TOTAL ACUMULADO	337,801	100.00 (*)

Basados en la tabla anterior, y en la situación crítica actual, podemos deducir que para los próximos años tendremos - los siguientes resultados:

TIPO DE AUTOMOVIL	PORCENTAJE
Grandes y medianos	35.00
Chicos	65.00

El resultado anterior se puede comparar con la investigación hecha en los Estados Unidos de Norte América, de que para ese país, que en 1972 tenía 35% de automóviles chicos en 1980 tenía el 60%, y en 1990 pronostican que tendrá el 75% de dichos vehículos (\*\*).

(\*) Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A.C.

(\*\*) Richard F. Roti, The Coming Change In Passenger Cars. Its Effects On Parking. Design and Investment.

## 1.2 INVENTARIO DE ESTACIONAMIENTOS

A Diciembre de 1973 operaban en el Distrito Federal los siguientes estacionamientos de paga, incluyendo del Sector Público y del Sector Privado:

NUMERO	TIPO	CAPACIDAD
64	De primera categoría (edificios)	17,105 cajones
40	De segunda categoría (subterráneos y azoteas)	3,412 cajones
341	De tercera categoría (lotes)	20,051 cajones
<hr/>		
445	SUMA	40,568 cajones

A Diciembre de 1982 operaban en el Distrito Federal los siguientes estacionamientos de paga, incluyendo del Sector Público y del Sector Privado: (\*)

NUMERO	TIPO	CAPACIDAD
195	De primera categoría	52,205 cajones
128	De segunda categoría	9,723 cajones
1,046	De tercera categoría	62,344 cajones
<hr/>		
1,369	SUMA	124,272 cajones

## 1.3 CONSIDERACIONES DE PLANEACION

Los estacionamientos deben ser planeados y desarrollados como una parte de un programa general de estacionamientos para

(\*) Estos datos son aproximados.



encontrar las necesidades del área centro y otras áreas de -- gran actividad, como aeropuertos, hospitales, espectáculos, -- etc.

El desarrollo del programa llama a (1) las políticas relevantes de transportación, (2) a las demandas de estacionamiento, y (3) a la evaluación de las acciones recomendadas. -- Es necesario saber la cantidad de estacionamientos, la cantidad de cajones de estacionamiento, dónde estará localizado, -- qué problemas solucionará o quién obtendrá beneficios, cuánto costará y cómo será financiado.

Estos factores se deben ver como perspectivas en vez de perspectivas de estacionamiento o transportación solamente, -- porque el estacionamiento no sólo es una parte esencial del sistema de transportación urbana sino también es un uso esencial del terreno urbano. Los factores contemporáneos del medio ambiente, la conservación de la energía, y la comunidad -- son consideraciones que deben influenciar los programas generales de estacionamientos y el desarrollo de uno en particular. Una grande preocupación de las grandes ciudades, especialmente las que tienen grandes densidades de tráfico, es proveer estacionamientos en las áreas más congestionadas.

#### A. EL SISTEMA DE PLANEACION

El desarrollo de estacionamientos envuelve un gran número de intereses y puntos de vista.

La mayoría de los automovilistas se quieren estacionar -- cerca de su destino final, utilizando el menor tiempo en estacionarse y teniendo una seguridad al mínimo costo. Por lo -- tanto, el objetivo fundamental del planeamiento es brindar un servicio eficiente, seguro y económico tan cerca como sea posi -- ble del destino final del automovilista.

Los promotores ven el estacionamiento como una necesidad económica de su operación. La cercanía de centros importantes es un pre requisito para su desarrollo.

#### B. OBJETIVOS Y CRITERIOS

El primer paso para el desarrollo de un estacionamiento es identificar las metas, los propósitos y las políticas. -- Además de que hay muchas similitudes entre las posibilidades existen muchas diferencias entre los tipos de proyectos, el financiamiento y las consideraciones especiales. Se deben analizar los siguientes factores durante la planeación:

- propósitos del proyecto,
- a quien servirá,
- si el proyecto es compatible con los planes, restricciones de la ciudad, otros proyectos y los problemas de transportación,
- la existencia de estudios previos,
- financiamiento apropiado,
- algunas restricciones especiales,
- consideraciones de control especiales,
- concepto arquitectónico (deberá parecer un estacionamiento o será disfrazado),
- aplicaciones futuras, y
- desarrollos próximos

Estos y otros muchos factores definirán el proyecto. El objetivo y el criterio deben estar claramente definidos.

### C. ESTUDIOS GENERALES

Los estudios generales son generalmente un pre requisito para desarrollar o expandir un estacionamiento. Dichos estudios deben ser designados a:

1. El inventario del espacio de estacionamiento disponible y los niveles del uso del espacio;
2. Identificar las características de los usuarios (duración, propósito, destino y la distancia a su destino);
3. Cuantificar las demandas y necesidades; y
4. Estimar el costo del terreno, el costo de operación y las ganancias.

El costo y las ganancias estimadas pueden ser comparadas con programas existentes. El estudio debe determinar:

1. La cantidad de espacios requeridos dentro de las condiciones presentes.
2. La cantidad de espacios requeridos dentro de las condiciones futuras.
3. Donde serán localizados los futuros espacios.
4. Que patrones seguirá (de corto tiempo, mediano tiempo o pensión) y cuales son sus características.
5. Las tarifas existentes.

6. Que otras consideraciones de transportación son relevantes.

#### D. TIPOS DE ESTUDIOS PARA ESTACIONAMIENTOS

Un estudio de estacionamientos puede ser regido como un lugar en particular o como un plan de zona. Debe determinarse no sólo en donde los automovilistas pueden y se estacionan, - sino también donde les gustaría estacionarse.

Los estudios completos de un estacionamiento exigen una recolección de datos a través de entrevistas y otras fuentes, un análisis detallado del uso del estacionamiento y la determinación de las acciones apropiadas.

Estudios comprensivos de estacionamiento. Un estudio -- comprensivo generalmente incluye entrevistas con los automovilistas más la medida del uso del lugar. Las entrevistas son - diseñadas para obtener información en: (1) localización del - lugar donde se estacionó, (2) el propósito y la frecuencia de su viaje, (3) el destino primario de su viaje, (4) la cantidad de tiempo estacionado, (5) la tarifa pagada y, (6) la distan-- cia recorrida del estacionamiento a su destino primario.

El estudio comprensivo fué diseñado para analizar las -- tendencias del uso del espacio, identificar cualquier problema de estacionamiento y otorgar unas bases para acciones y análisis.

Estudios especiales. Los estudios especiales se formu-- lan para contestar una pregunta específica. Se pueden hacer - para determinar la posibilidad de eliminar las regulaciones o checar los métodos de recolección de tarifas.

#### 1.4 CRITERIO PARA LOCALIZAR EL ESTACIONAMIENTO

La selección de un lugar adecuado para el estacionamiento es de gran importancia. Debe ser colocado cerca de una concentración de negocios, entretenimientos o actividades sociales. El análisis de la localización debe contener no sólo el costo del terreno sino también la forma de un local en particular. Un factor muy importante es la circulación del tráfico - en relación a las posibles salidas y entradas del terreno que pueden afectar definitivamente el porcentaje de ocupación. Es frecuente que un cliente siga al próximo estacionamiento aunque sea más caro.

El diseño del estacionamiento y la localización están gobernados por un número de factores. Estos son en orden de importancia:

1. El costo del terreno.
2. La forma del terreno.
3. Las condiciones actuales del terreno.
4. Condiciones de tráfico existentes, de acuerdo a posibles entradas y salidas.
5. El número de clientes estimado en un período de 8 horas.
6. La cercanía de otros estacionamientos en un radio de 500 m.

Los dos últimos factores tienen que ser determinados por un análisis independiente tomando en cuenta las mejoras presentes y futuras de los alrededores y el costo de otros terrenos cercanos.

Es interesante saber que aunque la población incremente de 100,000 a 1'000,000 de habitantes en un período de tiempo, la necesidad de estacionarse sólo incrementará en un 25%. Este es un punto importante para saber la demanda futura si se conoce el factor de crecimiento de la población.

En la evaluación de un sitio ideal también es importante notar que la distancia que una gente caminará a su automóvil es limitada, estudios recientes muestran que generalmente la gente camina un máximo de dos cuadras (500 m.), por lo tanto, un estacionamiento situado a una distancia mayor tampoco será utilizado.

### 1.5 LOCALIZACION ANALITICA DE UN ESTACIONAMIENTO

Para lograr la localización óptima de un estacionamiento es muy importante considerar factores cualitativos así como factores cuantitativos. Es recomendable obtener la solución cuantitativa y subsecuentemente modificarla basándose en consideraciones cualitativas. Dicho proceso es bastante satisfactorio y normalmente superior a un proceso que prescinda de consideraciones cuantitativas. La solución analítica sirve como un punto de comparación para varias alternativas. En este inciso se expondrán dos desarrollos de soluciones analíticas para la localización de estacionamientos con la esperanza de que dichas soluciones sean interpretadas como utensilios de diseño y puedan encaminar a revisiones subsecuentes basadas en factores cualitativos.

A continuación se expondrán las bases para determinar la localización de un estacionamiento con respecto a centros generadores de espacios de estacionamiento. El método combina la propiedad de ser muy eficiente para un gran número de generados

res y la propiedad de ser muy fácil de tratar analíticamente.

La primera solución analítica se obtiene encontrando el centro de gravedad, por así llamarle, de los generadores existentes. Esto es encontrar las coordenadas en un plano cartesiano de un punto (X, Y) que minimiza la cantidad de automóviles a estacionar por la distancia más corta del punto óptimo a los generadores.

$$\text{minimizar } f(X,Y) = \sum_{i=1}^m N_i ((X-A_i)^2 + (Y-B_i)^2)$$

donde N es igual al número de automóviles a estacionar de cada generador. (X, Y) son las coordenadas del punto óptimo y (A,B) son las coordenadas de los generadores de espacios.

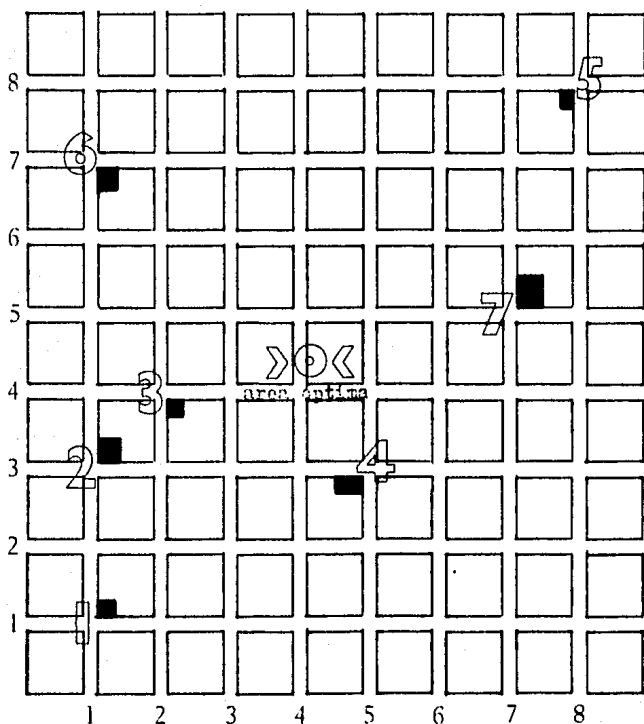
La solución se obtiene utilizando las fórmulas siguientes:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^m N_i A_i}{\sum_{i=1}^m N_i}$$

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^m N_i B_i}{\sum_{i=1}^m N_i}$$

El siguiente ejemplo ayudará a ejemplificar el procedimiento.

Supóngase una fracción del área metropolitana donde existen siete generadores de estacionamiento:



Esquematzación de una fracción del área metropolitana.

Sustituyendo:

$$x = \frac{100(1) + 20(1) + 50(2) + 65(5) + 90(8) + 45(1) + 75(7)}{445} = 4.123$$

$$y = \frac{100(1) + 20(3) + 50(4) + 65(3) + 90(8) + 45(7) + 75(5)}{445} = 4.415$$

La solución óptima es (4.123, 4.415)



GENERADOR	DESCRIPCION	LOCALIZACION	REQUERIMIENTOS
1)	Cines	( 1 , 1 )	100
2)	Edificios dep.	( 1 , 3 )	20
3)	Restaurant	( 2 , 4 )	50
4)	Supermercado	( 5 , 3 )	65
5)	Teatro	( 8 , 8 )	90
6)	Iglesia	( 1 , 7 )	45
7)	Edificio of.	( 7 , 5 )	75

La segunda solución analítica se debe utilizar donde las calles del área metropolitana del estudio se asemejan a una cuadrícula. La coordenada X de la solución óptima se encontrará en la coordenada X de algún generador. Similarmente la coordenada Y de la solución óptima coincidirá con la coordenada Y de algún generador. Por supuesto, no es necesario que las dos coordenadas pertenezcan a el mismo generador.

Se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Sumar las necesidades de espacio existentes y dividir las entre dos.
2. Colocar en una tabla las coordenadas A en orden ascendente y sus requerimientos de espacio respectivas.
3. Calcular y anotar las necesidades de espacio acumuladas, generador por generador.
4. Comparar cada necesidad de espacio acumulada con la media obtenida en el paso número 1.
5. La coordenada X óptima será la primera coordenada A que supere la media de necesidades obtenida en el pa-

so 1 comparada con las necesidades acumuladas de cada coordenada A.

6. Repetir los pasos 2 a 5 para la coordenada Y óptima - utilizando las coordenadas B.

Para entender mejor el procedimiento utilizaremos el -- ejemplo anteriormente citado.

$$\text{Paso 1) } 100 + 20 + 50 + 65 + 90 + 75 + 45 = 445$$

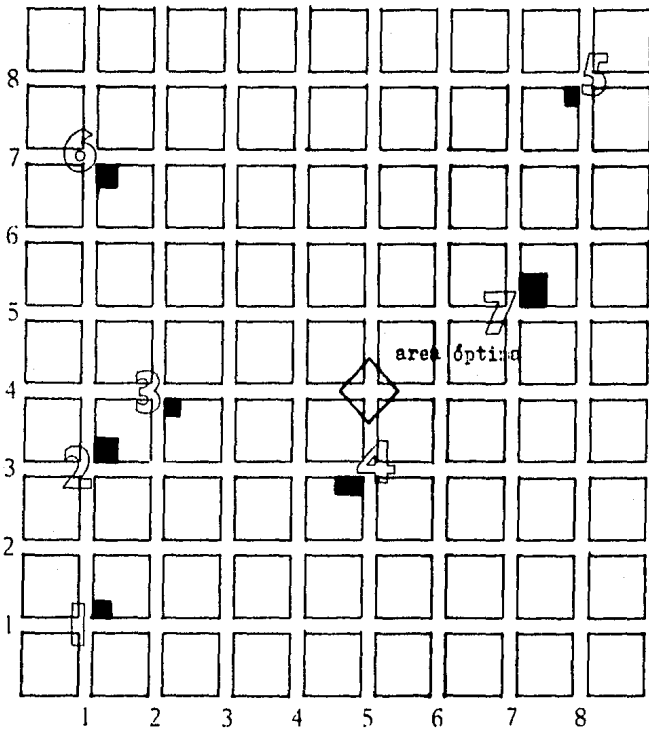
$$445 / 2 = 222.5$$

GENERADOR	COORDENADA A	REQUERIMIENTO	REQUERIMIENTO ACUMULADO	COMPARACION
1	1	100	100	< 222.5
2	1	20	120	< 222.5
6	1	45	165	< 222.5
3	2	50	215	< 222.5
4	5	65	280	> 222.5
7	7	75	355	
5	8	90	445	

Coordenada X óptima = 5

GENERADOR	COORDENADA B	REQUERIMIENTO	REQUERIMIENTO ACUMULADO	COMPARACION
1	1	100	100	< 222.5
2	3	20	120	< 222.5
4	3	65	180	< 222.5
3	4	50	235	> 222.5
7	5	75	310	
6	7	45	335	
5	8	90	445	

Coordenada Y óptima = 4



Esquematzación de una fracción del área metropolitana.

Es importante tomar en cuenta los dos resultados obtenidos para la localización definitiva del nuevo estacionamiento.

La solución óptima es ( 5 , 4 ).

#### 1.6 PRINCIPALES CATEGORIAS DE ESTACIONAMIENTOS

En nuestra opinión, las principales formas de estacionar un vehículo son:

1. Estacionamiento en una superficie.
2. Estacionamiento subterráneo.
3. Edificio de cajones de estacionamiento. (Utilizando rampas).
4. Edificio de cajones de estacionamiento. (Utilizando elevadores).
5. Alguna combinación de las anteriores.

1. La selección de cualquiera de las alternativas anteriores, depende naturalmente en el costo y las características del local escogido para el estacionamiento. Donde el terreno es relativamente barato, la primera opción es la de instalar un estacionamiento sin construcción alguna, únicamente el aplano del piso y el señalamiento.

2. El hecho de instalar estacionamientos en subterráneos, es muy popular en los edificios grandes de departamentos y en los centros comerciales, donde el subterráneo no es usado para la venta al público.

3 y 4. La creación de edificios de estacionamiento se volvió popular desde los 70's. Las estructuras pueden utilizar rampas o sistemas mecánicos para los automóviles. La diferencia es el costo inicial y la operación. Los sistemas mecá-

nicos son muy costosos y requieren de un mantenimiento muy -- constante.

5. Se pueden lograr varias combinaciones, la más frecuen te es la utilización de subterráneos y edificios de estaciona mientos con operación de rampas.

#### 1.7 EL USO DE LA TIERRA Y LAS NECESIDADES DE ESPACIO

La provisión de estacionamientos en las ciudades, se ha desarrollado como una necesidad, los constructores y operado-- res deben optimizar el uso del terreno y el uso del espacio en los estacionamientos.

Estudios han demostrado que cada categoría de estaciona miento está sujeta a diferentes criterios del uso del terreno.

La categoría debe ser combinada con un diseño eficiente del lugar, sólo así se logra una óptima distribución.

#### A. GUIA GENERAL DE NECESIDADES DE ESPACIO DE ACUERDO A LAS PRINCIPALES CATEGORIAS DE ESTACIONAMIENTOS

##### 1. Estacionamientos en una superficie.

Es aceptable que un área de 3 x 6 m. es adecuada para -- estacionar un automóvil regular en este tipo de estacionamien to. En adición al área, debe haber un lugar para entrar y ma niobrar el auto hasta su sitio particular. Generalmente, un - pasillo de 7 m. es adecuado para cualquier circunstancia. De-- pendiendo de la forma y el tamaño del terreno, se suma un 10% adicional para el uso de rampas. Como una regla general, este

porcentaje incrementa a medida que el terreno es más chico.

## 2. Estacionamiento subterráneo.

Mientras que los requerimientos del espacio original permanecen iguales, deben ser ligeramente ajustados en las siguientes consideraciones:

Se deben de tomar en cuenta las múltiples restricciones que frecuentemente se encuentran en un estacionamiento subterráneo, como son: cubos de escaleras, elevadores, columnas, espacios para aire acondicionado, tubos de desague o agua y otro equipo mecánico que frecuentemente se encuentre en sótanos de estructuras altas. Se recomienda adicionar un 10% más al área necesaria para un automóvil. Este porcentaje también puede variar dependiendo de la forma del sótano ya que algunas veces no es un terreno rectangular, es un terreno con esquinas críticas que definitivamente alteran el ancho de los pasillos y el área necesaria para un automóvil.

## 3. Edificios de estacionamiento con rampas.

Estos edificios se pueden construir utilizando pisos horizontales o con pisos inclinados proporcionando una rampa continua a los siguientes niveles. La construcción de esta estructura está limitada por el número de entradas y salidas que se pueden colocar para no interrumpir el flujo de tráfico continuo en cualquier dirección. Estudios muestran que este estacionamiento rara vez excede 3,000 autos de capacidad.

Generalmente se estima un área de 2.7 x 6 m. para cada automóvil, y un 10 % adicional para el elevador, las escaleras, paredes y rampas de descenso y ascenso.

#### 4. Edificio de estacionamiento con aparatos mecánicos.

Este tipo de estacionamiento es el más económico en cuanto a uso de la tierra se refiere, ya que el espacio que un auto necesita para estacionarse se limita a 2.4 x 6 m. En este tipo de estructura las rampas así como los elevadores son eliminados, pero como ya se mencionó, su costo es elevado y -- requiere de un mantenimiento constante.

#### 5. Combinación de las categorías.

La combinación más común es el edificio de estacionamiento con el subterráneo, se da cuando el lugar donde se establecerá el estacionamiento es fácil de excavar.

#### B. REQUERIMIENTOS DE ESTACIONAMIENTO RELACIONADOS CON LAS FUNCIONES DE ACOMODAR Y/O LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Además del actual uso del terreno condicionado al tamaño físico del auto, al tamaño y forma del terreno y a las entradas y salidas, los requerimientos de estacionamiento que son utilizados en las ciudades están directamente relacionados a los requerimientos de acomodarse y las funciones que mejoran el servicio.

En el amplio contorno, se pueden subdividir estas actividades en: uso residencial, uso comercial, uso industrial, uso institucional y otros.

##### 1. Uso residencial:

Los requerimientos para estacionamiento relacionados con una zona residencial, se han establecido en un espacio por de-

partamento en vivienda media y popular. (Lo mismo se aplica para casas individuales y/o duplex, multihabitacionales y similares). En desarrollos residenciales lujosos, el promedio de espacios de estacionamiento asciende a 1 1/2 por unidad de departamento.

## 2. Uso comercial:

En el área de estacionamiento para establecimientos comerciales es conveniente efectuar dos subdivisiones: Oficinas y comercios.

### a) Oficinas.

Es recomendable utilizar un espacio de automóvil por cada:

- 45 m<sup>2</sup> si la oficina no tiene acceso por transportación pública, sólo se puede llegar en auto.
- 90 m<sup>2</sup> de construcción si se tiene un acceso público.
- 140 m<sup>2</sup> de construcción si la oficina tiene dos accesos públicos. (Camión y metro).
- 180 m<sup>2</sup> de construcción si la oficina tiene tres o más accesos públicos. (Camión, metro, tranvía, etc.).

### b) Comercios.

- Comercios individuales necesitan por lo menos 2 1/2 -- espacios por cada 90 m<sup>2</sup> de construcción.
- Pequeñas zonas comerciales, requieren 3 espacios por -



cada 90 m<sup>2</sup> de construcción.

- Centros comerciales dentro de la ciudad requieren 3 1/2 espacios por cada 90 m<sup>2</sup> de construcción.
- Centros comerciales fuera de la ciudad o de una zona de tráfico denso requieren de 4 1/2 espacios por cada 90 m<sup>2</sup> de construcción.
- Centros comerciales regionales requieren como mínimo - 5 espacios por cada 90 m<sup>2</sup> de construcción.

### 3. Uso industrial:

- a) Cuando la planta no cuenta con ningún servicio público, es necesario proporcionar de 1 espacio por cada 2 trabajadores.
- b) Cuando si se cuenta con servicios públicos, es necesario tener un espacio de automóvil por cada 4 trabajadores.

NOTA: Se incluyen los espacios para los visitantes.

### 4. Uso institucional y otros:

Bajo este título se incluyen todas las instituciones como hospitales, clínicas, escuelas, universidades, clubes, museos y otros lugares no incluidos en las categorías anteriores.

C) PLANEACION DE ESTACIONAMIENTOS  
PARA FUNCIONARIOS PUBLICOS

Es reconocible que las áreas de concreto y asfalto utilizadas como lotes de estacionamiento en muchos lugares alrededor de edificios para funcionarios públicos no realzan el paisaje ni contribuyen a la estética. Es posible, con la ayuda de un buen planeamiento, rectificar las condiciones presentes y futuras creando parques y/o espacios abiertos sobre estas -- áreas, o por el contrario, construir estacionamientos subterráneos. Esto no sólo mejora las condiciones estéticas, sino también desde el punto de vista del costo de operación y mantenimiento es más eficiente. Estos arreglos pueden ser creados -- más o menos permanentes ya que dichas áreas destinadas a ser -- estacionamientos cubiertos o subterráneos, podrían ser en el -- futuro áreas para bodegas que tienen una gran demanda u otros usos, dependiendo de los requerimientos de ese tiempo.

Desde el punto de vista del uso del suelo, es probable -- que los terrenos que actualmente se usan para estacionamientos alrededor de los edificios no se usarán más que para áreas ver -- des por lo que no será económicamente atractivo.

Ya ha sido previamente mencionado que la demanda de esta -- cionamientos para funcionarios públicos varía de ciudad en ciu -- dad, sin embargo existen dos características básicas que son:

- A) Ciudades grandes donde existe transporte colectivo -- subterráneo y/o vías rápidas, y
- B) Ciudades sin servicios, solamente camiones.

En general, se ha construído estacionamientos en los nue -- vos edificios y en los edificios utilizados por el gobierno, --

antiguos aunque represente un problema difícil de resolver. -- Muchos de los edificios históricos que están en la actualidad ocupados parcial o totalmente por funcionarios públicos, también son puntos de interés para los numerosos visitantes a la ciudad en todas las estaciones del año, por lo que es importante proporcionar adecuados y presentables estacionamientos, de no ser así, es razonable esperar en primer lugar que los visitantes estarán desanimados después de visitar estos sitios y puede no ser un lugar funcional.

En los casos donde el gobierno alquila todo un edificio del sector privado por un cierto número de años para que sirva como localidad de oficinas, es lógico asumir que el estacionamiento del edificio será ocupado por los mismos funcionarios y pocos espacios serán para uso del público. En la mayoría de los casos el costo y valor del estacionamiento creado ya sea debajo o junto del edificio ha sido calculado como parte del mejoramiento y por lo tanto de las rentas, incluyendo el costo del capital y el costo de operación.

Donde el transporte subterráneo u otros transportes rápidos existen, la demanda de estacionamientos adecuados puede ser reducida substancialmente.

El estacionamiento en el centro de las zonas tiene que ser planeado con relación a los nuevos desarrollos urbanos. -- Vías adicionales y/o cambios en las actuales inevitablemente aumentan el tráfico de automoviles en los centros. La planeación cuidadosa de este problema puede ayudar a alcanzar el equilibrio entre peatones, autos y servicios. Los estacionamientos en el centro deben ser de poco tiempo mientras que en los bordes se deberán establecer los estacionamientos de larga estancia. Si se planea correctamente, es posible proporcionar un servicio de autobuses para transportar automovilistas, decisión importante ya que es muy probable que el costo sea menor en un estacionamiento fuera del centro.

## CAPITULO II

### REGLAMENTO PARA LA CONSTRUCCION DE ESTACIONAMIENTOS EN EL D.F.

## 2.1 ASPECTO LEGAL Y REGLAMENTATIVO

### A) REGLAMENTO DE ESTACIONAMIENTOS PARA VEHICULOS EN EL D. F.

La apertura y funcionamiento de locales para estacionamiento de vehículos, estarán regidos por las siguientes consideraciones y disposiciones. Estas mismas regirán en el Distrito Federal y la aplicación y vigencia corresponderá al Departamento del D. F.

Existen dos tipos de estacionamiento para la destinación del reglamento: el privado y el público.

El estacionamiento privado no requiere de licencia para su debido funcionamiento, y comprende las áreas destinadas a este fin en todo tipo de unidades habitacionales, así como las dedicadas a cubrir las necesidades propias y las que se generan con motivo de las actividades de instituciones o empresas siempre que los servicios que se otorguen sean de carácter gratuito o pensional como un adicional a la renta del inmueble.

El estacionamiento público comprende las edificaciones o predios sin construcción destinados en forma principal al fin indicado, debidamente autorizados para la prestación del servicio de guarda de vehículos a cambio del pago autorizado en la tarifa.

Este tipo de estacionamientos admite una subclasificación según su tipo de estructuración administrativa y construcción:

- a) Estacionamiento en superficie sin construcción, con funcionamiento por acomodadores.
- b) Estacionamiento en superficie sin construcción, con funcionamiento de autoservicio.
- c) Estacionamiento en superficie construída (para este fin) con funcionamiento por acomodadores.
- d) Estacionamiento en superficie construída (para este fin) con funcionamiento de autoservicio.

Para los efectos de la subclasificación antes mencionada se consideran estacionamientos en superficie construída para el fin o estacionamientos en edificio, aquellos que tengan más de un nivel para prestar el servicio y que cuenten con un mínimo del 50% de su capacidad bajo cubierta.

El servicio al público de estacionamiento de vehículos tiene por objeto la recepción, guarda y devolución de los mismos en los lugares autorizados, pudiendo prestarse estos -- ya sea por hora, día o mes, a cambio del pago que señale la -- tarifa autorizada.

El servicio al público de estacionamiento de vehículos, podrá ser prestado por personas físicas o morales, y éstas -- últimas con carácter privado o público.

Para la apertura y funcionamiento de los estacionamientos públicos que se indican en los párrafos anteriores se requiere de licencia expedida por el Departamento del Distrito Federal a través de la delegación a cargo de la zona dentro de la cuál se encuentre ubicado el estacionamiento.

El Departamento del Distrito Federal podrá autorizar el

-----

usuarios que utilicen este servicio cubran la cuota respectiva, de acuerdo a lo que establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Cuando el propietario o arrendatario de un edificio destinado para estacionamiento público no desee continuar prestando el servicio, deberá comunicarlo con cuando menos un mes de anticipación a la Delegación correspondiente (la misma donde obtuvo su licencia) y colocar un aviso en el predio con el objeto de informar al usuario.

Es de notable importancia mencionar en este momento, -- que en la disposición referente a la autorización de aparcamiento en la vía pública, se descuida en grado superlativo el área de avenida destinada a la circulación de los vehículos. Con lo que se está causando sin más un incremento de congestión en la zona metropolitana.

#### B) OBTENCION DE LICENCIAS PARA ESTACIONAMIENTOS PUBLICOS

La obtención de licencias es un trámite burocrático dentro del cuál se deben de seguir los lineamientos dictados por el Departamento del Distrito Federal, y presentar la solicitud por escrito dirigida a la delegación que corresponda con los siguientes datos y documentos:

1. Nombre, domicilio y nacionalidad del solicitante. -  
Para el caso de solicitante extranjero, este deberá comprobar que está autorizado por la Secretaría de Gobernación para dedicarse a esa actividad. Si se trata de persona moral se acompañará testimonio o copia certificada de la escritura constitutiva y -

establecimiento de vehículos en la vía pública, instalando al efecto sistemas de control de tiempo y espacio para que los usuarios que utilicen este servicio cubran la cuota respectiva, de acuerdo a lo que establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Cuando el propietario o arrendatario de un edificio destinado para estacionamiento público no desee continuar prestando el servicio, deberá comunicarlo con cuando menos un mes de anticipación a la Delegación correspondiente (la misma donde obtuvo su licencia) y colocar un aviso en el predio con el objeto de informar al usuario.

Es de notable importancia mencionar en este momento, -- que en la disposición referente a la autorización de aparcamiento en la vía pública, se descuida en grado superlativo el área de avenida destinada a la circulación de los vehículos. Con lo que se está causando sin más un incremento de congestión en la zona metropolitana.

#### B) OBTENCION DE LICENCIAS PARA ESTACIONAMIENTOS PUBLICOS

La obtención de licencias es un trámite burocrático dentro del cuál se deben de seguir los lineamientos dictados por el Departamento del Distrito Federal, y presentar la solicitud por escrito dirigida a la delegación que corresponda con los siguientes datos y documentos:

1. Nombre, domicilio y nacionalidad del solicitante. --  
Para el caso de solicitante extranjero, este deberá comprobar que está autorizado por la Secretaría de --  
Gobernación para dedicarse a esa actividad. Si se --  
trata de persona moral se acompañará testimonio o copia --  
certificada de la escritura constitutiva y --



del acta en que conste la designación como administrador o apoderado general para acreditar su personalidad y las facultades otorgadas.

2. Ubicación del predio donde se pretenda instalar el estacionamiento público. Anexo a esta debe de existir un croquis el cual contendrá las dimensiones de acera, calle y sentido de circulación en las calles o avenidas circundantes.
3. Solicitud de autorización dirigida a la Dirección General de Planificación, relativa a la determinación, destino y uso del predio, así como a la ocupación y uso del local. Esta solicitud deberá ser presentada y tramitada por la delegación que corresponda.
4. El interesado deberá comprobar la propiedad o arrendamiento en su caso del inmueble respectivo.
5. Se deberá presentar de la misma manera, que tipo de estacionamiento se desea instalar, según las clasificaciones previamente dictadas.

La Delegación integrará un expediente con los términos de los datos anteriores, y podrá entonces mandar inspectores a corroborar la información recibida por el interesado y verificar si se reúnen todos los requisitos indispensables.

Si la edificación para prestar el servicio de estacionamiento público se hubiese ajustado a las disposiciones legales aplicables y el solicitante cumple con los requisitos, el Departamento del D. F., otorgará la licencia de funcionamiento respectiva.

Integrado el expediente, la Delegación dictará la reso-

lución que proceda, dentro de los diez días hábiles siguientes, la que notificará personalmente al interesado dentro de los cinco días hábiles siguientes a la resolución.

En caso de que esta resolución sea favorable, la Delegación hará entrega inmediata de la licencia de funcionamiento, previo pago de los derechos que especifique la Ley de Hacienda del Distrito Federal.

C) REGLAMENTAJE DE TARIFAS PARA  
ESTACIONAMIENTOS EN EL D. F.

Para la fijación, revisión o modificación de tarifas se creó la Comisión Consultiva de Tarifas, la que se integró con un representante de la Secretaría de Obras y Servicios, otro de la Tesorería del Distrito Federal, y uno de los propietarios de estacionamientos públicos agrupados en la Cámara Nacional de Comercio de la Ciudad de México.

El presidente de esta Comisión es el representante por parte de la Secretaría de Obras y Servicios.

La Comisión envía anualmente para su aprobación y expedición al jefe del Departamento del Distrito Federal las tarifas para los distintos tipos de estacionamientos.

D) REGLAMENTO OPERATIVO PARA ESTACIONAMIENTOS EN EL D.F.

Este artículo o serie de disposiciones se refiere únicamente a las obligaciones de los propietarios, encargados y administradores de estacionamientos y éstas son las siguientes:

Primeramente se operará de carácter obligatorio con los carriles de entrada y salida del estacionamiento público libres de vehículos, así como, con los carriles internos de circulación.

Se tendrá en esta misma caseta y a la mano del encargado en turno un libro del consecutivo de las visitas de inspección el cual debe de estar debidamente autorizado por la Delegación, en el que los inspectores anotarán la síntesis de las visitas y de las infracciones, en su caso.

El propietario del estacionamiento debe de proveer a los encargados del estacionamiento de gafetes de presentación y autorización de trabajo dentro del estacionamiento, y de la misma forma vigilar el uso continuo de éstos en horas de trabajo.

La administración debe de llevar un registro de los empleados actualmente laborando, así como, un archivo de los empleados que prestaron sus servicios en épocas anteriores.

El establecimiento deberá tener a la vista de cliente, tanto en la caseta de entrada como en la de salida, la tarifa registrada de cobro y de la misma manera el horario de trabajo del estacionamiento. Tendrá también a la vista los teléfonos de las autoridades correspondientes para el caso de formulación de quejas.

La administración no tiene derecho de prohibir la entrada al estacionamiento ni de negar el servicio a cualquier usuario que se presente a solicitarlo dentro del horario autorizado.

Se deben de expedir a los usuarios boletos debidamente marcados con el reloj checador, al recibir los vehículos. En

el caso de que los propietarios de los vehículos o los manejadores de los mismos extravíen el boleto, deberán primero comprobar plenamente la propiedad del vehículo o la posesión de éste, a satisfacción del encargado del estacionamiento, quien desde ese momento, será el responsable del robo en el caso. - Si estuvo satisfecho el encargado entregará el vehículo sin cargo adicional.

Se expedirá el comprobante de pago por el servicio, -- siempre que el benefactor lo solicite.

El estacionamiento atenderá al usuario de manera acomodada y con el debido respeto del cual es merecedor. Colocará en la entrada del predio un anuncio indicando el lleno completo del estacionamiento en el caso. Se conservará dentro de los requisitos de higiene y salubridad, dispuestos por la Secretaría.

E) PROHIBICIONES A ENCARGADOS,  
ADMINISTRADORES Y PROPIETARIOS

Queda estrictamente prohibido, permitir que personas -- ajenas a los estacionamientos manejen los vehículos de los -- usuarios.

Recibir vehículos en zonas fuera de las zonas de recepción ya sea dentro o fuera del predio, así como aparcar éstos en la vía pública mientras se desocupa el acceso, queda igualmente prohibido.

Autorizar entrada a un número mayor de vehículos a los estipulados por la licencia de funcionamiento, así como, maniobrar en la vía pública, no es permitido.

No se debe de permitir la entrada a vehículos que carez

can de placas de circulación o del permiso correspondiente.

Queda vetado para los acomodadores y demás personas ajenas al propietario del vehículo, el utilizar el mismo fuera de las instalaciones del estacionamiento.

Se prohíbe efectuar labores a los propietarios que no tengan contratada póliza de seguros que cubra a los usuarios del servicio de los siguientes riesgos: robo total, daños y destrucción de sus vehículos por cualquier causa.

Se prohíbe prestar servicios conexos al estacionamiento sin previa autorización por parte del Departamento del Distrito Federal.

F) REVALIDACION DE LICENCIAS Y  
TRASPASO DE ESTACIONAMIENTOS

La revalidación de licencias corresponde a la Delegación correspondiente.

Al efecto, los interesados dentro de los treinta días anteriores a la fecha de vencimiento del registro de licencia, deberán presentar la solicitud correspondiente acompañada de los siguientes documentos:

1. Fotocopia de la licencia actual.
2. Fotocopia del comprobante de la Tesorería del Distrito Federal, de que están cubiertos los derechos y obligaciones correspondientes al período anterior.

Una vez recibidos los documentos a que se ha hecho referencia, se procederá a autorizar la revalidación solicitada,

previo pago de los derechos que esta cause, dentro de los cinco días hábiles siguientes al pago correspondiente.

Para efectuar un traspaso del estacionamiento se requiere que el adquirente solicite nueva licencia de funcionamiento cumpliendo con todos los requisitos de obtención de licencias marcados en el inciso B de este capítulo. Además debe de presentar estos a más tardar tres días después de efectuado el traspaso.

G) REGLAJE DE INSPECCION PARA  
ESTACIONAMIENTOS EN EL D.F.

Las Delegaciones ejercerán las funciones de vigilancia e inspección que corresponda y aplicarán las sanciones que sean necesarias.

La inspección se llevará a cabo por inspectores que se ajustarán a las siguientes bases:

1. El inspector deberá contar con orden por escrito que contendrá el funcionamiento legal, la ubicación del estacionamiento por inspeccionar, el nombre del titular de la licencia y la fecha y firma de la autoridad que expida la orden.
2. El inspector practicará la visita dentro de las 24 horas siguientes a la expedición de la orden, identificándose con el propietario, encargado o su representante a quienes deberá mostrar la orden respectiva.
3. De toda visita se levantará acta circunstanciada por triplicado en formas numeradas y foliadas en las que se expresará lugar, fecha y nombre de la persona con

quien se entienda la diligencia, así como el resultado de la misma.

4. El inspector comunicará al interesado haciéndolo -- constar en el acta que cuenta con tres días hábiles para presentar a la autoridad correspondiente, las pruebas que a su derecho convengan y para alegar sus derechos.
5. El acta deberá ser firmada por el inspector, por la persona con quien se entendió la diligencia, si desea hacerlo, y por dos testigos de asistencia propuestos por ésta o en su rebeldía por el inspector.
6. Uno de los ejemplares del acta quedará en poder de la persona con la que se entendió la diligencia, el original y la copia restante se entregarán a la autoridad que giró la orden.
7. El inspector una vez terminada la diligencia, anotará en el libro de visitas del estacionamiento una síntesis de la diligencia que practicó.

Una vez que se comunicó al representante del estacionamiento como indica el artículo 4 de los antes mencionados, la delegación calificará las actas dentro de un término de tres días hábiles; para el efecto, deberá considerar la gravedad de la infracción, determinar si existe reincidencia, las circunstancias que hubieren ocurrido, las pruebas aportadas y -- los alegatos formulados, en su caso.

## 2.2 MEDIDAS Y REGLAJE DE CONSTRUCCION

El reglamento de construcciones para el Distrito Federal es aplicable en lo conducente, en materia de estacionamiento de vehículos.

A) DIMENSIONES MINIMAS PARA  
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO

En la tabla se indican las dimensiones de los automóviles calculadas con promedios ponderados. Los resultados medios de estas ponderaciones se cerraron a la decena decimal inmediata superior al resultado con el propósito de trabajar a lo máximo en decímetros, con el objeto de facilitar los resultados y su aplicación, siendo los resultados los siguientes:

TIPO DE AUTOMOVIL	DIMENSIONES EN METROS	
	LONGITUD ( l )	ANCHURA ( a )
GRANDE	5.50	2.00
MEDIANO	5.00	1.80
CHICO	4.20	1.60

Para calcular la longitud (L) y la anchura (A) para un cajón de estacionamiento en función de la longitud (l) y de la anchura (a) del automóvil representativo se emplearon las siguientes fórmulas.

$$L = l+x$$

$$A = a+y$$

Donde " x " es el espacio longitudinal y " y " es el es



pacio lateral que debe de quedar entre automóviles estacionados. Tanto " x " como " y " varían dependiendo del tipo de disposición de estacionamiento, a saber que para disposición en batería  $x=0.00$  e  $y=0.60$  y para disposición en cordón --  $x=0.60$  e  $y=0.40$ .

Considerando que en México las autoridades del Departamento del Distrito Federal sólo toman en cuenta cajones para automóviles grandes y chicos, y aplicando las fórmulas anteriores, obtuvimos los siguientes resultados:

AUTOMOVIL GRANDE	BATERIA	CAJON DE 5.50m X 2.60m
	CORDON	CAJON DE 5.50m X 2.40m
AUTOMOVIL CHICO	BATERIA	CAJON DE 4.20m X 2.20m
	CORDON	CAJON DE 4.80m X 2.00m

Sin embargo después de problemas entre los propietarios y las autoridades acerca de la existencia de los coches medianos, se llevaron los resultados anteriores al siguiente resumen.

AUTOMOVILES GRANDES Y MEDIANOS	BATERIA	CAJON DE 5.00 X 2.40mts.
	CORDON	CAJON DE 6.00 X 2.40mts.
AUTOMOVILES CHICOS	BATERIA	CAJON DE 4.20 X 2.20mts.
	CORDON	CAJON DE 4.80 X 2.00mts.

Con estas medidas se definieron las dimensiones mínimas para estacionamientos en toda la República Mexicana.

B) DIMENSIONES MINIMAS PARA LOS  
PASILLOS DE ESTACIONAMIENTO

Las dimensiones mínimas para los pasillos de circulación dependen del ángulo de los cajones de estacionamiento. Los valores que a continuación se muestran son los recomendados por el Departamento del Distrito Federal.

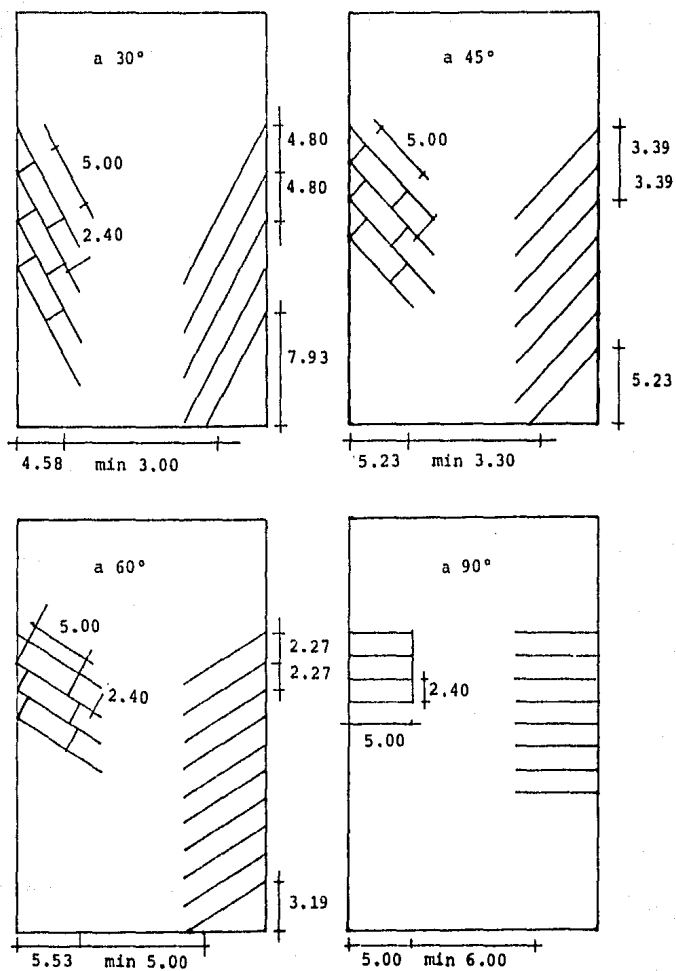
ANGULO DEL CAJON	30°	GRANDES Y MED.	3.00 mts.
		CHICOS	2.70 mts.
ANGULO DEL CAJON	45°	GRANDES Y MED.	3.30 mts.
		CHICOS	3.00 mts.
ANGULO DEL CAJON	60°	GRANDES Y MED.	5.00 mts.
		CHICOS	4.00 mts.
ANGULO DEL CAJON	90°	GRANDES Y MED.	6.00 mts.
		CHICOS	5.00 mts.

Los valores antes vistos coordinan con los utilizados en los Estados Unidos de América e indicados por el "INTRODUCTION TO HIGHWAY TRANSPORTATION ENGINEERING".

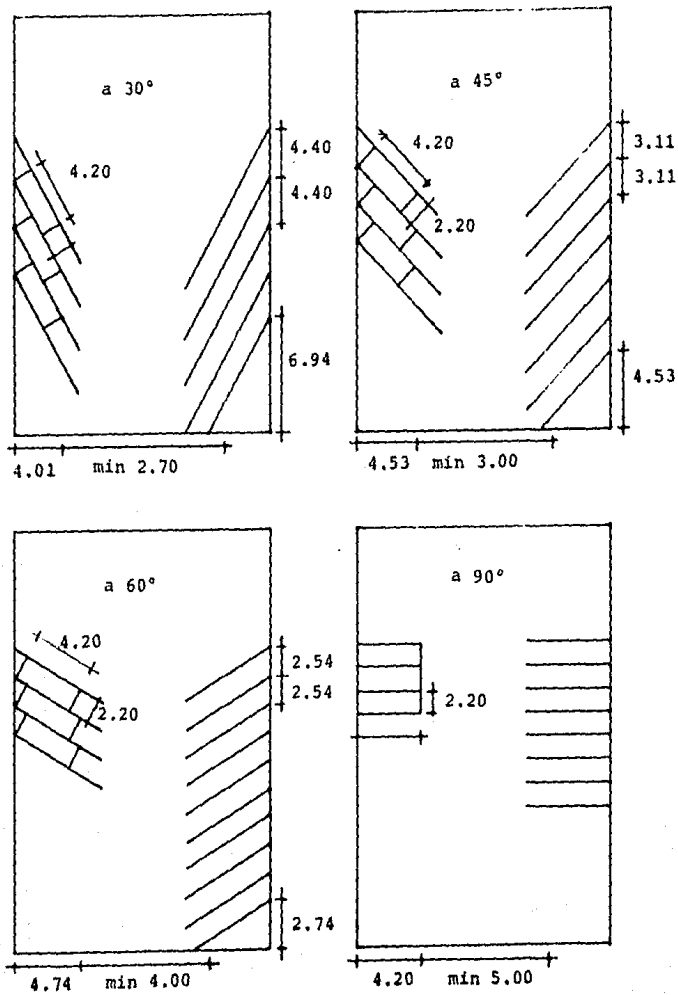
C) ESQUEMATIZACION DE LOS DIFERENTES  
TIPOS DE ACOMODO INTERNO

En las figuras se puede apreciar claramente el proyecto de acomodos más usuales para estacionamientos en general.

Las dimensiones y acotamientos están basadas en los datos de dimensionado mínimo obtenidos con anterioridad.



Diferentes tipos de acomodo interno para automóviles grandes.



Diferentes tipos de acomodo interno para automóviles chicos.

## D) DIFERENTES MEDIOS DE CIRCULACION VERTICAL

Dentro de los medios de circulación vertical, entiéndase por circulación vertical al flujo ascendente y descendente - existente dentro de una construcción, es importante denotar - el flujo de vehículos y el flujo de peatones.

## 1. Medios de circulación vertical para vehículos:

## a) Tipos de rampas:

- Rampas rectas (Fig. 1)
- Rampas rectas entre medias plantas a alturas alternas con doble circulación en los extremos (Fig. 2).
- Rampas rectas entre medias plantas a alturas alternas con circulación en los extremos y en el centro - (Fig. 3).
- Rampas rectas entre medias plantas a alturas alternas con circulación ascendente y descendente en los extremos por rampas separadas (Fig. 4).
- Rampas helicoidales con ascensión en un extremo y -- descensión por el extremo opuesto (Fig. 5).
- Rampas helicoidales con ascenso y descenso en un extremo mediante rampa de doble circulación (Fig. 6).
- Rampas helicoidales con ascenso y descenso en un extremo mediante doble rampa (Fig. 7).

- Rampas de plataforma aprovechada de doble circulación (Fig. 8).
- Rampas de plataforma aprovechada por intercomunicación central (Fig. 9).

b) Normas de construcción para rampas:

Para la construcción de las rampas es importante denotar que la pendiente nunca debe sobrepasar el 15%, ya que, el sobrepasarlo limitaría la fácil circulación interna del vehículo. En rampas rectas con pendientes mayores al 12%, deberán construirse tramos de transición en la entrada y salida de la rampa, en su defecto, los vehículos grandes y medianos rozarán la plataforma (Fig. 10). En las rampas de plataforma aprovechada, se recomienda no exceder una pendiente del 6%.

Todas las rampas, rectas o helicoidales, de doble sentido, deben tener una faja separadora para diferenciar el ascenso del descenso. La anchura permitida mínima de las fajas separadoras (generalmente centrales) es la siguiente:

RAMPAS RECTAS, 30 cm.

RAMPAS CURVAS, 45 cm.

Las rampas rectas, deben de tener una anchura mínima del arroyo que será de 2.5m por carril.

Las rampas helicoidales, en los pasillos de circulación, deberán tener un radio de giro mínimo estándar para todas las rampas, de manera que cualquier vehículo no mayor a un automóvil grande puede circular -

de 7.50 m. al eje. Así mismo, cuando se proyecten con este radio, la anchura mínima deberá ser de 3.50 m. para los carriles interiores y de 3.20 m. para los carriles exteriores. La sobreelevación no podrá ser mayor de 0.10 m/m.

En las rampas helicoidales de doble rampa, una al lado de la otra, la rampa exterior se deberá destinar para subir y la rampa interior para bajar. La rotación de los automóviles es conveniente que se efectúe en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj.

En estacionamientos de autoservicio, toda rampa de salida deberá terminar a una distancia mínima de 5m. antes del alineamiento. En esta distancia de 5m. se podrá permitir una pendiente máxima del 5% y pudiendo incluirse en la misma la transición.

c) Normas de construcción para estacionamientos con rampas:

La altura mínima de las guarniciones centrales y laterales deberá ser de 15 cms.

La anchura mínima de las banquetas laterales para claros en recta será de 30 cms., y en claros curvos será de 50 cms.

El número máximo de pisos recomendable para un estacionamiento que contenga rampas es de 10.

Las columnas y muros que limitan pasillos de circulación deberán tener una banqueta de 15 cm., de altura y 30 cm. de anchura, con los ángulos redondeados.

## d) Medios electromecánicos:

Dentro de los medios de circulación vertical, se encuentran también los medios electromecánicos, generalmente elevadores de gran capacidad, con potencia suficiente para un automóvil grande. Este tipo de elevadores poseen las siguientes ventajas y desventajas:

## Ventajas:

- Ahorro en espacio de rampas.
- Evita posibles colisiones entre vehículos.
- Imposibilidad de robo de unidades.

## Desventajas:

- Exige el manejo de gente capacitada o acomodadores.
- Flujo de automóviles poco dinámicos.
- Limitaciones en cuanto a dimensiones del vehículo.
- Una ascensión en metros muy limitada.
- Precio muy alto.
- Mantenimiento costoso.

## 2. Medios de circulación vertical para peatones:

En los edificios de estacionamientos, los usuarios, una vez que han abandonado sus vehículos, se convierten en peatones y es necesario disponer de escaleras y/o elevadores.

Para edificios de estacionamientos de 1, 2 ó 3 plantas, a partir del nivel de la calle, se puede prescindir del uso de elevadores y disponer la comunicación entre los pisos por medio de escaleras.



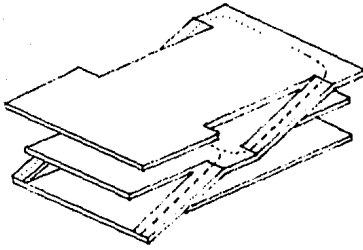


Fig. 1 Rampa recta.

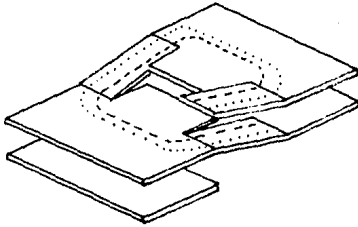


Fig. 2 Rampa recta entre medias plantas a alturas alternas con doble circulación en los extremos.

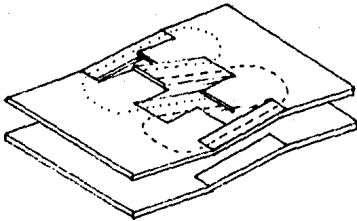


Fig. 3 Rampa recta entre medias plantas a alturas alternas con circulación en los extremos y en el centro.

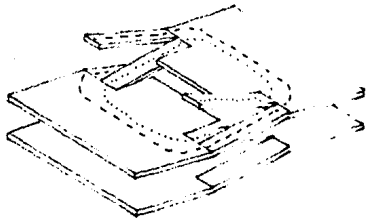


Fig. 4 Rampa recta entre medias plantas a alturas alternas con circulación en los extremos mediante rampas separadas.

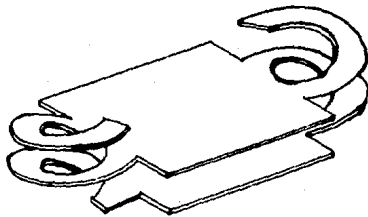


Fig. 5 Rampa helicoidal con ascensión en un extremo y descenso en el opuesto.

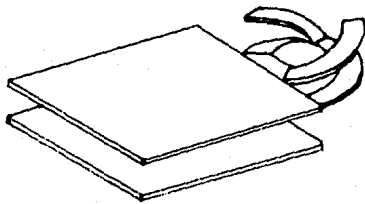


Fig. 6 Rampa helicoidal con ascenso y descenso en un extremo - mediante una rampa de doble sentido.

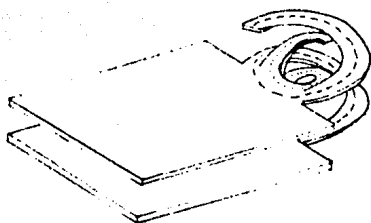


Fig. 7 Rampa helicoidal con ascenso y descenso en un extremo - mediante doble rampa.

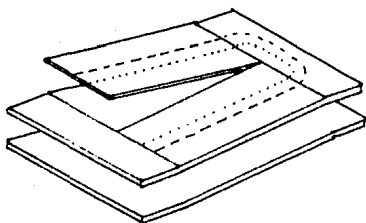


Fig. 8 Rampa de plataforma aprovechada de doble circulación.

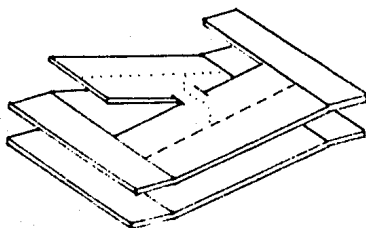


Fig. 9 Rampa de plataforma aprovechada con intercomunicación - central.

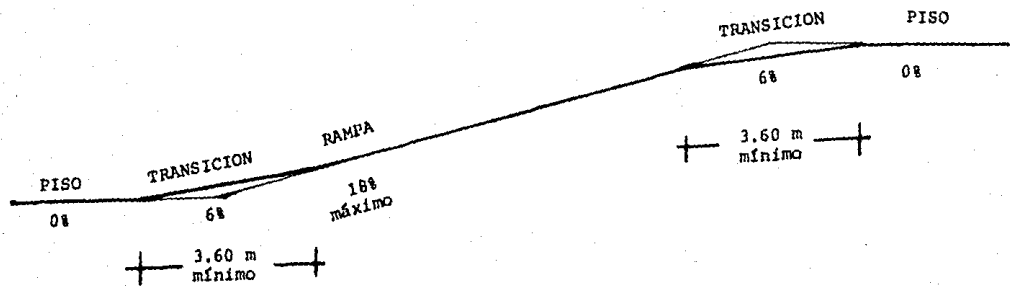
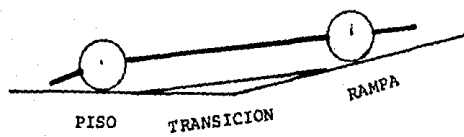


Fig. 10 Tramos de transición.

En los edificios de estacionamientos de gran capacidad, con períodos de afluencia de entrada y salida críticos y donde hay que contar con un gran movimiento de peatones, se recomienda el uso de escaleras mecánicas.

Cuando el edificio tiene más de tres plantas, incluyendo la planta baja, se recomienda el uso de elevadores, siendo conveniente instalar como mínimo dos, de seis a ocho plazas - cada uno. Como dato básico para determinar el número necesario de elevadores se admite que su capacidad total sea del orden de tres a cinco personas por cada cien cajones de estacionamiento situados fuera del nivel de la calle. El uso de escaleras que conecten todos los pisos es reglamentario como medio de escape en caso de incendios o temblores.

Todas las escaleras, sean de flujo normal o de emergencia, deberán tener una anchura mínima de 1.20 m.

#### E) AREAS DE ESPERA

##### 1. Areas de espera para vehículos:

La función de las áreas de espera, es la de absorber la acumulación de los vehículos que se producen cuando éstos llegan con una frecuencia mayor que la de su acomodo y cuando -- quieren salir del estacionamiento más vehículos que los que pueden incorporarse en la corriente vehicular de la vía pública.

Es evidente, que los estacionamientos atendidos por choferes acomodadores necesitan mayores áreas de espera, pues los conductores dejan sus vehículos en esos lugares hasta que los choferes puedan colocarlos. La falta de espacio de espera en un estacionamiento atendido por choferes acomodadores -

puede llegar a causar congestión en la vía pública y hacer que muchos conductores no se estacionen en el mismo, aunque tenga espacios vacíos disponibles.

Para determinar el tamaño que debe tener el área de espera de entrada en un estacionamiento, es preciso conocer o estimar la frecuencia de llegada de vehículos durante la hora máxima de afluencia y la frecuencia de éstos en el estacionamiento.

En estacionamientos atendidos por chóferes acomodadores, la frecuencia de colocación depende del número de ellos. El número de chóferes acomodadores debe ser mayor o igual que " x " en la siguiente fórmula:

$$x = \frac{Q}{n}$$

Donde Q = Frecuencia de llegada durante la hora de mayor afluencia, en vehículos / hora.

n = Número de vehículos que puede estacionar un chófer en una hora. (Aproximadamente 20 vehículos por hora).

El número de vehículos en el área de espera se obtiene en la gráfica 1, entrando en el eje de las abscisas con el número de vehículos que llega durante la hora de máxima afluencia y con el valor de K definido por la relación entre la frecuencia de colocación y la frecuencia de llegada. La frecuencia de colocación se obtiene multiplicando el número de chóferes acomodadores por el número de vehículos que puede estacionar un chófer por hora.

La frecuencia de llegada a un estacionamiento por construir se puede estimar estudiando otros estacionamientos similares existentes en un período determinado.

El área de espera de salida suele ser mucho menor que el de la entrada, pero conviene tener por lo menos dos carriles. En estacionamientos donde la entrada y la salida queda una al lado de la otra, las áreas de espera pueden disponerse con carriles reversibles, a fin de que se utilicen en ciertos momentos para los vehículos que llegan y en otros para los que salen, ya que los momentos de máxima afluencia rara vez coinciden con los de máxima salida.

En los estacionamientos de autoservicio, la relación de colocación es casi siempre superior a la relación de llegadas, aún en las horas de máxima afluencia.

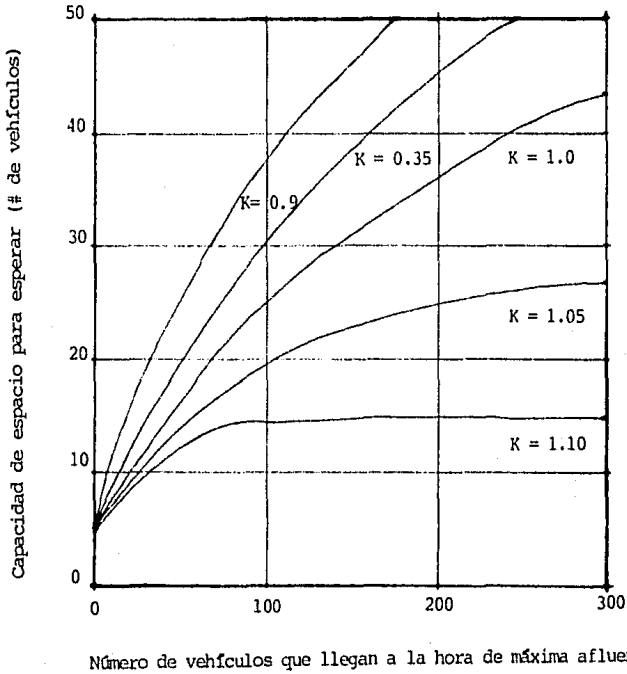
En estacionamientos con sistema de elevadores y choferes acomodadores, cada elevador tiene una relación de colocación promedio de 50 autos / hora y el área de espera se calculará también por medio de la gráfica 1.

El número de choferes colocadores deberá ser siempre de tres por cada elevador.

## 2. Areas de espera para el público.

Las áreas de espera para el público, se estiman de acuerdo a las necesidades del estacionamiento y sólo se calculan para estacionamientos que utilizan choferes acomodadores. Es necesario el uso de banquetas de circulación y una superficie, junto al área de ascenso y descenso, suficiente para los pasajeros de los vehículos con una anchura mínima de los pasillos de espera de 1.2 metros.

$$K = \frac{\text{frecuencia de colocación}}{\text{frecuencia de llegadas}}$$



Gráfica 1. Areas de espera.



## F) ENTRADAS Y SALIDAS PARA ESTACIONAMIENTOS

Como norma general, los accesos de los estacionamientos deben estar ubicados sobre las calles secundarias y lo más -- lejos posible de las intersecciones, en donde no se causen -- conflictos.

Los estacionamientos de servicio público deberán tener carriles de entrada y salida por separado, para que los vehículos en ningún caso utilicen un mismo carril y entren o salgan en reversa.

En estacionamientos de servicio particular se podrá admitir que cuenten con un solo carril de entrada y salida por cada planta que no exceda de 30 cajones de estacionamiento. - El número máximo de plantas por predio para este requisito se rá de dos.

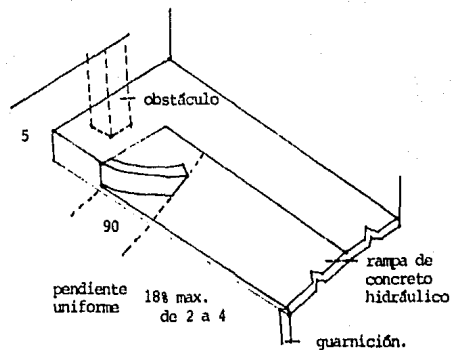
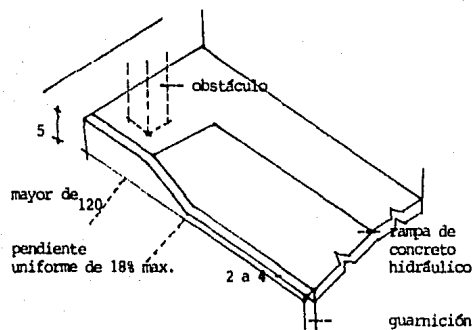
La anchura mínima de cada carril de circulación de las entradas y salidas será de 2.50 metros.

En la figura 11 se indican las normas para las rampas - sobre aceras.

### 2.3 NORMAS DE TRAFICO EN ESTACIONAMIENTOS

1. Las entradas y salidas de estacionamientos deben -- permitir que todos los movimientos de los automóviles se desa rollen con fluidez, sin cruces ni entorpecimientos al tránsi to en la vía pública.

2. Toda maniobra en el estacionamiento de un automóvil deberá llevarse a cabo en el interior del predio, sin invadir la vía pública y en ningún caso deberán salir vehículos en re versa a la calle.



NOTAS:

- Cotas en centímetros.
- La distancia total no será menor de 270 ni mayor de 900.
- En ningún caso la rampa deberá ocupar más de 2/3 de la anchura de la acera.
- La pendiente recomendable para la rampa es de 15%.
- El acabado de la rampa será antiderrapante.

Fig. 11 Trazado de pendientes en aceras.

## G) SEÑALAMIENTO EN ESTACIONAMIENTOS

| 40 cm |  
| 50 cm |



prohibida vuelta izquierda



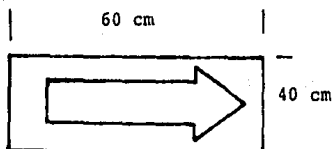
prohibida vuelta derecha



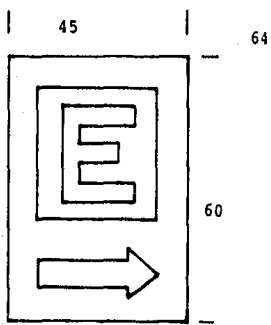
prohibido seguir de frente



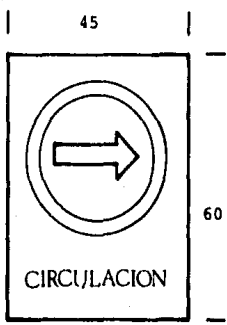
prohibido estacionarse



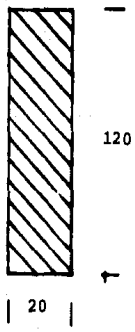
sentido del tránsito.



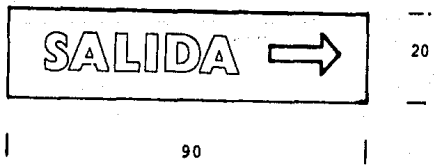
estacionamiento permitido.



circulación



120 peligro



información

cotas en centímetros

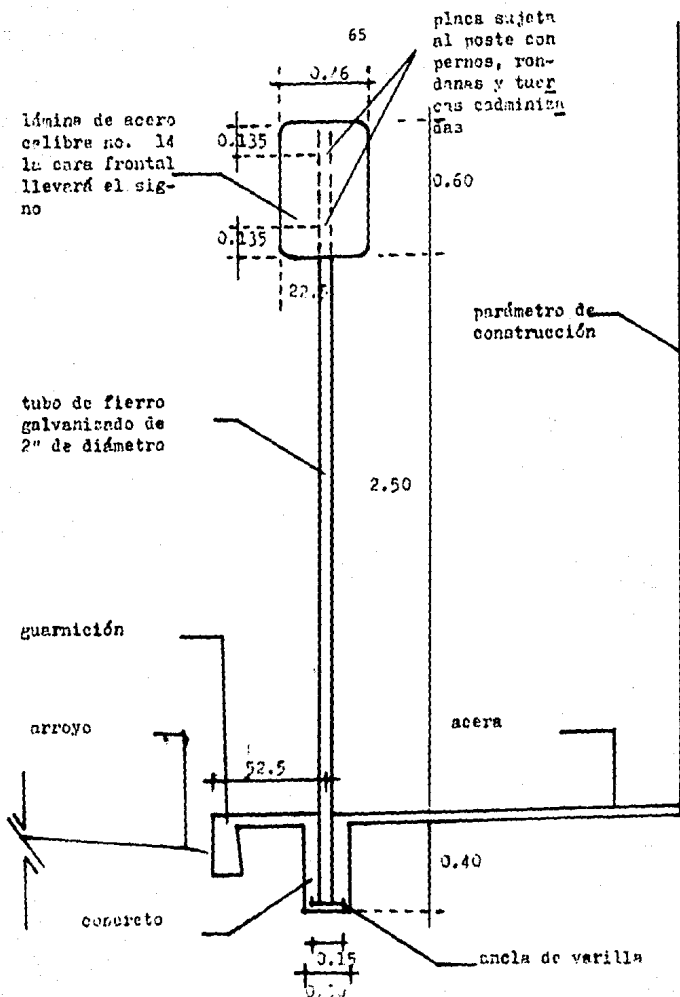


Fig. 14 Especificaciones para la instalación de señales.

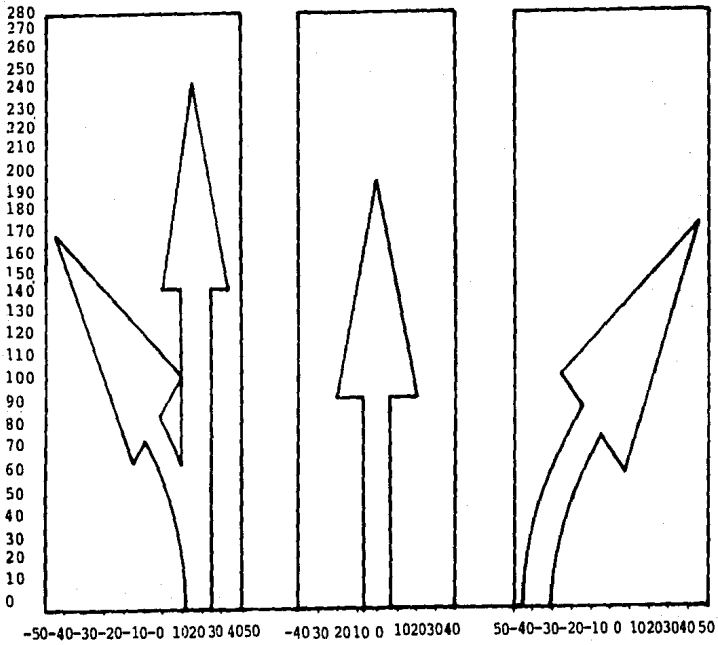
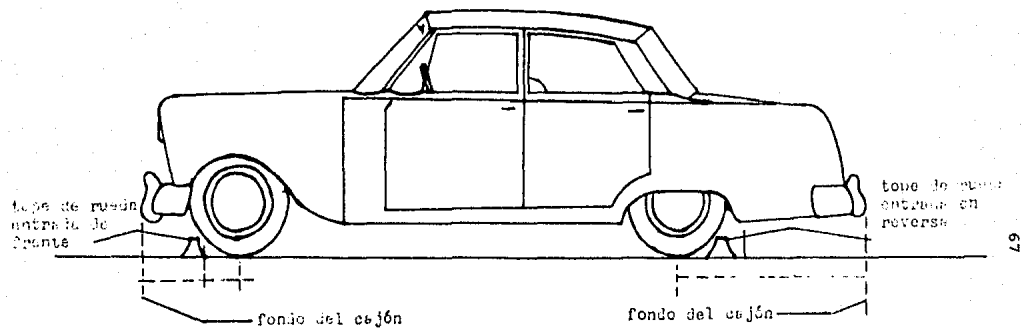


Fig. 15 Diagrama para trazado de flechas en el pavimento mediante coordenadas.

COLOCACION DE LOS TOPES DE RUEDA EN LOS CAJONES DE ESTACIONAMIENTO



tipo de automóvil	distancia entrada de frente	distancia entrada de reversa
grandes y medianos	0.80	1.20
chicos	0.60	0.80

acotaciones en metros

Fig. 16

3. La caseta para control de estacionamientos deberá estar situada dentro del predio, como mínimo a 4.50 m. del alineamiento de la entrada. Su área mínima deberá ser de 2 m<sup>2</sup>.

4. Todos los estacionamientos que utilicen acomodadores deberán contar con un sanitario y almacén para equipo de aseo y guardarropa para los empleados.

5. Cada lugar para el estacionamiento de un automóvil - dentro de un estacionamiento de autoservicio, tendrá que ser accesible individualmente, sin tener que pasar por otro lugar de estacionamiento, excepto en el caso que haya un espacio para dos automóviles en batería y que correspondan ambos a la misma persona.

6. No deberá permitirse que las circulaciones en las -- rampas o espacios para maniobras sean incluidas como áreas -- para estacionamiento de automóviles.

7. En los lotes se deberá contar con un área de espera techada para el público.

8. Toda área al descubierto para estacionamientos de -- automóviles deberá estar pavimentada.

9. Los estacionamientos deberán contar con iluminación suficiente para todo el lote.

10. Los estacionamientos techados deberán contar con -- ventilación adecuada, ya sea artificial o natural.

11. Todos los estacionamientos deberán contar con un -- sistema de drenaje adecuado.



12. Los estacionamientos deberán contar con equipo contra incendio, conforme a las regulaciones y disposiciones.

13. Los estacionamientos deberán contar con topes de --rueda de 0.15 m. de peralte en todos los cajones colindantes a los muros; la distancia de colocación deberá ser de acuerdo a la figura número 16.

14. Los estacionamientos en edificios deberán tener --protecciones adecuadas en rampas, cubos, colindancias y fachadas con elementos estructurales capaces de resistir los posibles impactos de vehículos, además del tope ya mencionado.

15. Los estacionamientos atendidos por choferes acomodadores, con más de un nivel, deben estar provistos con bandas para el ascenso vertical de los operadores y de tubos para su descenso.

16. Los estacionamientos con sistemas mecánicos para el transporte vertical de los automóviles, deberán contar con -planta propia para el suministro de energía o dispositivos manuales para casos de emergencia.

17. Para determinar la demanda de cajones de estacionamientos requeridos por el uso del predio se agrega la tabla -que deberá ser la base de proyectos de estacionamientos.

2.4 BASES QUE DETERMINAN LA DEMANDA DE ESPACIO  
PARA ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS QUE GENE  
RA EL USO DEL PREDIO O CONSTRUCCION

Estas bases están de acuerdo al Artículo 34 de la Ley -  
sobre Estacionamientos de Vehículos en el Distrito Federal.

Usos del predio	Area construida. Núm. de cuartos, aulas, - personas, etc.	Núm. mínimo de espacios para estacionamientos.
Habitación unifamiliar (casas individuales)	Menor de 120 m <sup>2</sup>	1 por cada una
	de 121 a 300 m <sup>2</sup>	2 por cada una
	301 en adelante	3 por cada una
Habitación multifamiliar (edificios de departa - mentos, condominios, etc.)	Menor de 60 m <sup>2</sup>	1 por cada 3 dep.
	de 60 a 80 m <sup>2</sup>	1 por cada 2 dep.
	de 81 a 120 m <sup>2</sup>	1 por cada dep.
	de 121 a 150 m <sup>2</sup>	1.5 por cada dep.
	de 151 en adelante	2 por cada dep.
Oficinas particulares y gubernamentales	Area total rentable	1 por cada 50 m <sup>2</sup>
Comercio	Area total de ventas menor de 100 m <sup>2</sup>	0
	de 101 a 500 m <sup>2</sup>	1 por cada 50 m <sup>2</sup>
	de 501 a 1000 m <sup>2</sup>	1 por cada 40 m <sup>2</sup>
	de 1001 en adelante	1 por cada 30 m <sup>2</sup>
Venta de materiales de construcción		1 por cada 2000 m <sup>2</sup>

Industrias y bodegas	Instalaciones industriales	1 por cada 250 m <sup>2</sup>
Hoteles y posadas	Para los primeros 20 Cuartos excedentes	1 por cada 4 ctos. 1 por cada 8 ctos.
Moteles		1 por cada cuarto
Amueblados con servicio de hotel (Suites)		1 por cada 2 andos.
Hospitales y clínicas	De 1a; cuartos privados	1 por cada cto.
	De 1a; cuartos múltiples	1 por cada 4 camas
	De 2a; cuartos privados	1 por cada 5 ctos.
	De 2a; cuartos múltiples	1 por cada 10 camas
	Consultorios, laboratorios, quirófanos y salas de expulsión	1 por cada 15 m <sup>2</sup>
Bancos	Area total	1 por cada 20 m <sup>2</sup>
Escuelas:		
Jardines de niños, primarias, secundarias	Aulas	1 por cada una
Preparatorias, academias, escuelas especiales	Area aulas	1 por cada 8 m <sup>2</sup>
Profesionales	Area aulas	1 por cada 6 m <sup>2</sup>
Internados, seminarios, orfanatorios, etc.	Aulas	1.5 por aula
Bibliotecas	Area total	1 por cada 200 m <sup>2</sup>

Centros de reunión: Cabarets, cantinas y restaurantes con venta de bebidas alcohólicas		1 por cada 4 pers.
Restaurantes, cafeterías, casinos que no vendan be- bidas alcohólicas	Con cupo superior a 25 personas Con cupo inferior	1 por cada 7 pers. 0
Cines, teatros y auditorios	Personas	1 por cada 8 pers.
Carpas	Más de 500 espectadores	1 por cada 16 pers.
Edificios destinados a:		
Espectáculos deportivos	Personas	1 por cada 20 pers.
Frontones de espectáculos	Personas	1 por cada 10 pers.
Centros deportivos	Area de práctica	1 por cada 50 m <sup>2</sup>
Canchas deportivas		1 por cada 150 m <sup>2</sup>
Squashes o Frontones		1 por cada 50 m <sup>2</sup>
Boliches		1.5 por cada mesa
Baños públicos	Area total	1 por cada 75 m <sup>2</sup>
Templos	Area total	1 por cada 150 m <sup>2</sup>
Talleres mecánicos		1 por cada 50 m <sup>2</sup>
Estaciones de lubricación		1 por cada 50 m <sup>2</sup>
Lavado de vehículos		5 por cada posición de lavado
Campos para casas rodantes		85 m <sup>2</sup> por unidad y el 25% puede ser - menor

### **CAPITULO III**

#### **DISEÑO FUNCIONAL Y DISTRIBUCION**

### 3.1 INTRODUCCION AL DISEÑO DE UN ESTACIONAMIENTO

El diseño de un estacionamiento debe efectuarse de acuerdo a el movimiento del tráfico y a las operaciones de almacenaje de una manera segura, con la mínima oportunidad de espera - ni movimientos conflictivos. Los pasos operacionales son similares en estacionamientos en lotes y en estructuras, como son: pasillos circulación horizontal y accesos a la calle, en estructuras además es importante considerar la circulación vertical, iluminación, equipos anti-incendios y columnas.

El diseño de estacionamientos funcionales se realiza -- principalmente con el acomodo del área y la distribución. Se debe tomar en cuenta los siguientes elementos operacionales:

1. Entrada: envuelve la entrada de vehículos de la calle (afecta el diseño de la línea de entrada);
2. Recepción: que sólo incluye el manejo de la entrada, para recibir un boleto, o dejárselo a un acomodador - (afecta el diseño de la entrada para acomodar vehículos temporalmente);
3. Acomodo: incluye el tiempo necesario para el conductor de encontrar un lugar y estacionarse (afecta el diseño de los pasillos y los cajones de estacionamiento);
4. Acceso de peatones: de y al estacionamiento (afecta el diseño de los pasillos para los peatones);

5. Desaloje: incluye el tiempo en sacar el vehículo del cajón y manejarlo a la salida (afecta el diseño de los cajones, los pasillos y el área de salida); y
6. Salida: incluye la rampa de salida y la entrada a la calle (afecta el diseño de las líneas de salida).

Es diferente el uso de dichos elementos operacionales - cuando el estacionamiento es gratuito o de paga.

### 3.2 DISEÑO DEL ACCESO

Las estructuras de estacionamiento tienen un piso principal y pisos de acomodamiento. La función principal del piso principal es de recibir y entregar los vehículos de la calle. Esto usualmente lo hace la primera área de control donde los clientes entran y dejan el lugar a pie o en coche. El acomodo de vehículos también puede ser una función del piso principal.

#### A. PISO PRINCIPAL

Las áreas como: caja, entrega de boletos, oficina del encargado y áreas de empleados se encuentran generalmente en el piso principal, además de baños públicos, teléfonos, y áreas de espera.

Para desarrollos comerciales de usos múltiples en estructuras, generalmente el piso principal se planea para comercios.

La consideración más importante en el diseño de los pisos principales es la localización y la capacidad de entrada y salida de vehículos de acuerdo a las calles que lo rodean.

## B. REQUERIMIENTOS DE ACCESO

Los puntos de acceso se deben diseñar de acuerdo a las regulaciones locales (capítulo 2). Ellos deben presentar una apariencia atractiva y reconocible para los posibles clientes y al mismo tiempo asegurar el cruce de los peatones y los vehículos. Los requerimientos del acceso y la salida dependen de: si es estacionamiento de paga o no, si es de acomodador o de autoestacionamiento, magnitud de la actividad de entrada y salida (sobretudo en horas pico) y oportunidad de estacionamiento en la calle o en otros garajes.

Función de los lugares de espera. Su propósito es de acomodar temporalmente los vehículos que entran o salen. Los lugares de espera de salida deben ser adecuados para prevenir congestionamientos en la circulación del estacionamiento y bloqueos en los lugares de acceso, también deben detener los vehículos para pagar la tarifa y/o recibir el automóvil del tráfico de la calle.

Los problemas en la entrada existen principalmente en los estacionamientos con acomodadores. Investigaciones realizadas en la ciudad de México muestran las siguientes necesidades para lugares de espera en las entradas:

- |  |   |
|--|---|
| - Entrada libre                          | 1 lugar por cada línea de entrada.                      |
| - Entrada con boleto de entrega manual   | 2 lugares por cada línea de entrada.                    |
| - Entrada con boleto de entrega mecánica | 6 lugares por cada línea de entrada.                    |
| - Entrada con acomodador de vehículos.   | Generalmente el 10% de la capacidad de estacionamiento. |



- Capacidades de acceso/desalojo. Generalmente los estacionamientos deben ser capaces de llenarse o vaciarse en una hora, excepto en estacionamientos de eventos deportivos, culturales, etc., donde la entrada y la salida resulta un punto crítico muy importante, éstos se deben llenar o vaciar en máximo  $\frac{1}{2}$  hora.

Con un estacionamiento bien diseñado, los puntos de mayor tráfico vehicular casi siempre son: la entrada, la salida y la entrada a la calle.

- Controles de puerta automáticos. Los brazos-barrera levantables son generalmente usados para asegurar la emisión de boletos y para el pago de la tarifa (y/o asegurar o contar el tráfico). La capacidad depende del propósito de la barrera, el ángulo de acercamiento y el radio de curvatura de un vehículo.

Estudios realizados en seis estacionamientos en la ciudad de México que utilizan este sistema demuestran que la capacidad de la línea varía generalmente entre 350 vehículos por hora (cuando es necesario dar una curva para entrar) y 500 vehículos por hora (cuando se llega en línea recta). Bajo condiciones de espera constante se contaron 660 vehículos por hora por línea. Sacando un promedio se recomienda diseñar para 400 vehículos por hora.

La capacidad de descarga de vehículos con brazo y caseta en los seis estacionamientos fue de 150 a 225 vehículos por hora. En condiciones normales, dicha cifra varió cuando la calle de salida se encontraba parada por el tráfico. En estacionamientos con flujos de tráfico pico, es conveniente disponer de líneas reversibles que sirvan para entrar o salir.

- Seguridad en la salida/entrada. La circulación en las banquetas tiene que ser tomada en cuenta al diseñar la entra-

da y la salida. Se recomienda utilizar topes o vibradores para defender los peatones.

Una consideración especial se debe dar a el alumbrado de la entrada y la salida, ya que el hecho de entrar a un garaje oscuro de un día brillante puede provocar una ceguera instantánea.

Se debe señalar muy bien con líneas la circulación de automóviles y peatones, en algunos casos se utilizan espejos colocados en puntos claves.

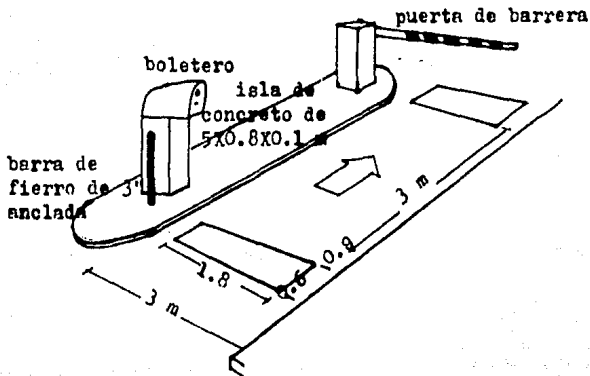


Fig. 1 Boletero mecánico típico.

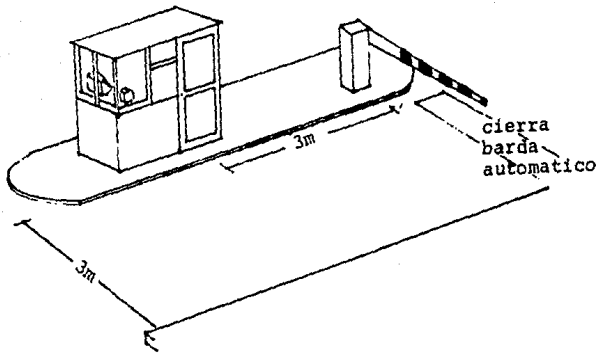


Fig. 2 Caja con barrera.

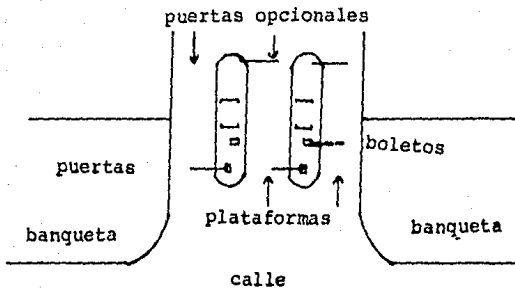


Fig. 3 Plan para la construcción de carriles reversibles.

ESTE TEXTO NO DEBE  
 SER REPRODUCIDO  
 SIN LA AUTORIZACION  
 DE LA BIBLIOTECA

### 3.3 DISEÑO DEL LAYOUT EN UN ESTACIONAMIENTO

El uso eficiente del espacio llama a balancear dimensiones generosas para conveniencia del cliente con dimensiones -- restrictivas para una máxima economía. Las dimensiones de pasillos, cajones y rampas deben estar basadas en el tamaño del vehículo y las características de operación, características de los usuarios y el tipo de operación (autoestacionamiento o acomodador).

Las características del usuario afectan los cajones, los pasillos y otros factores. Estacionamientos en el centro, en las afueras, estacionamientos de empleados y de centros comerciales, requieren diferentes conveniencias o consideraciones de confort.

El tipo de operación de estacionamientos también afecta las dimensiones, los acomodadores con su experiencia pueden -- acomodar autos con agilidad aunque la geometría sea adversa. Desde un punto de vista operacional, las dimensiones restringidas pueden materialmente empeorar el movimiento del tráfico -- eficiente, incrementando el tiempo necesario para entrar, meter y sacar el auto del cajón y salir, especialmente en estacionamientos de mucho movimiento.

#### A. ELEMENTOS DE DISEÑO

Los cajones de estacionamiento están comúnmente diseñados para una entrada rápida desde el pasillo de acceso. Esta unidad fundamental es usada para indicar la distancia combinada del ancho del pasillo y la profundidad del cajón, medida -- perpendicularmente al pasillo de acceso. Los módulos de estacionamiento pueden ser compuestos por pasillo de uno o dos sentidos. Los pasillos que tienen cajones a los dos lados, se llaman pasillos doblemente cargados y con cajones en un solo lado

son pasillos simples. Los pasillos simples son menos eficientes y cuando es posible, eliminados.

La figura (4) muestra los elementos de la distribución. Las condiciones de límite A son usadas para describir los tipos de módulos de estacionamiento. Existen tres condiciones básicas de límite: (1) paredes en cada lado (A1 y A2); (2) pared en un lado y un módulo diferente de estacionamiento en el otro (A3) y (3) diferentes módulos de estacionamiento a cada lado - (A4).

- Dimensiones de los cajones. El ancho mínimo más práctico para estacionamientos de acomodadores generalmente varía de 2.44 y 2.59 metros, mientras que los anchos en estacionamientos de autoservicio varían de 2.59 a 2.73 metros. Autoestacionamientos con anchos de 2.59 metros para mucho tiempo, por ejemplo empleados a 2.74 metros para corto tiempo son dimensiones de diseño en estacionamientos de clientes; aunque se ha usado anchos de 2.9 a 3.05 metros para clientes que cargarán paquetes o bultos. En estructuras de estacionamiento los lugares más anchos de 2.74 metros son rara vez usados, exceptuando los cajones reservados para inválidos.

Los anchos de los cajones (Ca) son medidos perpendicularmente a las marcas de los cajones. En ángulos de menos de 90°, los anchos de los cajones paralelos al pasillo (AP) son proporcionalmente mayores.

El espacio adecuado para abrir la puerta entre vehículos estacionados adyacentes es un factor muy importante. Los estudios realizados en la ciudad de México demuestran que con un ancho mínimo de cajón de 2.53 metros, se dan 50 centímetros de distancia entre automóviles estándar de 2.00 metros de largo cuando los vehículos están centrados en el cajón. Esta medida permite abrir la puerta sin tocar los vehículos adyacentes y -

sin crear una gran inconveniencia para peatones. El estudio también demuestra que un ancho de 40 centímetros es suficiente -- aunque un poco incómodo para los pasajeros.

Para aplicaciones de autoestacionamiento, el ancho del cajón de 2.60 metros es óptimo.

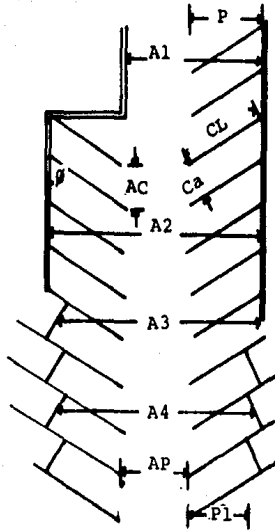
El hecho de usar estándares incorrectos de cajones puede ser un ahorro falso. Sólo toma un vehículo mal estacionado en la hilera para causar que los automóviles subsecuentes se dirijan a otro cajón. También causa retrasos, irritaciones y accidentes.

El largo del cajón se mide paralelo a las marcas del mismo. El largo debe acomodar a casi todos los automóviles. (C1). Largos de 5.50, 5.65 y 5.80 metros han sido sugeridos como -- largos mínimos estándar para cajones.

En la ciudad de México se encontró que la mayoría de los usuarios no acercan el coche a la pared o la marca del cajón, una distancia de 23 centímetros fué el promedio. Se recomienda\* un largo mínimo de 5.80 metros, aunque el promedio encontrado fué de 5.50 metros.

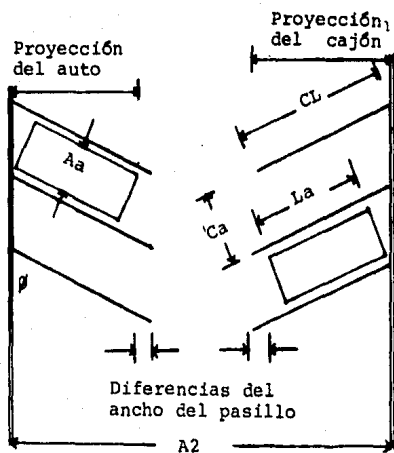
- Dimensiones del pasillo de entrada. La longitud del pasillo se puede definir de dos maneras: (1) El ancho medido entre la más larga proyección de cajones de estacionamiento, & (2) la distancia medida entre la más larga proyección de vehículos estacionados. En casos donde el ángulo de estacionamiento es agudo (menor de  $45^\circ$ ) la segunda definición es más lógica, para estos casos es preferible utilizar un módulo (A) en vez de estudiar por separado el largo y el ancho.

La figura 5 muestra gráficamente la diferencia entre el ancho del pasillo, dando el mismo módulo (A) cuando dos diferentes métodos de medir son usados proyección de cajones y --



- |    |  |    |  |
|----|--|----|--|
| Ø  | Ángulo de estacionamiento                                  | AC | Ancho del cajón.   |
| A1 | ancho del módulo (pared a pared) cargado de un solo lado.  | AP | Ancho del pasillo.   |
| A2 | Doblemente cargado   | P  | Profundidad del cajón a la pared, medida perpendicular al pasillo. |
| A3 | Ancho del módulo (pared a división) doblemente cargado.    | CL | Largo del cajón.   |
| A4 | Ancho del módulo (división a división) doblemente cargado. | CA | Ancho del cajón.   |

Fig. 4 Elementos dimensionales para layouts posibles.



La largo del automóvil  
 Aa ancho del automóvil

$$\text{Proyección del cajón} = CL \operatorname{sen} \phi + Ca \operatorname{cos} \phi$$

$$\text{Proyección del auto} = La \operatorname{sen} \phi + Aa \operatorname{cos} \phi$$

Fig. 5 Proyecciones de vajones y autos.



y proyección de vehículos.

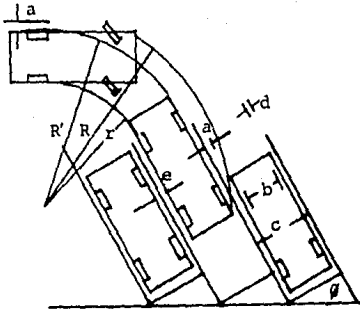
Generalmente los pasillos de dos sentidos son dispuestos a  $90^\circ$  y los de un sentido con ángulo de estacionamiento. Sin embargo, los estacionamientos de dos sentidos pueden diseñarse con ángulo de estacionamiento (Figura 8b y Figura 8c). Generalmente, en los autoestacionamientos el uso de dos sentidos complica la circulación del tráfico.

Los sistemas de pasillos deben minimizar las vueltas. Pasillos largos pueden aventajar este punto pero pueden requerir uno o más pasillos perpendiculares para la dispersión de estacionarse o minimizar el tráfico.

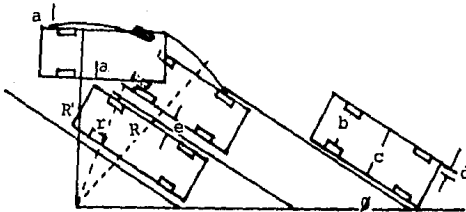
Análisis empíricos o teóricos pueden demostrar que el ancho de los pasillos puede ser reducido si la entrada a los cajones se efectúa en reversa, pero debido a que este método es mucho más complicado, es rara vez considerado en el diseño de estacionamientos.

Se han desarrollado fórmulas para determinar el ancho de los pasillos, en función del ancho de los cajones y el ángulo de estacionamiento. Sin embargo, estas consideraciones no siempre sirven para maniobras; debido a que los valores numéricos computados en las fórmulas no se pueden tomar como medidas absolutas, pero se pueden tomar como resultados aproximados en las comparaciones de dimensiones de pasillos y áreas requeridas para diferentes maneras de estacionarse. (Ver figura 6).

El espacio requerido para estacionarse y salir en un movimiento continuo lo determina el ancho del pasillo. Es difícil para las fórmulas determinar la habilidad del conductor para entrar y salir en el menor tiempo. Es obvio que mientras el ángulo de estacionamiento se hace más agudo y el ancho de los cajones aumenta las maniobras de estacionamiento requieren menor ancho del pasillo.



Ancho del pasillo\* =  $R' + a + \operatorname{sen} \theta \frac{R^2}{R^2} (r+b+d+e-a)^2 - \operatorname{cos} \theta (r+b+d+c)$   
 A) Angulo de entrada al cajón mayor al ángulo crítico de estacionamiento



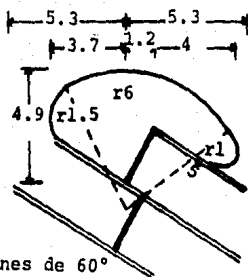
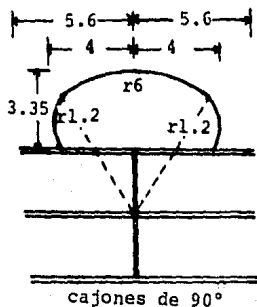
Ancho del pasillo\* =  $R' + a - \operatorname{sen} \theta (r-d)^2 - (r-d-e-a)^2 - \operatorname{cos} \theta (r+b+d-c)$

b) Angulo de entrada al cajón menor al ángulo crítico de estacionamiento.

Angulo crítico  
 de  
 estacionamiento\* =  $\theta = \cot \frac{-1 R^2 - (r+b+d+e-a)^2 + (r-d)^2 - (r-d-e-a)^2}{2c}$

Fig. 6 Fórmulas derivadas del ancho del pasillo requeridas para maniobrar el vehículo dentro o fuera del cajón.

La figura 7 ilustra el módulo de estacionamiento para layouts de 90 y 60 grados. Las áreas o islas pueden ser tratadas como islas redondas.



acotaciones en metros

Fig. 7\* Ejemplos del tratamiento final del módulo de estacionamiento para cajones de 2.76 m.

\*Parking principles, Highway research Board, Special report 123 1971, pag.106.

El ancho mínimo de pasillos sugerido varía enormemente. Los mínimos obtenidos en México fueron de: 3.35 a 3.80 metros en pasillos de un solo sentido y de 6.10 a 6.70 metros en pasillos de doble sentido. Los anchos superiores no fueron tomados en cuenta.

El diseño de los pasillos en sus intersecciones se determina mediante el radio de giro de los vehículos y el promedio de la habilidad del chófer. En los fines de los módulos, se debe contar con suficiente radio de giro para curvas en el sistema de pasillos. Un típico chófer requiere 5.50 metros de radio interno, para crear una línea de giro de aproximadamente - 3.35 metros de largo en sus extremos.

#### B. EFICIENCIA DE LA DISTRIBUCION EN ESTACIONAMIENTOS

La eficiencia depende en la selección de anchos de cajones y de módulos de estacionamiento que proveerán un nivel deseado de servicio y economía si se usan las ventajas del terreno a diseñar. El objetivo será de maximizar el número de vehículos que pueden ser estacionados en un área dada.

- Comparaciones de eficiencia. Comparar la eficiencia del uso del espacio de diferentes distribuciones es muy importante, así como comparar la eficiencia del área para cajones y pasillos típicos.

Cuando se considera un piso entero designado para estacionamiento el área que será asignada por cajón consistirá en el área de los cajones más el área requerida para pasillos y rampas incluyendo espacios sin uso en esquinas y finales de pasillos. Áreas requeridas para peatones, elevadores, escaleras y otras, generalmente no se incluyen en las áreas para cajones.

Cajones de 90° con pasillos paralelos a las dimensiones

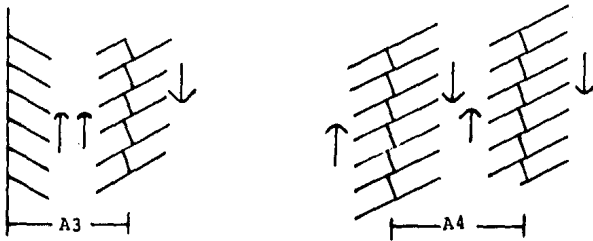
largas del sitio y cajones dispuestos a  $60^\circ$  con pasillos de un solo sentido generalmente necesitan la mínima cantidad de espacio por cajón.

Cajones dispuestos con cierto ángulo, generalmente proporcionan más factores positivos que los cajones dispuestos a  $90^\circ$ , y pueden proporcionar una ganancia adicional en el hecho de que los choferes pueden ver con anticipación un lugar vacío. Se usan también cuando el espacio para pasillos es menor.

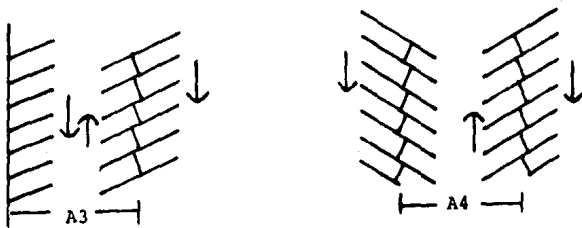
Distribuciones para estacionarse. En la figura 8 se ilustran las configuraciones típicas de módulos para estacionarse en ángulo. El arreglo de distribución preferido coloca los toques de los vehículos en cajones opuestos uno después de otro, como se ilustra en las distribuciones, a, b, c y d. "e" sólo se puede aplicar si los cajones se disponen a  $45^\circ$ , requiere menos espacio por cajón pero causa probables choques entre un auto y otro.

La circulación de pasillos prevalente usada con estacionamientos con ángulo es la circulación de un solo sentido alternada. Los pasillos de un solo sentido son más deseables porque requieren menor área por cajón, y eliminan o reducen considerablemente los conflictos por cruces de vehículos.

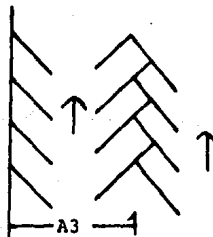
La ventaja principal de los sistemas de pasillos de doble sentido es la reducción de distancia caminada. También pueden acabaren pared, obligando a los automóviles a regresar por el mismo pasillo por donde vinieron en este tipo de diseño, el uso de cajones de  $90^\circ$  es recomendable.



a) Doble hilera, un sentido. b) Doble hilera, doble sentido.



c) Doble hilera, doble sentido. d) Doble hilera, un sentido.



e) Doble hilera, un sentido.

Fig. 8 Distribuciones posibles para módulos de estacionamiento.

### C. CAJONES DE ESTACIONAMIENTO COMPACTOS Y DE USO ESPECIAL

La gran mezcla de usuarios de corto tiempo y de largo tiempo en un estacionamiento crea el problema de seleccionar el tipo de distribución eficiente. Con un segmento creciente de gente que usa autos substancialmente más chicos que los diseños estándar de vehículos muchos estacionamientos intentan incrementar su capacidad de automóviles reduciendo el tamaño de los cajones, denominados comúnmente "cajones compactos".

Un cajón compacto se define como 2.30 de ancho por 4.55 de largo. En la práctica los cajones compactos también son usados por automóviles estándar. Los signos y las marcas especiales, aunque seleccionan los cajones como compactos o de uso especial, no siempre aseguran autos compactos.

- Técnica para el diseño de cajones compactos. Varias técnicas han sido desarrolladas para acomodar vehículos grandes y chicos en cajones apropiados. Es un problema en autoestacionamientos.

Un ejemplo describe el sistema para que los autos estándar y grandes se estacionen en otro lugar que los compactos. En estacionamientos que no tienen operario, como son los que usan máquinas o los públicos, los signos o la selección natural son los únicos medios.

Dicho ejemplo emplea cajones grandes acomodados de 45° a 60° en un lado y cajones compactos a 90° en el otro. (Ver figura 10). Con una unidad de profundidad de 15 a 17 metros, la razón más lógica para que los estándar no se estacionen es que para hacer un giro de 90° en ese espacio se tiene que efectuar al menos un movimiento para atrás antes de entrar al cajón, -- mientras que los compactos entrarán directamente.

Otra solución de diseño para la segregación del tamaño de los cajones involucra el uso de zonas para cajones compactos en los puntos críticos del área, por ejemplo las esquinas. (Ver figura 9).

- Estacionamientos para inválidos. Muchos países y constructores actualmente exigen que los estacionamientos tengan un número de cajones para inválidos, diseñados con un mayor ancho de cajón. Los anchos pueden variar de 3 a 3.7 metros y deben estar colocados cerca de la salida o de el área de elevadores.

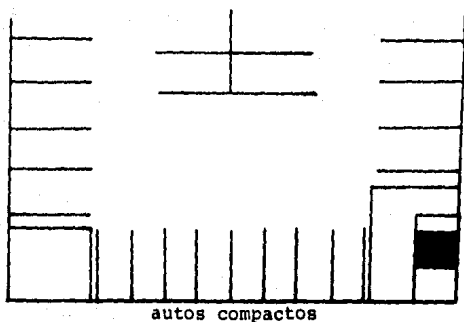
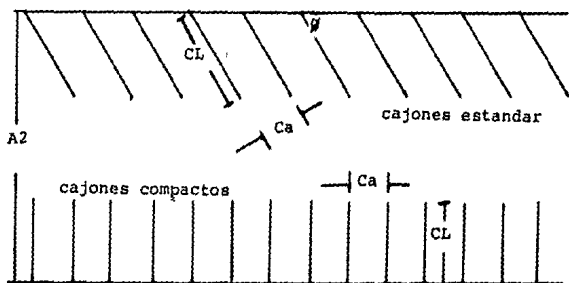


Fig. 9 Arreglo de esquinas y finales de hileras para autos compactos.





Anchura del módulo (A2)	Angulo de estacionamiento ( $\theta$ )	Auto compacto ancho del (Ca)	Auto estándar cajón (Ca)	Longitud cajón (Cl)
16.5	60		2.75	5.5
16.5	90	2.3		4.6
15.2	60		2.75	5.5
15.2	90	2.3		4.6
14.6	45		2.75	5.5
14.6	90	2.3		4.6

Fig. 10 Sistema de estacionamiento Drachman.

### 3.4 DETALLES DE PLANEACION Y DISEÑO

#### A. ALTURA DE TECHO

La altura de los techos ha sido reducir en los últimos años como un resultado de la reducción de altura de los automóviles y el hecho de que rara vez los edificios de estacionamientos son utilizados para otros usos. Se pueden hacer consideraciones para diseñar el techo de la planta baja más alto para guardar camiones o automóviles altos o para en un futuro, -destinar esa área para comercios u otras actividades donde la altura del techo deberá ser mayor.

Una razón funcional de diseño para utilizar techos bajos, es la de reducir los grados y la longitud de las rampas. Sin embargo, restringe la entrada a vehículos de mayor altura, por ejemplo: Pickups, Combis, etc. Otro defecto importante es el deterioro de las antenas de radio y el acabado del estacionamiento.

La altura mínima de los techos deberá ser de 2.13 metros, sin embargo, se encontró que el promedio es de 2.30 metros.

Los techos bajos requieren una instalación adecuada de lámparas y signos para que puedan funcionar sin sufrir deterioros por los vehículos. Componentes de construcción como tuberías de agua, caños y ductos de aire tienen que ser tomados en cuenta a la hora de diseñar un estacionamiento con techos bajos.

#### B. DESAGÜES Y PLOMERIA

Los pisos deberán tener una pendiente del 2% (aproximadamente 2 cm. por metro) en lugares al aire libre y una pendiente del 1% (aproximadamente 1 cm. por metro) en pisos de nivel -

les de estacionamiento, dirigidos a esquinas para sacar el agua. La tubería deberá estar lejos de los pasillos para tratar de mantener la superficie de movimientos tanto vehiculares como peatonales razonablemente seca.

El daño causado por aceite, mugre o productos químicos producidos por goteras es una causa frecuente de reclamaciones, se debe hacer todo lo posible en el momento del diseño para evitarlo.

### C. ILUMINACION

La iluminación varía enormemente en diferentes estacionamientos. Existen diferentes interpretaciones del mínimo de luz requerida, localización y tipo.

Los tubos de iluminación fluorescentes, por ejemplo, pueden perder el 20% de su capacidad en un ciclo de 8 horas sobre todo en las primeras dos.

La adecuada iluminación del lugar es necesaria no sólo por el movimiento de los vehículos y los peatones, sino también por la seguridad de los vehículos estacionados. La cantidad de iluminación que debe ser considerada depende de la interacción de los siguientes factores: visibilidad, confort visual, distribución de la luz y la geometría del sistema de alumbrado. Básicamente, la calidad de la iluminación se determina por cuatro características: (1) nivel de iluminación; (2) uniformidad de la luz; (3) restricciones de reflejos; y (4) el grado de alumbramiento al pavimento o el suelo y a sus paredes.

El lugar ideal para colocar las lámparas requiere consideraciones de economía y protección en contra de daños causados por los vehículos, vandalismo y clima.

#### D. VENTILACION

La ventilación mecánica para remover los gases de combustión es esencial en el desarrollo de garaje subterráneos. Exceptuando circunstancias muy especiales todos los estacionamientos que se encuentran arriba de la tierra son ventilados naturalmente.

- El riesgo del monóxido de carbono. El monóxido de carbono, el más voluminoso de los elementos perjudiciales de los gases de la combustión, es insaboro, inoloro e incoloro. Puede causar inconciencia y muerte aunque el mayor peligro en estacionamientos es la causa de sueño o falta de visibilidad cuando se está operando un vehículo.

El monóxido de carbono, contrario a lo que dicen muchas opiniones, tiene el mismo peso que el aire y usualmente se concentra a 60 centímetros del piso, la altura aproximada de los escapes en los automóviles. Tiene propensión a concentrarse en esquinas de estacionamientos sin una ventilación adecuada.

- Requerimientos de ventilación. Gufas arquitectónicas especifican la cantidad de aire por tiempo específico que se debe sacar y ser repuesto por aire nuevo del exterior en subterráneos y estructuras cerradas. Además especifican de donde se debe sacar; cerca del piso y/o en el techo.

Generalmente se necesita renovar el aire 3 veces por hora, como requerimiento mínimo, con una renovación de seis o siete veces por hora en horas críticas, claro está que 14 veces han sido a veces insuficientes. En la práctica, olores muy penetrantes aparecen mucho antes que el monóxido de carbono pueda actuar.

La ventilación debe ser adecuada para prevenir la acumulación de niveles de monóxido de carbono en exceso de 100 par-

tes por millón. La mejor ventilación resulta cuando el aire - nuevo se introduce al lugar a unos 60 centímetros del suelo.

#### E. DELINEACION DE LOS CAJONES Y MARCAS EN EL PISO

Las marcas en el piso deben delinear los cajones de estacionamiento, dar advertencia y direcciones de tráfico.

Es casi una práctica universal el delinear cajones en estacionamientos. El hecho de marcar correctamente los cajones - ayuda al chófer y a la utilización adecuada del espacio disponible. Líneas de 10 a 15 centímetros son recomendadas para marcar los cajones. Las líneas dobles entre cajones pueden ayudar al chofer a posicionar correctamente el vehículo, también se - pueden extender a las paredes.

La mayoría de los estacionamientos usan líneas amarillas en vez de usar blancas, porque se dice que duran más visibles pero no se ha concluido cuál color es mejor.

El pintar las líneas de los cajones más cortas, de 4.2 a 4.5 metros, es una técnica que inconscientemente alienta al chofer a introducir su vehículo hasta el tope del cajón. El tope del cajón puede ser un tope de defensa o un tope de rueda. Topes de rueda recomendables se pueden ver en la figura 6.

- Métodos alternativos de señalamiento. Es muy importante mantener las marcas en buen estado ya que se deterioran rápido y pierden su efectividad. Además de pintar las marcas con pinturas se han desarrollado otros métodos y materiales con -- éxito. Ejemplos son el uso de cintas autoadheribles, islas bajas de concreto, etc.

## F. SEÑALAMIENTO

Todos los pasos de vehículos y peatones deben ser claramente marcados por legibles y bien trazados signos. Puede no ser necesario iluminar dichos signos si la iluminación del garaje es correcta. Los signos direccionales e informativos deben acoplarse al señalamiento en la calle.

Los signos direccionales deben estar colocados estratégicamente en puntos claves que orienten al chofer a la salida o a los cajones. Una vez que los choferes dejan el automóvil es imperativo que los accesos de peatones, escaleras y elevadores sean visibles desde cualquier punto del estacionamiento.

El diseño sin paredes es una ayuda natural a la orientación del peatón, poniendo calles adyacentes y vista a edificios.

En autoestacionamientos los cajones de estacionamiento, secciones y/o pisos son usualmente identificados por números y/o letras para facilitar el retorno a los vehículos aparcados.

- El uso del color. Señalamiento con color, generalmente en conjunción con números o letras, es usado por algunos estacionamientos para ayudar al chofer a encontrar su vehículo. Puede ser usado de muchas maneras incluyendo rayas de color alrededor de columnas, puertas y botones de elevadores coloreados, líneas en el piso del color o simplemente todo el lugar del color deseado.

- Signos de mensaje cambiante. Los signos eléctricamente iluminados se usan actualmente con frecuencia. Este tipo de señalamiento puede prevenir al chofer de una sección y/o estacionamiento lleno. Los signos que cambian su mensaje agilizan el funcionamiento del estacionamiento y previenen tráfico indeseables en las avenidas, decreciendo así el uso de operarios -

que detengan o faciliten el movimiento.

#### G. SEGURIDAD EN ESTACIONAMIENTOS

La seguridad de personas y del lugar es a veces un problema en los estacionamientos. Algunos han tenido que realizar renovaciones posteriores para prevenir emergencias.

- Seguridad activa y pasiva. Las técnicas de seguridad son clasificadas como activas y pasivas. La seguridad activa está definida como la técnica que requiere la responsabilidad humana como patrullas, guardias y métodos audiovisuales. Cualquier idea o técnica que no requiera de la responsabilidad humana como: bardeado, alumbrado, candados, etc. está definida como seguridad pasiva.

La seguridad empieza con medidas diseñadas en un lugar o estructura, por ejemplo: alumbrar las áreas remotas, lugares escondidos y entradas no controladas de peatones. Los estacionamientos en un lote generalmente presentan dichos problemas, pero se pueden eliminar usando bardas o entradas pequeñas para autos y peatones.

- Seguridad en escaleras y elevadores. Generalmente es aconsejable estar prevenido en contra de incendios o temblores, utilizando elevadores y/o escaleras especiales. El fuego no ha sido un problema muy significativo. El material combustible por metro cuadrado o área de piso en estructuras de estacionamientos es considerablemente menor al de estructuras para otros usos.

Una prueba a gran escala se realizó en un moderno estacionamiento de Pensilvania, E.U.A., el 15 de octubre de 1975. Esta prueba determinó el efecto del fuego en un edificio de estacionamiento hacia los vehículos estacionados.

La prueba se llevó a cabo usando automóviles estacionados a 60 centímetros del área de prueba. El auto incendiado -- contenía 38 litros de gasolina en el tanque. Se colocaron periódicos y revistas en los asientos del automóvil y los vidrios se encontraban medio abiertos. La temperatura estaba a 9° centígrados y el viento soplab a 10 kilómetros por hora.

Secuencia de la prueba.

- Cero minutos.- Se prenden los papeles. En pruebas similares se demostró que daba igual incendiar la cajuela o el motor.
- 5 minutos.- El vidrio trasero se rompe.
- 11 minutos.- Se rompen todos los vidrios.
- 17 minutos.- Se incendian las dos llantas traseras.
- 20 minutos.- El interior del automóvil es consumido por el fuego.
- 21 minutos.- La llanta trasera explota.
- 26 minutos.- Las llantas explotan.
- 31 minutos.- El tanque de gasolina se incendia. La gasolina se dispersa y consume. No afecta a los autos -- adyacentes, toda se consume debajo del auto.
- 37 minutos.- Los reflectores de plástico del auto adyacente se incendian y se consumen en cinco minutos, sin mayores consecuencias.
- 50 minutos.- Los restos del fuego se eliminan.



Esta prueba confirmó resultados de pruebas anteriores en Japón, Inglaterra y Suiza, demostrando que: (1) un automóvil tiene un bajo porcentaje de materiales y combustibles; (2) la mayoría de los combustibles se encuentran en el interior de los autos o en el tanque de gasolina, reduciendo el riesgo de dispersarla; (3) no se riega la gasolina a otros lugares de la carrocería; (4) el tubo de admisión de gasolina y el de carburador, dejan escapar la suficiente presión para que el tanque no explote; y (5) el concreto y las columnas no sufrieron daño alguno.

Actualmente es raro encontrar equipos antiincendio en los estacionamientos como tanques o tuberías. Se puede usar de de tectores de calor o tuberías de agua en el techo.

## CAPITULO IV

### SISTEMAS DE MOVIMIENTO ENTRE PISOS DE ESTACIONAMIENTO

#### 4.1 RAMPAS

Un número de diferentes sistemas de rampas puede ser usado para permitir a los vehículos atravesar aproximadamente 3 metros de elevación entre pisos. Algunos de estos sistemas proveen rampas separadas y exclusivas mientras que otros utilizan pisos de pendiente continua que cumplen las dos funciones: la de estacionar vehículos y la de mover autos entre pisos.

Las rampas pueden ser rectas, con curva o una combinación. Ningún sistema en sí es la mejor opción para todas las aplicaciones. El mejor debe hacerse de acuerdo al tamaño del lugar, sus dimensiones y la demanda de estacionamiento. Las rampas pueden ser diseñadas para un solo sentido o para dos. Sin embargo, rampas de un solo sentido no deben ser operadas para dos sentidos.

Algunos casos extraordinarios no requieren de rampas, gracias a la topografía del lugar, ventaja enorme ya que proporciona una mayor área de estacionamiento.

La conveniencia y el tiempo son importantes en el viaje de la rampa y deben ser consideradas en la comparación de los tipos de rampas. El tiempo actual de viaje en rampas varía muy poco en los diferentes tipos; sin embargo, ciertos diseños causan tráfico innecesario. Otros factores que influyen en el diseño son: accidentes, costos de construcción y habilidad de acomodar los autos.

## A. ANALISIS DE LOS MOVIMIENTOS EN LAS RAMPAS

Un sistema de rampa incluye cualquier porción de terreno usado para mover vehículos entre pisos. Muchas rampas requieren la circulación con curva. Es generalmente deseable, limitar el número de rotaciones completas a cinco o seis. Dependiendo del tipo de sistema de rampa, esto controlará el número de pisos de estacionamiento y limitará el número de espacios de estacionamiento que el chofer tendrá que pasar durante su viaje dentro del garaje.

Rampa "libre" y rampa "adyacente". Los sistemas de rampas pueden ser divididos en dos tipos, basados en la cantidad de interferencia entre el tráfico de la rampa y las operaciones de estacionarse y salir del cajón. Los sistemas de rampas libres proveen de movimientos entre pisos completamente separados de operaciones de entrar y salir del cajón. Los sistemas de rampas adyacentes son aquellos en donde parte o todo el pasillo es usado para mover vehículos entre pisos.

Los sistemas libres proveen el mejor movimiento con la menor pérdida de tiempo y, excepto por los diseños de rampa con pendiente pasillo, son preferidos por los diseñadores de autoestacionamientos. Sin embargo, resulta impráctico para estacionamientos pequeños.

La rampa adyacente requiere menor área por cajón debido a su doble uso, y consecuentemente puede ser usado en terrenos pequeños. Sin embargo, es más susceptible a demoras de tráfico y situaciones de accidentes.

Las velocidades de viaje para movimientos libres en los dos tipos de rampas no varía mucho. Las demoras en las rampas adyacentes por entradas y salidas del cajón son difíciles de medir, pero deben ser tomadas en cuenta durante el diseño. Las

demoras generalmente serán mayores en los pisos cerca de la calle, debido al tráfico más denso.

Rampa "concéntrica" y rampa "a lo largo". Los sistemas de rampas también pueden ser clasificados como concéntricos o a lo largo, dependiendo de las rutas de movimiento de vehículos moviéndose arriba y abajo, si cerca o muy cerca o separadas. Rampas de curvas helicoidales (espiral) son usualmente -- construídas concéntricamente para ahorrar espacio. Los sistemas de rampas rectas son diseñados concéntricos o a lo largo.

Los vehículos que viajan en rampas pueden moverse al sentido o en contra de las manecillas del reloj. En México, donde la circulación es por la derecha, se prefieren en contra de -- las manecillas del reloj, ya que proporcione mejor visibilidad.

Diseños de rampas paralelas y opuestas. Para vehículos -- que en un sistema de rampas rotan en la misma dirección, las -- rampas de ascenso y descenso deben tener la inclinación en direcciones opuestas, requiriendo que el piso de la rampa sea -- opuesto. Si las rampas de ascenso y descenso tienen la inclinación en la misma dirección, los pisos de las rampas son paralelos y los vehículos rotarán en direcciones opuestas.

Mientras que no se ha observado ninguna diferencia significativa en la funcionalidad operacional, es obvio que el tipo de rampa opuesto es más seguro, debido a que todos los vehículos viajan en la misma dirección. Sin embargo, las rampas paralelas son más baratas.

## B. TIPOS DE RAMPAS GEOMETRICAS

Por seguridad, conveniencia y eficiencia de operación, -- el camino seguido por la rampa en cualquier piso de estacionamiento debe ser corto, con el mínimo de vueltas y cruces de --

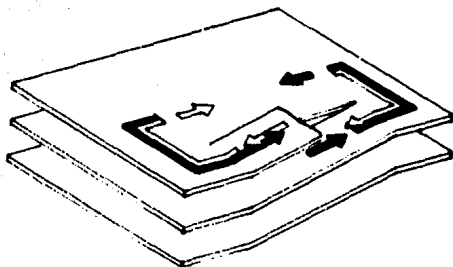


Fig. a Sistemas de rampas rectas con una sola rampa de doble sentido.

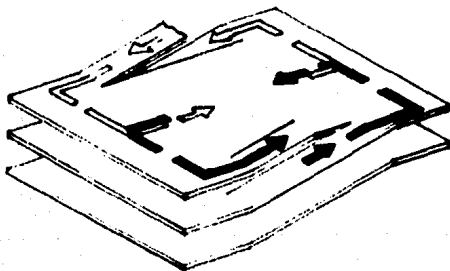


Fig. b Sistemas de rampas rectas con rampas libres en los dos lados de la estructura.

tráfico. Los arreglos dentro del estacionamiento deben ser consistentes, en orden de ser tan simples y comprensibles como - sean posibles.

El orden y el diseño de las rampas está influenciado por:  
 (1) La orientación del flujo de tráfico a los puntos de entrada y salida y a otras rampas, (2) el arreglo de las rampas con pasillos de acceso hacia los pisos, y (3) las dimensiones del lugar.

- Sistemas de rampas rectas. Los sistemas de rampas rectas generalmente deberán estar colocadas una arriba de la otra para economizar la construcción y uniformizar la circulación. Generalmente están formadas rectangularmente, utilizando la dimensión más larga de la estructura para satisfacer el criterio de inclinación de la rampa.

La figura C ilustra los sistemas más comunes de rampas - rectas con la rampa en el extremo. En el sistema (a) los vehí-culos siguen un camino elíptico, la mayor parte plano. El sistema (b) cuenta con un sistema paralelo de rampas rectas, dis-puestas en dos extremos de la estructura. Los movimientos de - curva para las rampas de ascenso y descenso se efectúan en di-ferentes áreas, mientras que el movimiento en el piso se efec-túa de doble circulación a lo largo del mismo pasillo.

La figura (c) muestra un sistema de tipo adyacente de -- rampas opuestas rectas. El viaje ascendente y descendente se - realiza en el mismo pasillo, eliminando los puntos de cruce de tráfico. La figura (d) ilustra muestra un sistema de rampas -- rectas opuestas sin cruces de tráfico. Las rampas en el piso - principal se encuentran en direcciones opuestas, haciéndolo el sistema más adecuado para edificios en donde la salida y la entrada no están en la misma calle. Se puede adaptar para salida y entrada en la misma calle pero requiere una vuelta de 180°; menor espacio de estacionamiento..

Los sistemas de rampas rectas son ventajosas en edificios relativamente estrechos. Requieren menor área que los sistemas de curvas helicoidales y son más simples de construir, particularmente en edificios existentes adaptados para estacionamiento. Sin embargo, las curvas aguadas son una desventaja y deben ser utilizadas en operaciones de entrada y salida.

- Sistemas de pisos escalonados o niveles cortados. El sistema de pisos escalonados, inventado por Fernand E. d' Humy, está construido en dos secciones con niveles de piso en una sección escalonados verticalmente por una mitad de piso de éstos en las secciones adyacentes. Las rampas rectas cortas, inclinadas en direcciones alternadas, están separadas por la distancia requerida para realizar una curva de 180° entre rampas y conectan los medios pisos.

Cualquier combinación de rampas rectas puede ser aplicada a sistemas de pisos escalonados. La dirección de la rotación del tráfico puede ser igual, siendo entonces los pasillos de un solo sentido, reduciendo conflictos. Las curvas se pueden sobreponer, requiriendo menor espacio para el sistema. La rotación puede diseñarse en dirección opuesta, simplificando el sistema y su construcción, ya que las rampas ascendentes y descendentes están en el mismo plano.

La división entre los pisos escalonados de la estructura, puede ser perpendicular o paralela a la calle. Los pisos escalonados se pueden sobreponer de 1.5 a 1.8 m. para incrementar la eficiencia del espacio y aprovechar los lugares angostos.

Las figuras (e), (f), (g) y (h) muestran varios tipos de sistemas de pisos escalonados.

Los sistemas de pisos escalonados deben aplicarse a sitios pequeños, de gran valor donde el máximo aprovechamiento -



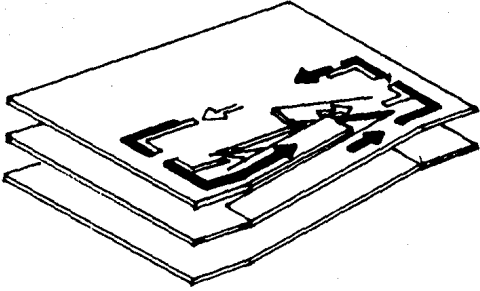


Fig. 6 Sistema de tipo adyacente de rampas opuestas rectas.

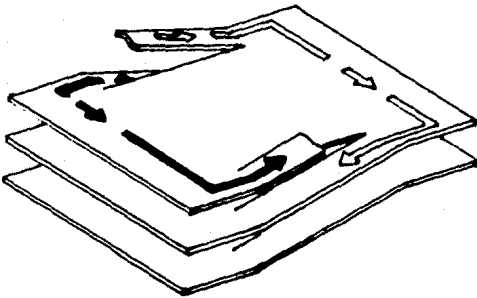


Fig. d Sistemas de rampas rectas opuestas.

es de vital importancia. La construcción es relativamente simple y el diseño es ideal para sitios rectangulares. El sistema es eficiente en términos de espacio disponible por cajón de estacionamiento pero, como todos los sistemas que emplean estacionamiento adyacente, pueden surgir conflictos entre vehículos circulantes y vehículos entrando y saliendo del cajón.

Una variación del sistema de pisos escalonados usa tres secciones separadas, con dos secciones de rampas en el mismo nivel y un medio piso encajonado con respecto al centro de la sección (ver figura h). Se requieren menor número de curvas y se reduce al tiempo de viaje. Sin embargo, los vehículos estacionados cerca de las rampas, deberán caminar un medio piso -- más cuando entren o salgan. La posibilidad de sentidos contrarios es muy frecuente también.

- Sistemas de pisos inclinados. El sistema de pisos inclinados, en la forma más simple, contiene dos módulos de estacionamiento adyacentes dispuestos en direcciones opuestas, con pasillos al final para que los vehículos den una vuelta de  $360^\circ$  al subir o bajar (figura i). Los pasillos y cruces pueden ser inclinados o a nivel.

La industria del estacionamiento indica que el sistema de pisos inclinados es muy usado par autoestacionamientos. El piso relativamente inclinado (generalmente entre el 3 ó el 5%) permite un estacionamiento y caminata confortable. Debido a -- que la circulación es adyacente a los cajones, el chofer puede estacionar su vehículo en el primer lugar disponible. Sin embargo, debido a su doble circulación, se pueden ocasionar problemas de tráfico durante horas cargadas.

La distancia recorrida es mayor que en otros sistemas de estacionamiento. Sin embargo, existe la oportunidad de viajar a velocidades mayores.

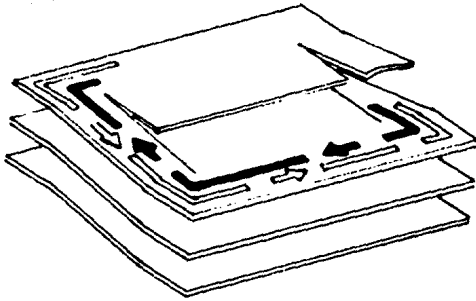


Fig. e Sistemas de pisos escalonados de doble sentido.

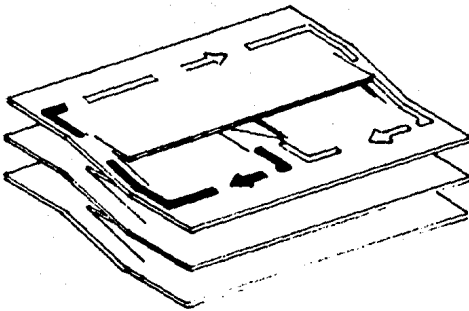


Fig. f Sistema Tandem de pisos escalonados.

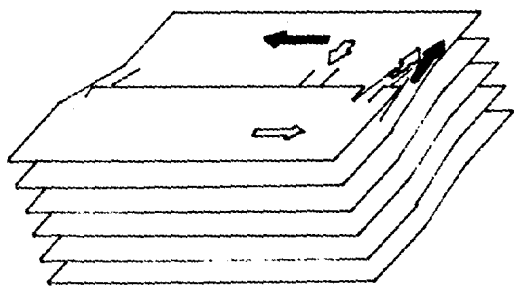


Fig. 9 Sistemas de pisos escalonados con rampas de un sentido.

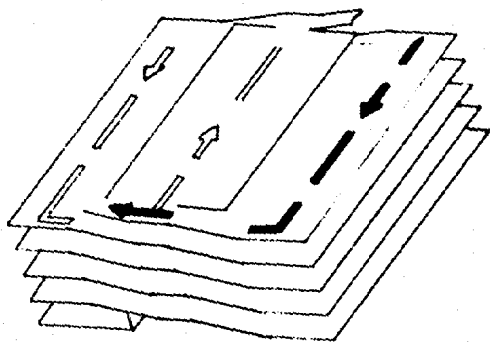


Fig. h Sistemas de pisos escalonados de tres niveles.

Para diseño de estructuras largas, es preferible tener solamente una parte del piso inclinado, con los pisos planos al final de los cruces. Las conexiones entre rampas a la mitad, permiten una sola circulación (figura j). Es posible diseñar la circulación en un solo sentido, usando cajones de estacionamiento en los pasillos de cada piso, utilizando dos unidades de pisos inclinados colocados al final de cada uno. En el centro, donde las dos unidades se juntan, el tráfico puede ser ascendente a descendente o viceversa. Esto permite flexibilidad para cajones inclinados o con ángulo, limitado solamente por el ancho y largo del lugar. (Figura k).

- Sistemas de rampas helicoidales. La rampa helicoidal puede ser una superficie simple que permite viajar a los vehículos en un camino helicoidal continuo entre pisos de estacionamiento. Cuando en una rampa helicoidal se manejan dos sentidos, el carril de afuera es para viajes ascendentes, debido a que tiene mayor radio de curvaturas y por lo tanto menor pendiente.

Los puntos de entrada y salida pueden estar localizados en el mismo lado o en el opuesto. En cualquier caso, los puntos de acceso de la rampa están localizados directamente arriba del otro en cada piso. Las rampas helicoidales deberán ser del tipo de camino libre. Dos ejemplos están ilustrados en las figuras l y m.

El sistema de doble rampa helicoidal usa como su nombre lo indica dos rampas helicoidales con inclinación opuesta (figura m). Una rampa puede ser usada para movimientos ascendentes, la otra para movimientos descendentes. Pueden estar separadas o construidas en el mismo espacio. Los movimientos ascendentes y descendentes se efectúan en la misma dirección de rotación. Es preferible utilizar circulación de rotación en dirección opuesta a las manecillas del reloj debido a el asiento

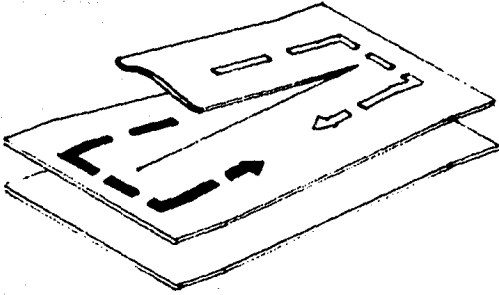


Fig. i Concepto básico de pisos inclinados.

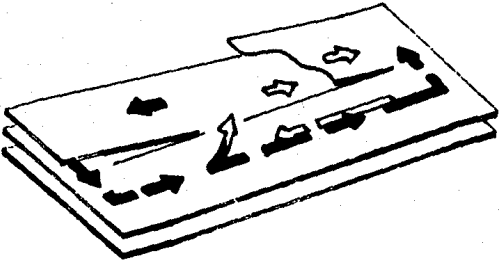


Fig. j Sistemas de pisos inclinados con cruce a la mitad.

de los vehículos en el lado izquierdo.

Los sistemas de doble rampa helicoidal en el mismo espacio, son preferidos para estructuras altas (de 2 niveles en adelante) debido a que el número de vueltas de  $360^\circ$  pueden ser reducidas utilizando dos sistemas de rampas.

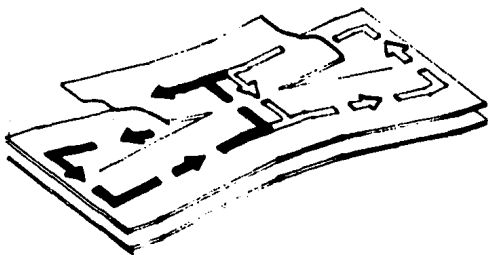


Fig. k Sistemas de pisos inclinados con doble cruce a la mitad (doblemente inclinados).

Tradicionalmente, las rampas curvas se dicen continuas cuando realizan una vuelta de  $360^\circ$  entre pisos de estacionamiento. Las rampas helicoidales no continuas que proveen rotación a  $180^\circ$  se llaman comúnmente semicirculares sin embargo, esta definición no es correcta, ya que la sección curvada es de forma helicoidal.

Las rampas helicoidales, generalmente están colocadas en las esquinas de las estructuras rectangulares para minimizar la pérdida de espacio de estacionamiento, o están colocadas en o áreas fuera de la estructura cuando se cuenta con terreno adicional. Las rampas helicoidales requieren más espacio que las rampas rectas, pero pueden mejorar la operación del tráfico.

co proporcionando vueltas graduales en vez de movimientos agudos requeridos al final de las rampas rectas.

- Rampas de salida rápida. Estructura de estacionamiento grandes con alto nivel de tráfico pueden servir mejor con una rampa exclusivamente de salida. Dichas rampas pueden ser rectas o helicoidales, diseñada siempre para un solo sentido (figura n). Mejoran la eficiencia de operación, reduciendo los conflictos de tráfico, pero pueden aumentar considerablemente el costo de construcción y el área desperdiciada de estacionamiento.

### C. ESTANDARES DE RAMPAS

Los parámetros de diseño de rampas han surgido gracias a la experiencia del uso de las mismas en diferentes estacionamientos.

- Grados de rampas. El grado de rampas (inclinación) se obtiene multiplicando la altura de piso a piso por cien y dividiendo entre el largo de la rampa. La diferencia de medidas entre las rampas inclinadas y las rampas a nivel es despreciable. Los grados en rampas helicoidales se miden con la distancia del carril exterior.

Los grados máximos para rampas son limitados principalmente por condiciones de seguridad y el efecto psicológico en los choferes, tomando como factores secundarios la potencia del motor de los automóviles y la habilidad de frenar de los mismos. Las rampas demasiado inclinadas pueden decrecer la velocidad del tráfico y provocar dificultades en piso mojado, requiriendo un excesivo cuidado de los choferes.

Para rampas de autoestacionamientos, los grados máximos de rampas no deberán exceder el 15%; sin embargo, para estacio



namientos con acomodadores el 20% es admitido. En estructuras de estacionamientos donde los peatones deben caminar por las rampas, no deben exceder el 10%.

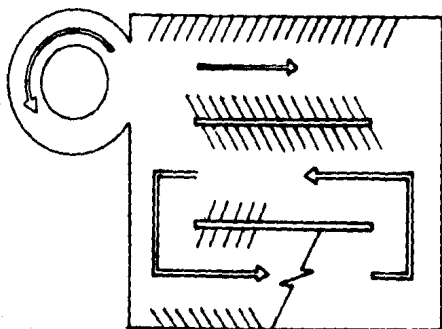


Fig.1 Sistema combinado de rampas helicoidales y rectas.

La figura 2 muestra el estudio realizado por la fundación de control de tráfico de Estados Unidos, donde gráficamente describe el porcentaje de inclinación de acuerdo a la altura entre piso y piso y el largo de la rampa.

La práctica muestra que el grado preferido en autoestacionamientos es del 4%, y en estacionamientos con acomodadores el 10%.

- Diseño del grado de transición de las rampas. Las dimensiones críticas de los vehículos, el confort del chofer y -

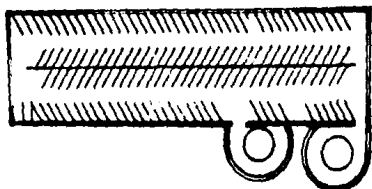


Fig. m Sistemas de rampas helicoidales, con rampa ascendente y rampa descendente.

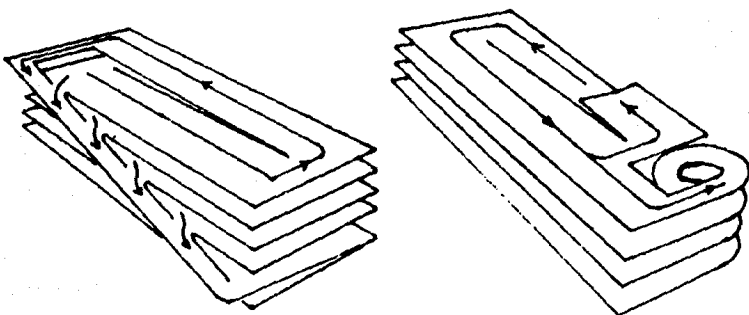


Fig. n Sistemas combinados de rampas rectas y rampas helicoidales.

las condiciones de seguridad influyen el diseño del final de las rampas donde encuentran pisos aplanados. El ángulo de entrada (afectando la defensa delantera del vehículo) y el de salida (afectando la defensa trasera del vehículo) son puntos críticos de las dimensiones de los vehículos. Estos ángulos se establecen de acuerdo a condiciones normales de carga, incluyendo pasajeros y gasolinas.

El ángulo de ruptura de la rampa se forma por el chasis del automóvil y la altura del piso y se define como la habilidad del vehículo para cruzar por encima de la cresta formada por dos superficies convergentes sin tocar el chasis. Los ángulos de entrada y salida son limitados por la defensa delantera y trasera y el piso. Se definen como la habilidad del vehículo para pasar por el punto crítico formado por diferentes grados sin rayar o tocar el pavimento. El ángulo de salida suele ser más crítico debido a que la distancia de la defensa trasera a la llanta del automóvil generalmente es mayor.

Los estándares de la Sociedad de Ingenieros Automotrices de E.U.A. estableció el límite del ángulo de ruptura a no menor de  $10^\circ$ ; el ángulo de salida no menor a  $10^\circ$ ; y el ángulo de llegada no menor a  $15^\circ$ . Los vehículos diseñados bajo estos estándares mínimos teóricamente son capaces de cruzar la rampa de grado 17.6 sin la necesidad de instalar un área de transición.

Sin embargo, la fuerza centrífuga que obliga a la suspensión comprimirse cuando curza un punto crítico, aún a bajas velocidades, puede causar que el vehículo toque el piso. Sin el grado de transición en la cresta de la rampa, la visibilidad del conductor puede limitarse momentáneamente.

Un método práctico para combinar los grados de transición, requiere el uso de un mínimo de inclinación de transi --

ción de 3.6 m. igual a un medio del grado de rampa. La figura 3 ilustra dicho método.

Los grados de rampa menores al 10% pueden ser combinados satisfactoriamente con una inclinación de transición menor a 3.6 m.

- Anchura y radio de rampas. Para rampas rectas de un solo sentido, la anchura, mínima aceptable es de 3.6 metros; y para rampas rectas de doble circulación, donde no hay una división intermedia, se recomienda un ancho mínimo de .67 metros. Donde se usa una barrera para dividir los carriles, cada carril deberá tener al menos 3.6 metros. Los carriles circulares de rampas generalmente deberán ser de 4.3 a 5.5 metros de ancho.

Los movimientos repetitivos dando vuelta de los vehículos que viajan entre los pisos de estacionamiento es una consideración primaria de diseño. El radio de curvatura de la rampa debe de conservarse mínimo para maximizar el espacio y reducir la distancia recorrida. Sin embargo, una rampa muy cerrada o inclinada puede provocar un malestar del conductor. Para minimizar dicho efecto, se recomienda diseñar las rampas con curvas cerradas separadas por tangentes cortas o secciones menos cerradas. Figura 4.

La distancia lateral requerida por un vehículo viajando en una rampa curva se determina por el punto más lejano del vehículo (generalmente la defensa delantera) cuando está dando vuelta en un radio mínimo. El borde interior debe ser un poco menor al radio de la llanta interior del vehículo- pero no muy menor, ya que los conductores intentarán entrar a la rampa con un radio muy agudo. La relación entre dichos radios depende de la posición relativa del vehículo que es determinada por el máximo radio de curvatura del auto, las dimensiones de las esquinas y la velocidad.

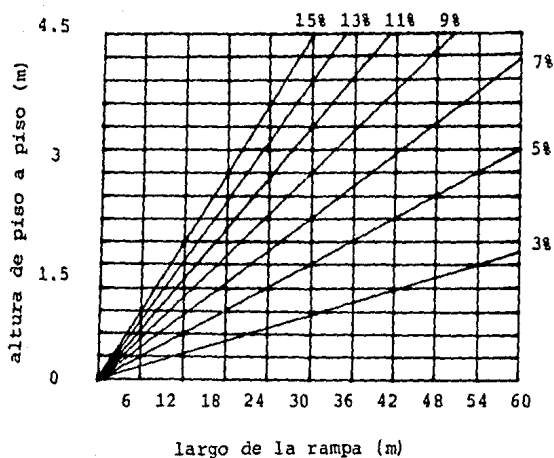


Fig. 2 Relación entre la altura del techo, el grado de rampa y el largo.

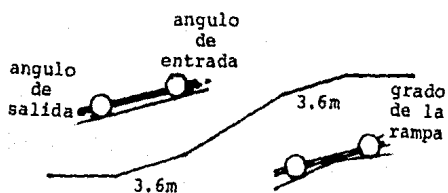


Fig. 3 Grados de rampas.

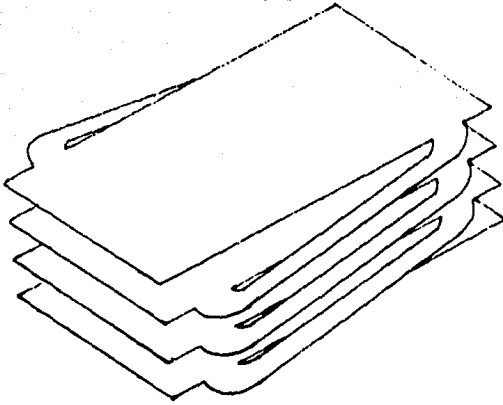


Fig.4 Sistemas de rampas curvadas con secciones tangentes.

El radio mínimo exterior para una rampa helicoidal de un solo carril es de 9.75 metros; sin embargo, un radio de 10.6 a 11.3 m. es aconsejable. Con un sistema helicoidal de rampas de doble carril, el carril exterior no debe ser tan ancho como el interior. El radio del carril exterior es menos restrictivo, - permite a los choferes dar vuelta en un ángulo mayor que requiere menor anchura efectiva (figura 5).

- Peralte en rampas curvas. Los vehículos que viajan en caminos con curvas son activados por una fuerza centrífuga proporcional al cuadrado de la velocidad e inversamente proporcional al radio de curvatura. Esta fuerza centrífuga debe ser balanceada por otras fuerzas desarrolladas por la fricción de las llantas, y el peralte en las rampas. No obstante la velocidad en los estacionamientos es baja, el radio de curvatura es mucho más pequeño que el de las calles o carreteras.

El peralte en rampas curvas no debe ser muy inclinado, - porque los choferes viajando a velocidad muy bajas pueden te-

ner problemas en mantener el auto lejos de la banqueta interior.

El peralte en las rampas de los estacionamientos debe de ser aproximadamente de 4 centímetros por metro de ancho de la rampa en el punto donde la curva sea más crítica.



Fig. 5 Dimensiones estándares de rampas helicoidales (metros)

#### 4.2 ESTACIONAMIENTOS MECANICOS

Los estacionamientos mecánicos son eficientes en espacio y tradicionalmente se han desarrollado para áreas de alto costo del terreno y espacio limitado. Muchos diseños han sido propuestos pero relativamente pocos han sido desarrollados para alcanzar los niveles de construcción y operación actuales. La aplicación de dichos estacionamientos ha sido limitada debido al alto costo de mantenimiento y la necesidad de mantener gente experta operando.

#### A. ESTACIONAMIENTOS MECANICOS ANTIGUOS

Los estacionamientos mecánicos antiguos utilizaban elevadores de carga. Sin embargo, ya que los elevadores sólo podían cargar un vehículo cada vez (a veces dos), los momentos pico de carga y descarga de autos provocaban períodos de espera muy largos. Además de fallas mecánicas constantes.

Elevadores múltiples se utilizan para superar el problema en los estacionamientos modernos. Sin embargo, los problemas de energía, el costo inicial tan elevado y la inhabilidad para controlar grandes flujos de vehículos siguen existiendo.

#### B. ESTACIONAMIENTOS MECANICOS MODERNOS

Controles electrónicos y elevadores rápidos han mejorado los estacionamientos mecánicos. Algunos elevadores han sido balanceados de tal manera que suben sin carga gracias al contrapeso y bajan (con la ayuda de frenos mecánicos) gracias al peso del vehículo, ahorrando así una suma importante de dinero en energía.

Existen otros tipos de elevadores muy modernos que pueden mover horizontalmente un vehículo, mejorando así la distribución de autos por cajón.

Un problema adicional es que el equipo mecánico tiende a desgastarse mucho antes que el estacionamiento se ha pagado -- por sí mismo. Los costos de mantenimiento han sido mucho mayores que en los estacionamientos que utilizan sistemas de rampas.



**CAPITULO V**

**CIRCULACION DE PEATONES**

## 5.2 PLANTEAMIENTO

La planeación y el diseño de los estacionamientos debe proveer una circulación de peatones atractiva dentro del estacionamiento y hacia el destino final. Se distinguen normalmente tres movimientos básicos que son:

1. Movimiento horizontal del vehículo estacionado a las escaleras, elevadores o puertas de salida- usualmente a lo largo del estacionamiento por los pasillos,
2. Movimiento vertical- por escaleras, rampas o elevadores, y
3. Las conexiones a la calle o edificios adyacentes- usualmente pasillos separados.

En la mayoría de los estacionamientos las regulaciones de los peatones son difíciles de implantar. Los peatones tienden a caminar la menor distancia, y tienen resistencia a caminar por los circuitos obviamente más largos para peatones.

### A. CONCEPTOS DE DISEÑO

Cuando es posible, es preferible separar los caminos de peatones de los caminos para vehículos. Sin embargo, dentro del estacionamiento es prácticamente imposible separar el movimiento horizontal de los peatones del tráfico de vehículos. Las rutas peatonales o banquetas especiales usualmente no reciben el uso suficiente para meritarse los gastos y, cuando se colocan, son generalmente discontinuos. Los dos conceptos de dise-

ño básicos son: 1) la coordinación de los peatones y vehículos y 2) su separación.

- Coordinación de vehículos y peatones. Los diseños de estacionamientos deben anticipar el movimiento de peatones por la menor distancia posible sobre el camino de vehículos. Se deben colocar puntos de acceso alrededor del perímetro de la estructura (figura 6). Estacionamientos con grandes áreas, o subterráneos, u otros tipos de estacionamientos, frecuentemente proveen puntos de acceso interiores (figura 7). Es recomendable tener todos los cajones de estacionamiento a una distancia no mayor a 30 metros del punto de acceso más próximo.

- Separación de vehículos y peatones. La separación física de los vehículos y los peatones puede ser esencialmente un lugar donde los flujos principales de vehículos y peatones se cruzan. Básicamente los peatones pueden ser separados por banquetas especiales, túneles o puentes.

La separación de vehículos y peatones incrementa el costo de construcción y la necesidad de espacio. Sin embargo, se tiene que proveer una ruta segura. Sistemas de peatones separados ofrecen la oportunidad de proveer conexiones directas a edificios adyacentes y/u otros caminos de peatones. En áreas de flujo intenso de peatones los sistemas separados con convenientes en seguridad, en reducir la distancia caminada y en confort.

## B. SERVICIO A LOS PEATONES

- Señalamiento de peatones. Un señalamiento adecuado para peatones es indispensable en el diseño de un estacionamiento. Puede mejorar la seguridad y la percepción del peatón, mientras que contribuye el flujo suave y rápido. El diseño del estacionamiento es en sí un sistema de información que si está

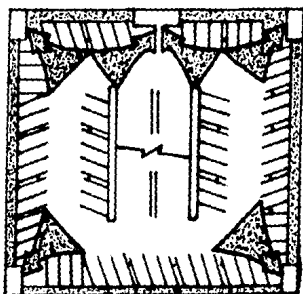


Fig. 6 Acceso de peatones en el perímetro del estacionamiento.

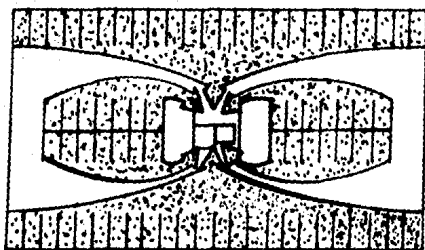


Fig. 7 Acceso de peatones en el centro del estacionamiento.

pobrementemente señalado necesita un incremento de gráficas y señales.

La información de peatones debe ser uniforme en localización, color, tamaño y estilo, y continuo entre los espacios de los cajones y las dos direcciones de movimientos de peatones. La orientación clara de los peatones es esencial. Se sugiere utilizar un solo tipo de letra, colocando los mensajes en los puntos de decisión.

Un estudio de aspectos de diseño visual en las terminales enfatiza estos puntos:

1. Los mensajes\* deben ser directos y simples, usando términos cortos y familiares.
2. El número de mensajes informativos independientes debe de conservarse al mínimo.
3. El mensaje debe ser consistentes en términos y unidades, sin requerir traducciones.
4. La continuidad y la consistencia en el diseño, y líneas claras de vista, deben de utilizarse en todo el sistema.

En desarrollos de usos múltiples el señalamiento de peatones de las áreas de estacionamiento debe de ser consistente con otros señalamientos del desarrollo.

Los caminos para peatones que llega al estacionamiento ofrecen tratamientos visuales interesantes y variados. Pueden ser acompañados del uso de diferentes texturas o colores en el material de pavimento. Los materiales en puertas, paredes y -

\* J. Fruin, "Environmental Factors in Passenger Terminal Design", American Society of Civil Engineers, 98 No. TEI (Feb-72); 89-101.

pisos deben ser resistentes a abusos, fáciles de limpiar y mantener.

### C. ANCHOS DE PASILLOS PARA PEATONES

Los anchos mínimos para flujos de peatones pequeños se encuentran generalmente en el rango de 1.2 a 1.5 metros, con la consideración principal de proporcionar suficiente espacio para que dos personas caminen juntas o crucen sin molestarse. Si el camino es obstruido lateralmente, el ancho efectivo decrece y se debe proporcionar un espacio de  $\frac{1}{2}$  metro más. Los caminos con ventanas o anuncios deberán de medir 1 metro más. La figura 8 ilustra diferentes situaciones para pasillos de peatones.

## 5.2 MOVIMIENTO DE PEATONES

### A. RAMPAS DE PEATONES

Las rampas para peatones son generalmente más aceptadas que las escaleras por personas con paquetes, carros de compra o carriolas. También pueden ser utilizadas por inválidos. Comparadas con las escaleras, las rampas poco inclinadas aparentemente requieren menor esfuerzo para viajar; sin embargo, la distancia caminada es mayor y necesitan un espacio mayor de estacionamiento.

Los gradientes para rampas de peatones no deben exceder el 15%, y de preferencia deberán ser del 10%. No deben exceder 36 metros de largo, medido horizontalmente. Donde se necesitan distancias mayores, es recomendable instalar espacios de 4 metros aproximadamente planos a la mitad del camino. Para reducir los requerimientos de espacio, las rampas pueden ser más compactas si construyen de forma helicoidal o se construyen --

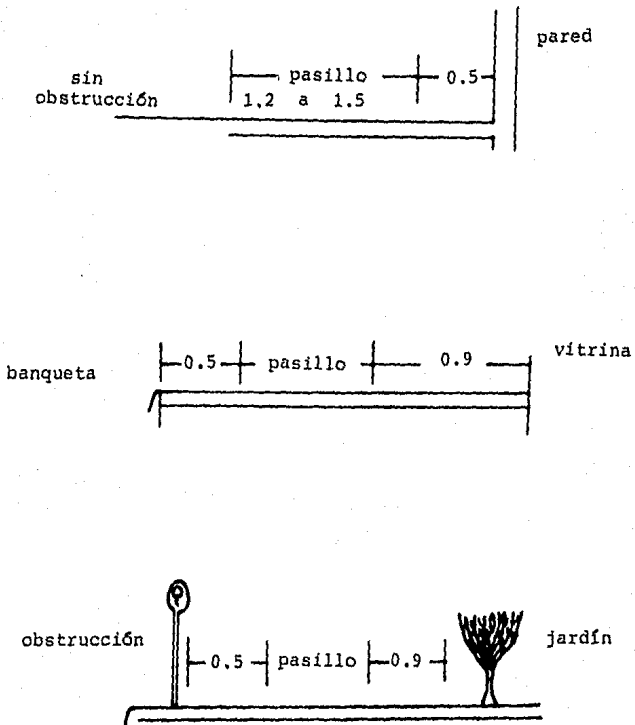


Fig. 8 Situaciones donde se ilustran los anchos efectivos.

rampas pequeñas con descansos intermedios que hacen la dirección reversible.

Ni el espacio ni la velocidad se afecta cuando se diseñan los dos tipos de rampas. Es importante acabar el piso con un recubrimiento o una textura antiderrapante.

#### B. ESCALERAS

Las escaleras se utilizan donde los radios exceden el 30%. Debido al espacio para caminar reducido y la energía necesaria para subir un escalón, las escaleras reducen la velocidad del flujo de peatones.

Estándares arquitectónicos para escaleras exteriores, recomiendan un peralte de 15 centímetros y una huella de 30 centímetros, que crean un grado del 50%. Las estructuras de estacionamiento interiores necesitan del 58 al 70% para conservar espacio. Dichos grados son convenientes para escaleras de poco uso o emergencia, donde existen elevadores como intercomunicación entre pisos. Las escaleras en estructuras mayores de dos pisos, son generalmente rechazadas por los peatones.

Para mejorar el aspecto psicológico de los peatones, es recomendable diseñar un lugar plano a cada 1.5 metros de elevación vertical, puede ser especialmente efectivo en reducir la apariencia de la inclinación de las escaleras.

#### C. ESCALERAS MECANICAS

Las escaleras mecánicas generalmente tienen una velocidad de 38 metros por minuto y su máximo ángulo de inclinación es de 30°. El ancho normal varía de 80 a 122 centímetros. A una velocidad de 27 metros por minuto, la escalera puede transportar 3,000 personas por hora si la escalera asciende y si --



desciende puede transportar 2,000 personas por hora.

Las escaleras mecánicas se usan en algunos estacionamientos, pero generalmente son consideradas imprácticas cuando se comparan con elevadores en base al costo, al uso eficiente del espacio y a la comodidad del peatón. Sin embargo, pueden ser apropiadas para lugares con volúmenes altos de peatones.

#### D. ELEVADORES

Los elevadores actuales ofrecen una automatización que no requiere de un operador. Los elevadores son más rápidos que rampas o escaleras, requieren un menor esfuerzo del peatón y son considerados más seguros. Sin embargo, necesitan una inversión inicial mayor y un alto costo de mantenimiento. Además, cuando el flujo de peatones es alto, se incrementa el tiempo de espera.

Los elevadores deben ser instalados en estructuras de más de tres pisos y de preferencia dos elevadores. Se deben colocar donde el flujo de peatones es máximo.

La figura 9 muestra las torres típicas de elevadores hidráulicos y eléctricos. Los elevadores hidráulicos alcanzan una altura máxima generalmente de 15 metros, que es equivalente a 5 pisos. Generalmente tienen una velocidad de 30 metros por minuto y son considerados lentos en comparación a elevadores eléctricos que tienen una velocidad de 100 metros por minuto.

El tiempo en el elevador es una pequeña parte del tiempo total del peatón a su destino. Por esta razón, los elevadores muy rápidos no son indispensables en los estacionamientos de menos de 5 pisos.

Los elementos de diseño de los elevadores están bien estandarizados y varían entre distintas marcas. El número y tamaño de los elevadores a instalar y se basa en las horas pico y el tiempo de espera deseado. Un minuto es el tiempo normal de espera.

En el diseño de sistemas de elevadores de un edificio en particular, la obtención del tiempo de viaje se debe de hacer para cada combinación de alturas de pisos y el número de pasajeros y con la consideración de los pisos superiores.

Como una regla general, dos elevadores son adecuados para estacionamientos con más de 6000 espacios, con otros elevador para cada 600 espacios más. El peso que soporta un elevador de estacionamiento generalmente es de 1,100 kilogramos.

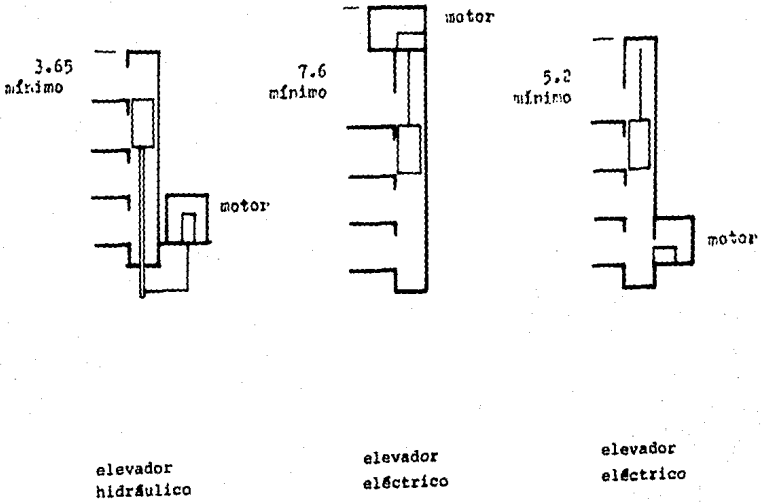


Fig. 9 Tipos de elevadores.

## CAPITULO VI

### OPERACION DEL ESTACIONAMIENTO

El acceso de un estacionamiento depende de los procedimientos de operación como también del diseño funcional. Los métodos de operación incluyen grandes variables, así como el control, el mantenimiento y la administración.

Las operaciones varían en procedimientos usados para manejar los vehículos y cobrar los ingresos. La manera de manejar los autos determina la utilización del espacio y las medidas de control de tráfico. El cobro de réditos difiere en términos de cómo y dónde se cobran las tarifas (si existen).

Sin tomar en cuenta si el estacionamiento es considerado como servicio público o una empresa, su operación debe ser pensada en el usuario; seguridad, conveniencia, limpieza y mantenimiento.

### 6.1 MANEJO DE VEHICULOS

Normalmente, los costos de operación son mayores en los casos de choferes estacionadores. Los choferes con experiencia pueden estacionar de un 10 a un 25% más automóviles en un lugar determinado comparado a un autoestacionamiento. El estacionamiento con acomodadores también reduce el tamaño del cajón y el ancho de pasillos.

Los estacionamientos con acomodadores pueden ser justificados en lugares especiales cuando la capacidad adicional de estacionamiento puede producir un ingreso extra y justificar

el costo de mano de obra. Puede ser también justificado en operaciones donde un servicio conveniente se requiere, por ejemplo; hoteles, restaurantes, etc.

Los diseños de autoestacionamiento deben proveer características especiales para el conductor que puede no estar familiarizado con el estacionamiento. Esto requiere de pasillos, cajones, accesos, etc., más generosos que en los estacionamientos de acomodadores.

#### A) OPERACIONES DE ESTACIONAMIENTOS CON ACOMODADORES

Los problemas de entrada al estacionamiento pueden ser críticos en los lugares de acomodadores, ya que el cambio de conductores es necesario. Durante los períodos críticos, con gestiones de tráfico y demoras, puede resultar si el espacio es inadecuado y/o si no hay suficientes acomodadores. El espacio de entrada absorbe los movimientos críticos cuando los vehículos llegan o salen en un porcentaje mayor al que los acomodadores pueden atender. Desde un punto de vista operacional, esta es el área más importante en un estacionamiento de acomodadores.

El número de acomodadores, el tiempo necesario para mover los vehículos al cajón y el tamaño de la entrada están muy relacionados. La proporción de acomodadores varía directamente con la capacidad de almacenaje e inversamente con el tiempo para estacionar el vehículo. Más explícitamente, la proporción de almacenamiento por hora es igual al número de acomodadores por 60 dividido entre el tiempo que tarda un acomodador en hacer un viaje completo (manejar el vehículo al cajón y regresarlo).

En promedio, la proporción de almacenamiento debe ser -

igual o mayor a la proporción de llegada o salida de vehículos en horas pico. El espacio de entrada absorbe los excesos de llegadas o salidas.

- Procedimientos de manejo de vehículos. Se deben establecer procedimientos detallados para el manejo de autos, basados en la experiencia, en el diseño físico del lugar y en las características de la clientela. Los autos deben ser llevados al interior del estacionamiento de una manera ordenada para que los acomodadores muevan el próximo auto en la fila. Se recomienda vaciar un carril a la vez, en rotación. Esto permite el máximo uso del espacio de entrada y da a los clientes el tiempo necesario para subir y bajar del automóvil.

Varias reglas generales del derecho de paso dentro del estacionamiento deben ser establecidas para ayudar a prevenir accidentes y exceso de velocidad.

- Orden en el llenado de cajones de estacionamiento. - En cualquier momento la actividad de estacionamiento debe ser distribuida en el garaje para reducir la interferencia entre vehículos. La colocación de los autos puede dejarse a la elección del acomodador o controlada por un atendiente. Los autos que se estacionarán durante largos períodos de tiempo, deberán ser colocados en los cajones más lejanos, o en cajones adyacentes a las rampas. Esto deja los mejores cajones a los vehículos de corta estancia.

- Remuneración de acomodadores. En México y otros países, existen dos tipos de acomodadores; los encargados del estacionamiento y los ayudantes. El encargado de turno administra la caja y el boletaje, además de controlar la salida y entrada de automóviles. Generalmente la empresa contrata a un encargado y a un ayudante, solamente. Los ayudantes, exceptuando al contratado por la empresa, viven de propinas y

servicios extras como: lavar automóviles, pulido y en algunos casos la reparación de los mismos.

#### B) OPERACION DE AUTOESTACIONAMIENTOS

La operación de autoestacionamientos debe proporcionar una información adicional a los choferes. Los problemas son el tráfico de vehículos y peatones.

- Entradas del autoestacionamiento. Dependiendo en si una tarifa es cobrada, puede ser necesario el alto momentáneo en la entrada de los cajones. Sin embargo, la mayoría de los autoestacionamientos cargan una tarifa utilizando boletos con el tiempo impreso, típicamente entregados por una máquina boletera. Esto requiere que los conductores paren sus vehículos para recoger el boleto de la máquina.

Para asegurarse que los conductores paren su vehículo - cerca de la máquina o caseta, el camino de entrada deber ser canalizado con el uso de curvas, conos u otros medios de desviación. Se usan puertas para asegurar que los conductores - tomen su boleto. La máquina o caseta boletera deberá estar a una distancia conveniente de la calle para poder absorber momentos críticos. La entrada de los vehículos puede agilizarse si hay una persona entregando los boletos.

Los signos y las marcas son una parte esencial de la -- operación de entrada. Es muy importante tener un letrero muy visible y grande a la entrada del garaje. Debe especificarse también la altura máxima admisible, las tarifas, las horas de operación y el estado del estacionamiento (lleno/con cupo).

- Circulación del tráfico. La preocupación operacional por el movimiento del tráfico en un autoestacionamiento envuelve la guía del conductor para localizar un cajón vacío. Por



conveniencia y seguridad, los cajones deben ser encontrados -- por el conductor lo más rápido posible con el mínimo viaje. En estacionamientos de centros comerciales grandes, los conductores buscarán el lugar más cercano a su destino externo, requiriendo orientación o señalamiento especial.

Los problemas de circulación en un autoestacionamiento se ejemplifican en un estudio realizado al estacionamiento -- del Aeropuerto de la Ciudad de México, que es esencialmente -- cuatro estructuras de piso inclinado encontradas final con final con un cruce al centro. El diseño permite la circulación continua del tráfico en un solo sentido, con la mitad de las rampas inclinadas para ascender y la otra mitad para descender, con un cruce que una las cuatro estructuras. El diseño es similar a dos estructuras ilustradas en la figura K.

Durante las horas pico, el estacionamiento demostró dificultades en conseguir que los conductores manejarán más de tres vueltas de 180° ascendentes antes de cruzar a la rampa -- descendente para encontrar cajones disponibles. Los pisos inferiores se llenaron en los cuatro lados de la estructura, -- causando que algunos conductores llegaran a la salida sin -- haber encontrado un lugar disponible. También ocurrió que -- los conductores se paraban en la rampa a esperar que vehículos saliendo dejarán el espacio disponible. Como una solución momentánea, se dispusieron en los cruces (donde las rampas -- ascendentes y descendentes se encuentran) barreras y puentes para dirigir el tráfico a rampas superiores donde había cajones disponibles.

Se puede considerar el cambio en este particular estacionamiento del señalamiento, posiblemente con luces eléctricas, para atraer la atención del conductor y conducirlo a los niveles superiores.

- Salidas de autoestacionamiento. Cuando se carga una cuota por estacionarse, comúnmente se cobra a la salida. Durante los períodos críticos, se pueden ocasionar demoras mientras los autos delanteros pagan su cuota. Durante estos tiempos, un ayudante puede ser colocado para pasar los boletos al boleterero y al conductor. Además puede calcular la cantidad a manera que el conductor cuando llegue a la caja tenga el dinero necesario.

En autoestacionamientos grandes, los peatones a veces tienen dificultades para encontrar sus vehículos. Algunas soluciones se han encontrado que incluyen (1) pintar las columnas de cada nivel de diferente color, a veces también coloreando los botones del elevador, (2) marcando las columnas o paredes de los niveles con grandes números, y (3) colocando signos que recuerden al peatón anotar su número de nivel.

## 6.2 CONTROL Y RECOLECCION DE LAS TARIFAS

El control y la recolección de las tarifas requiere un sistema diseñado para recordar todos los vehículos que entran y salen, los boletos entregados, y la cantidad de dinero que debe tener el encargado. La información recopilada puede ser una manera de controlar las pérdidas que pueden ocurrir por muy variadas razones.

### A) METODOS PARA COBRAR

Se usan tres tipos de métodos para cobrar las tarifas - entrada libre y caja a la salida, entrada libre y caja antes de salir, o entrada con caja y salida con caja.

- Caja a la salida. La entrada libre y la caja a la salida es el método más usado por autoestacionamientos. Se -

usa junto con un boletero automático localizado en la entrada.

Mientras que la caja a la salida reduce los requerimientos de espacio para las entradas y los embotellamientos en la calle de acceso, requiere de un espacio destinado a la espera de la caja.

- Caja antes de salir. La entrada libre con la caja y la obligación de pagar antes de salir, requiere que los peatones acudan a la caja para pagar la cuota. Este sistema es -- utilizado generalmente cuando el acceso peatonal sigue un -- solo camino.

Como los estacionamientos de caja a la salida, se necesita un boletero a la entrada. Para asegurarse que los conductores hayan pagado su cuota, es necesario presentar un recibo de pagado a la salida, causando una parada momentánea. Sin embargo, puede agilizar la salida.

- Caja en la entrada. La caja en la entrada permite y obliga el cobro de una tarifa previamente establecida. Se -- utiliza con éxito en grandes estacionamientos, como lugares -- de recreo o de deportes que atraerán gran número de vehículos saliendo simultáneamente cuando el evento termine. También -- es comúnmente utilizado cuando la entrega de boletos se hace en la tarde y nadie atiende en la noche y es el sistema más -- práctico para cobrar pensiones o largas horas de estacionamiento.

Una gran desventaja es la necesidad de espacio a la entrada para recibir volúmenes de autos en horas pico.

## B) BOLETOS

Los boletos justifican su existencia otorgando a los -- clientes un recibo por su automóvil, indicando el tiempo de -- llegada y la identificación para recoger el automóvil. El ta -- maño, color y contenido varían.

- Boletos para el cliente. La proción de un boleto -- múltiple o sencillo que se le da al cliente tiene varios propósitos. Identifica el estacionamiento con el nombre y la di -- rección y de preferencia debe contener las horas de operación, las tarifas, las obligaciones del estacionamiento, el período de tiempo que ampara el boleto, las responsabilidades, marca y modelo del vehículo, número de placas, hora de entrada y el número de boleto. En muy raras ocasiones especifica el número de cajón ocupado por el vehículo.

El tiempo marcado en el boleto es usado como referencia para el cliente y como la base de calcular los cargos en la -- caja del estacionamiento. El número de serie que aparece en el boleto es de gran importancia para el operador del garaje, porque permite contabilizar el número de autos y la tarifa -- que cobró cada uno. La mayoría de los autoestacionamientos -- sólo utilizan un boleto. Sin embargo, los estacionamientos -- con acomodadores utilizan un talón por boleto, y en ocasiones más.

- Procedimiento ideal para el boletaje de estacionamien -- tos con acomodadores. Cuando el cliente llega al estaciona -- miento, se le da un boleto con el tiempo impreso. Una segun -- da parte del boleto se deja en el vehículo. Dicha parte pue -- de sólo contener el número de boleto, con los números impresos en un color llamativo y de tamaño suficiente para leerse a -- una distancia de 4 metros.

Una tercera parte del boleto es retenida por el cajero. De preferencia se debe anotar el sitio donde se estacionó el auto. Cuando el cliente solicita el automóvil, esta parte se coloca en el dispositivo predispuesto para que los acomodadores traigan el vehículo. Debe contener también el número de boletos y espacio suficiente para anotar el número de cajón.

Cuando el propietario del vehículo desea recoger el auto, entrega el boleto al cajero, que luego de checar el tiempo transcurrido y haber cobrado la tarifa, pide a algún acomodador el automóvil y finalmente junta las tres partes y las archiva.

Algunos estacionamientos utilizan una cuarta parte, que se le dará al cliente después de haber pagado la tarifa como un recibo temporal para identificar cuando su vehículo halla sido traído. Si el vehículo no aparece pronto, el comprobante también puede servir como un número de identificación para recheckar en caso de robo.

### C) AUDITORIAS PERIODICAS

El uso de un reloj marcador es indispensable para ejercer las auditorías en un estacionamiento. Si se tienen entradas y salidas múltiples, se debe contar con un reloj general que uniformice el tiempo. Los relojes deben estar protegidos en contra de abusos, con una llave especial que no posea el cajero.

Auditorías en boletos. No es práctico el hecho de revisar cada boleto; sin embargo, se deben efectuar chequeos periódicos. Un método muy usado es el de revisar todas las transacciones del día, escogiendo al azar. La frecuencia de dicho método deberá ser establecida por el administrador.

Durante un período de auditoría, cada boleto se debe --  
chechar, revisando el cargo que se hizo de acuerdo al tiempo -  
transcurrido. El total de los ingresos se puede checar con -  
el total de los ingresos de otro día similar.

Para asegurar una auditoría correcta, se deben efectuar  
inspecciones de días al azar. La secuencia de los números de  
los boletos usados y los boletos guardados también se debe --  
chechar. El cobro exagerado de tarifas se puede prevenir con  
el uso de un dispositivo que marque la cantidad cobrada, así  
como la tarifa por unidad de tiempo a la vista del conductor.

- Boleto extraviados. Cuando un cliente pierde su bo-  
leto, es imposible determinar los cargos exactos que se deben  
hacer, (sólo si el estacionamiento no utiliza talonarios múl-  
tiples), generalmente se acepta la palabra del cliente o se -  
carga una tarifa previamente establecida para boletos perdi-  
dos.

En tales casos, el cajero deberá utilizar un boleto en  
blanco marcado " reposición de boleto perdido " y registrarlo  
de la misma manera que un boleto normal. Se solicitará una -  
identificación del cliente, anotando sus datos personales y -  
la firma de vehículo entregado, para evitar problemas conse-  
cuentes.

- Cancelación de boletos. Todos los boletos del esta-  
cionamiento deberán estar sujetos a la auditoría, y ninguno -  
debe ser destruido. El administrador o encargado del lugar -  
debe ser el único autorizado para cancelar un boleto y compro-  
barlo con su firma. Los números deberán anotarse en un lugar  
especial del reporte diario.

#### D) AUTOMATIZACION

Los controles mecánicos de estacionamientos, son utilizados últimamente con éxito en estacionamientos con gran volumen de autos pensionados, garajes especiales de oficinas o -- alguna combinación de los dos.

En autoestacionamientos la utilización de una tarjeta - con señales magnéticas pregrabadas puede abrir la puerta de - entrada al introducirse en un recibidor colocado en o junto - al lugar del boleterero automático y a la salida sólo bastará - enseñar la tarjeta para comprobar el pago anticipado al cajero o utilizar otro recibidor que abra la puerta en el caso de un estacionamiento totalmente automático.

En estacionamientos de acomodadores, el uso de calcomanías adheridas al parabrisas permitirá la entrada sin cargo - al estacionamiento.

La automatización en establecimientos favorece a la operación del lugar. Si se cobrará una tarifa por el derecho de uso, el uso de calcomanías o tarjetas mensuales puede asegurar el cobro del uso. También se puede utilizar para estacionamientos sin costo para funcionarios de un edificio, donde la entrada de otros vehículos no es permitida.

#### D) MANTENIMIENTO

##### A. Mantenimiento de rutina.

La cantidad de mantenimiento necesaria depende de la - edad del estacionamiento, el equipo instalado, el uso del garaje y las condiciones generales. Un mantenimiento preventivo puede repercutir en costos elevados a lo largo del tiempo.

El mantenimiento de rutina generalmente es llevado a -- cabo por el personal del estacionamiento como parte de sus la**bores**. Sin embargo, en lugares grandes puede haber suficiente trabajo para contratar personal de tiempo completo para el mantenimiento.

La basura y el polvo se acumulan diariamente sin poder evitarlo. Es necesario barrer semanalmente y en ocasiones -- diariamente para prevenir grandes acumulaciones de basura. - De ser posible, es conveniente lavar el lugar periódicamente para eliminar las manchas de grasa y aceite arrojadas por los vehículos que pueden causar accidentes debido a derrapes.

Si las paredes y los techos tienen pintura, es conveniente repintar cuando ya empieza a deteriorarse. Las lámparas y los señalamientos también requieren mantenimiento y deben ser diseñados para su mantenimiento periódico.

#### B. Protección en columnas.

Las columnas generalmente están colocadas cerca de los cajones de estacionamiento, donde ocasionalmente son maltrata**das** por las defensas de los vehículos. Las columnas y las -- partes de construcción, deben ser protegidas hasta una altura de 75 centímetros desde el piso con el uso de defensas de concreto, hules protectores o placas de acero. Las protecciones deberán resistir impactos de 500 Kg. por metro a 60 centíme--tros del piso.



**CAPITULO VII**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES**

Nos preguntamos si los estacionamientos que conocemos - serán fenómenos pasajeros, si habrá la necesidad continua de estacionarse en el futuro y porqué el concepto actual de la - planeación urbana es tratar de eliminar los vehículos de los desarrollos. Durante los últimos años, varias versiones de - transportación masiva han sido descubiertos, el metro, el -- camión de tránsito rápido, etc. Sin embargo, debido a consi- deraciones económicas, algunos esquemas y alternativas no -- siempre son factibles a la ejecución.

Aunque se propongan varias alternativas y en ocasiones se implanten, nunca será el auto vencido en el futuro, ningún otro medio de transporte provee la libertad y facilidad de mo- vimiento que el vehículo brinda al individuo. Es por esta -- razón que asumimos que el auto permanecerá en el futuro. El automóvil podrá ser eventualmente prohibido en ciertas partes del centro de los distritos, pero probablemente continúe como el medio más popular de transportación individual.

De la hipótesis antes mencionada concluimos pues, que - el estacionamiento como lo conocemos hoy, o algún desarrollo razonable de algo similar, existirá en el futuro.

El Area Metropolitana no puede prescindir de las necesi- dad de estacionamiento. Las principales calles, avenidas y - paseos, de las zonas críticas de la ciudad no pueden permitir el estacionamiento lateral de vehículos, deben cumplir su fun- ción de transportarlos. Es imperativa la creación de lotes - de estacionamiento, estructuras o subterráneos que satisfagan las necesidades de cajones de estacionamiento. Sin embargo,

el diseño y la planeación eficiente debe ser un requisito para lograr el movimiento de tráfico, la capacidad de almacenamiento, satisfacer los requerimientos, etc., sin lograr el -- aprovechamiento máximo de los estacionamientos.

#### RECOMENDACIONES GENERALES

No existen ningunas normas ni fórmulas que den siempre un diseño de capacidad máxima para un estacionamiento. No obstante, la experiencia ha demostrado que existen ciertas reglas básicas que dan resultados óptimos de capacidad y a -- continuación se exponen.

1. El proyectista deberá determinar la localización de las entradas y salidas del estacionamiento, de acuerdo con -- las normas en vigor, al momento de comenzar el anteproyecto del mismo.

2. Las áreas de estacionamiento más eficientes son las de forma rectangular.

3. No conviene utilizar terrenos con formas irregulares tales como: triangular, curva, etc.

4. Los pasillos de circulación deberán estar alineada-- mente paralelos a los lados mayores del área de estacionamien-- to, donde sea posible.

5. Los pasillos de circulación, en las áreas de forma -- irregular, deberán proyectarse paralelos a los lados mayores de la superficie.

6. Los pasillos de circulación deberán ser útiles para dos baterías de cajones de estacionamiento.

7. En el perímetro del área de estacionamiento deberán proyectarse cajones en batería.

8. El movimiento y control vehicular interior deberá ser analizado cuidadosamente para lograr el mayor grado de seguridad y eficiencia.

9. El alumbrado deberá proyectarse después de haber obtenido el diseño óptimo de la capacidad.

10. Se aconseja considerar diversas alternativas de anteproyecto del estacionamiento y escoger entre éstas la que proporcione las mayores ventajas.

## BIBLIOGRAFIA

- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A. C.  
Boletín Informativo Número 198, México, D. F., 1982,  
P. 10-15
- Normas de Proyectos Para Estacionamientos  
Departamento del Distrito Federal  
México, D. F., Junio de 1974
- Wilbur Smith and Associates, " Transportation and Parking -  
for Tomorrow Cities ", New Heaven, Connecticut, 1979  
P. 29-43, 229, 235, 285-295
- E. R. Drucker, B.I.E.T. A.S.P.O., " Parking in Urban Cen-  
ters ", Accredited Mortgage and Investment Corporation, AMI  
Co. Publishing Divisions, 1978, First Edition.  
P. 1-50, 55-70
- John Brierley, " Parking of Motor Vehicles ",  
M.I.C.E., M.I.MUNB., M.T.I.P., F.G.S.  
C.R. Books Limites, Lenox House, London, 1976  
P. 1-19, 49-99, 133-141, 174-196
- Robert A. Weant, Staf Engineer, " Parking Garaje Planning  
and Operation ", ENO Foundation for Transportation, inc.,  
Westport, Connecticut, 1978  
P. 7-8, 11, 38, 69-145
- Eduard M. Whitlok P., " Parking for Institutions and --  
Especial Events ", ENE Foundation for Transportation, inc.,  
Westport, Conecticut, 1979  
P. 1-5, 41-50
- Diario Oficial, Departamento del Distrito Federal,  
Lunes 23 de Junio de 1980, Primera Edición  
P. 23, 24 y 25

- Richard L. Francis, John A. White, " Facility Layout and Location-An Analytical Approach ", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1974  
P. 166-186
  
- Wilbur Smiyh and Associates, " Parking in the City Center", New Heaven, Conecticut, 1965  
P. 1-8, 57-98, 112-125
  
- Estadísticas de la Dirección General de Estacionamientos del Departamento del Distrito Federal México, D. F.