

*J. S. C.*



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**"APUNTES SOBRE CARRETERAS"  
PARA LA ASIGNATURA DE SISTEMAS DE TRANSPORTE**

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO CIVIL**  
P R E S E N T A :  
**JOSE FRANCISCO GAZGA CLAVEL**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.



FACULTAD DE INGENIERIA  
EXAMENES PROFESIONALES  
60-1-481

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Al Pasante señor JOSE FRANCISCO GAZGA CLAVEL,  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Gustavo Argil Carriles, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"APUNTES SOBRE CARRETERAS"  
para la asignatura de Sistemas de  
Transporte

- I) Introducción
- II) Planeación
- III) Proyecto y trazo
- IV) Drenaje
- V) Señalamiento
- VI) Consideraciones generales

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, a 13 de diciembre de 1977  
EL DIRECTOR

ING. ENRIQUE DEL VALLE CALDERON

*b.d.*

EVC/GSA/ser

## I N D I C E

	Pag.
1. <u>Introducción</u>	1
1.2 Breve Reseña Histórica	14
1.3 Primeras Etapas de la Red Nacional	16
1.4 La Comisión Nacional de Caminos	16
1.5 Ley de Caminos y Puentes	17
1.6 Construcción de Caminos Secundarios	18
1.7 Construcción de Caminos Alimentadores	21
1.8 Nace la Asociación Mexicana de Caminos	22
1.9 El Comité Nacional de Caminos Vecinales	22
1.10 Construcción de Carreteras de Cuota	23
2. <u>Planeación</u>	32
2.1 Planes Estatales de Carreteras	35
2.1.1 Criterio Político-Administrativo	36
2.1.2 Criterio Económico	36
2.1.3 Criterio de Desarrollo Urbano y de Ordenación del Territorio	42
2.2 Esquema Director de Carreteras	43
2.2.1 Estructuración del Espacio Geográfico	45
2.2.2 Jerarquía Urbana	47

	Pag.	
2.2.3	Análisis del Tránsito por Carretera	48
2.3	Modernización de la Red Carretera	49
2.4	Criterio de Evaluación de Proyecto	60
2.4.1	Proyecto en Zonas Desarrolladas	61
2.4.2	Proyecto de Penetración Económica	66
2.4.3	Proyecto de Función Social	73
3.	<u>Proyecto</u>	79
3.1	El Usuario	79
3.2	El Vehículo	85
3.3	Elementos de una Carretera	117
3.4	Servicios y Accesos	124
3.4.1	Paisaje	131
3.4.2	Capacidad	136
3.6	Diferentes Etapas del Proyecto de una Carretera	156
3.7	Ante Proyecto	165
3.8	Proyecto	168
3.8.1	Curva Masa	172
3.9	Proceso de Construcción	179
3.10	Pavimentación	187
3.10.1	Estudios del Proyecto del Pavimento	190
3.11	Tipos de Pavimentos	192

	Pag.	
3.12	Sub-Base	197
4.	<u>Drenaje</u>	206
4.1	Drenaje Superficial	211
4.1.2	Guarniciones	217
4.1.3	Contra-Cunetas	219
4.2	Drenaje Superficial Transversal	220
4.2.1	Alcantarillas	221
4.3	Area Hidráulica Necesaria	225
5.	<u>Señalamiento</u>	230
5.1	Señales Preventivas	238
5.2	Señales Restrictivas	240
5.3	Señales Informativas	242
5.4	Iluminación	244
5.5	Marcas, Isletas y Obras Diversas	245
6.	<u>Conservación</u>	276
6.1	Introducción	276
6.1.2	Superficie de Rodamiento	279
6.1.3	Acotamientos	284
6.1.5	Drenaje	288

	<b>Pag.</b>
<b>6.1.5 Taludes</b>	<b>297</b>
<b>6.1.6 Zonas Laterales</b>	<b>302</b>
<b>6.1.7 Señalamientos</b>	<b>306</b>

## INTRODUCCION. 1

Un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, formando un todo integrado para la obtención de un objetivo común, constituye un SISTEMA, de tal forma que el estudio de uno de estos elementos, es la descripción de las relaciones que tiene éste con los demás.

Las sociedades evolucionadas descansan sobre una diversificada base económica que, accionada por el trabajo humano, engendra una serie de bienes y servicios cuyo destino último es la satisfacción de las necesidades de sus miembros. Los variados elementos que participan en la vida económica de una nación, así como sus conexiones y dependencias, se suman en un todo denominado SISTEMA ECONOMICO.

Un sistema económico moderno constituye un complejo tejido de relaciones - directas e indirectas - entre las que se cuentan las actividades productivas - por las cuales los hombres llegan a disponer de una variadísima gama de bienes y servicios, capaces de satisfacer sus múltiples necesidades y deseos - materiales. De esta forma, los hombres dividen socialmente su trabajo y actúan integrados mediante una extensa corriente de cambios de productos y - prestación de servicios mutuos.

Las actividades productivas se distribuyen a través de innúmeras UNIDADES - PRODUCTORAS, que articulan los factores de la producción, trabajo, capital, y recursos naturales, con la tendencia a obtener determinados bienes y servi



2.

cios, concretando estas unidades el fenómeno de la división social del trabajo.

Las unidades productoras se clasifican por sus actividades, distinguiéndose en tres sectores:

- EL SECTOR PRIMARIO, que abarca las actividades que se ejercen - - próximas a las bases de recursos naturales (agropastorales y extractivas).
- EL SECTOR SECUNDARIO, que reúne las actividades industriales, mediante las cuales los bienes son transformados.
- EL SECTOR TERCIARIO, en el que se atienden ciertas necesidades, estas actividades no tienen expresión material y son los " SERVICIOS" (Transportes, educación, diversiones, etc.)

La importancia relativa de los diversos sectores, en la generación del producto total de la economía, es marcadamente variable, reflejando, entre otros fenómenos el grado de desarrollo económico alcanzado por un país; así tenemos que en las regiones subdesarrolladas, el sector " servicios " es el sumidero a donde concurren la mayor parte de los grandes contingentes de mano de obra desempleada, así como el predominio de las actividades primarias.

EL FACTOR DINAMICO EN EL PROCESO DE UNA ECONOMIA, ES EL INTERCAMBIO, Y ESTE TIENE COMO MANIFESTACION MATERIAL AL TRANSPORTE, CUYA-

3.

IMPORTANCIA RESULTA VITAL, PUESTO QUE CONSTITUYE LA LIGA INDISPENSABLE ENTRE LA PRODUCCION Y EL CONSUMO, ES DECIR ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA.

Así tenemos que el transporte, que etimológicamente significa TRANS a través de, y PORTE llevar o cambiar de lugar, se puede llevar a cabo mediante diversos sistemas: sistema carretero, sistema ferroviario, sistema portuario, sistema aeroportuario, sistema de transporte urbano y el sistema de ductos; así como los que sirvan para el "transporte" de ideas (comunicación): sistema telegráfico, sistema telefónico, etc., formando en su conjunto el SISTEMA DE TRANSPORTES, definiéndolo como el conjunto de elementos que permiten realizar el intercambio de bienes, servicios y productos en un sistema económico.

Los elementos que constituyen un sistema de transporte, se pueden clasificar como: la infraestructura, constituida por las vías y elementos que permiten la operación de la estructura, está integrada por los vehículos; y la superestructura formada por los usuarios y la carga. Estos elementos a su vez se constituyen en los elementos básicos para el proyecto de los sistemas de transporte.

A medida que un país tiende alcanzar mejores niveles de desarrollo, tiene que lograr la adecuada adaptación entre los evolucionados medios de transporte con el complejo conjunto de requerimientos, a fin de que permita la eficaz y segura utilización del sistema y su ampliación, mediante la construcción de-

las obras de ingeniería que lo constituyen: carreteras, calles, avenidas, -- vías férreas, aeropuertos, puertos y ductos, mismas que a su vez conforman la **INFRAESTRUCTURA PARA EL TRANSPORTE.**

Por lo expresado anteriormente, se plantea la necesidad de la planeación del sistema de transportes como un todo, es decir, que comprenda:

- 1) La utilización adecuada, mediante la integración de un verdadero sistema, de todos los subsistemas que lo componen; y
- 2) La planeación misma de su evolución, así como la de cada uno de estos subsistemas.

La suma de ambas consideraciones conduce a la planeación de la infraestructura para el transporte.

La planeación de la infraestructura para el transporte ubicándose en el contexto político-económico-social, debe prever las necesidades de transportes futuras conociendo las actuales, para plantear la construcción o mejoramiento de las obras requeridas con objeto de satisfacer dichas demandas, utilizando los sistemas de transporte adecuados para ello y la coordinación de los mismos a fin de obtener una optimización de los recursos con que se cuenta, señalando los medios idóneos para el transporte de las mercancías de acuerdo con el tipo de éstas y el origen y destino que tengan, ya sea que estos destinos u orígenes sean nacionales o internacionales.

5.

Se entiende por PLANEACION a un método aplicado a la obtención de fines de terminados, que constituye un proceso consistente en el análisis documental, sistemático y tan cualitativo como sea posible, previo a la modificación de una situación y en el ordenamiento de los datos que conducen a dicha modificación.

Los lineamientos generales establecidos para un proceso de planeación al aplicarse a los sistemas de transporte, permiten la obtención de:

Un diagnóstico, que comprende el conocimiento de la oferta y de la demanda del transporte actual.

La fijación de Metas y Objetivos, que señalen lo que queremos lograr en cuanto a satisfacción de la demanda, modificando la oferta.

La generación de alternativas de solución para lograr las metas y objetivos fijados.

La comparación de alternativas, para seleccionar la más conveniente al logro de esas metas y objetivos.

Programar la realización de las obras adecuadas para el logro de estos fines, dando prioridades de acuerdo con los recursos disponibles y posibles en el futuro.

Una autoevaluación que permita que este proceso sea dinámico y se repita a medida que las obras se vayan realizando, para corregir gradualmente los programas y tratar de obtener el que más responda a las necesidades existentes.

Esta planeación tiene su origen en el requerimiento de satisfacer las necesidades o resolver problemas de una sociedad, de acuerdo a las características que presenta dicha sociedad, mismas que, en el caso de zonas subdesarrolladas son las siguientes entre otras muchas:

- altas tasas de crecimiento de la población
- carencia de obras de infraestructura
- dependencia económica del exterior (balanza económica deficitaria)
- exportadores de materias primas
- alta mortalidad infantil
- mala distribución del ingreso (concentración en pocas personas)
- altas tasas de desempleo
- bajos niveles sanitarios
- bajos niveles nutricionales
- promedios de vida bajos
- bajos índices de productividad
- falta de planificación
- baja participación de la mujer en la vida económica
- actividades económicas basadas en las actividades primarias
- bajo nivel de industrialización y
- población analfabeta.

De acuerdo a estas características de los países subdesarrollados, la planeación de las obras de infraestructura para el transporte deberá concebir é

tas en cuanto a su ubicación y sus características, de manera que tiendan a permitir el beneficio de las mayorías marginadas; a buscar un desarrollo - - equilibrado de la economía y a facilitar a la población el acceso a mejores - niveles de vida, mediante: la creación de empleos, directos o indirectos; el acceso a la educación, servicios médicos, la justicia y de otras obras básicas para el desarrollo, que a su vez permitan el aprovechamiento de recursos potenciales que propiciarán el incremento de la producción; en algunos casos, la diversificación del comercio, (puertos en el caso de México) como los que se trata de romper las dependencias comerciales, y en la creación - de nuevos polos de desarrollo.

En el caso de zonas con un cierto grado de desarrollo, las obras deberán responder a esas exigencias del desarrollo, tomando en cuenta el tipo de demanda a servir, tendiendo básicamente al mejoramiento de un transporte ya establecido, mediante la reducción en costos de transporte, y/o la reducción del tiempo de recorrido, y/o al incremento de los niveles de seguridad y comodidad (aeropuertos, carreteras de cuota, etc.)

Dado el carácter masivo que presenta el transporte, una vez que el desarrollo económico se acelera, resulta de gran significado económico la minimización de los costos en los desplazamientos, mediante el mejoramiento del sistema de transporte, lo que se traduce en una liberación de recursos susceptibles de coadyuvar al incremento de la tasa de inversión nacional y, en general a acelerar el proceso de desarrollo de los países.

## INFRAESTRUCTURA CARRETERA.

Las favorables y flexibles características del transporte por carretera para drenar y servir las zonas que beneficia, han determinado que dentro de la política de inversiones públicas se conceda especial importancia a la construcción de caminos.

Esta política ha permitido cubrir dos aspectos básicos en el desarrollo del país. En primer lugar y en relación con sus efectos económicos, las carreteras han permitido el intercambio de productos y el traslado de personas — de manera fácil, segura y permanente — entre los principales centros de población, al mismo tiempo que han permitido incorporar a la actividad productiva, amplias regiones del territorio nacional, operando así un revitalizador ajuste en la organización de los procesos de producción, distribución y consumo. En segundo lugar y considerando el aspecto social, los caminos han proporcionado la máxima penetración de las acciones del Gobierno de la República a las zonas más apartadas, y con la implantación de servicios públicos, se ha incidido en el mejoramiento de las condiciones de vida de las localidades que van siendo incorporadas al proceso de integración física que se asocia a la comunicación carretera: efectos que se vislumbran claramente al observar los resultados del estudio de Zonas Deprimidas de la República Mexicana; realizado por la Dirección General de Análisis de Inversiones de la S.A.H.O.P.; en el cual estas zonas se localizan en áreas incomunicadas, o bien en donde han sido comunicadas recientemente y los efectos no se han podido notar.

9.

Los efectos logrados en materia de comunicación carretera constituyen, sin duda alguna, uno de los aspectos sobresalientes de las distintas administraciones que desde 1925 se han impuesto la tarea de estructurar a México en los términos de una economía justa, socialmente equitativa y políticamente viable. Para corroborar lo anterior, basta citar la cifra de 200,000 kilómetros de caminos construidos hasta 1977, que dan acceso a unas 30,000 localidades en las que se concentra del 70 al 75% de la población del país. (Cuadro 1).

La importancia y trascendencia de los logros alcanzados, no deben ocultar o disimular las carencias que aún existen en este importante sector de actividad de la colectividad mexicana, ni pueden cambiar las realidades a las que esa colectividad debe enfrentarse en el futuro inmediato.

Como realidades que no pueden ser desestimadas, existe el hecho de que -- hay actualmente en el país más de 67,000 localidades, y aún si sólo se consideran las mayores a 300 habitantes, pueden mencionarse más de 8,000 localidades, que cuentan prácticamente con ningún acceso físico para la comunicación de sus habitantes con el resto del país. (Cuadro 2).

En esas localidades viven cerca de 16 millones de mexicanos, virtualmente aislados del proceso de desarrollo en que se encuentra empeñado México.

Otro hecho real es la existencia en el país de más de 4 millones de vehículos, a los que cada año se agregan de 300 a 350,000. A este respecto es in



interesante señalar que en 1952, año en que se puso en servicio la primera carretera de cuota, de México a Cuernavaca, había en todo el país sólo 300 000 vehículos automotores y que las previsiones para 1990, señalan de 8 a 9 millones de vehículos. (Cuadro 3)

El uso que se hace de los mismos, es también cada vez mayor, con recorridos que se han incrementado de 12 000 a 18 000 kilómetros por vehículo, por año, en promedio, lo que se traduce en un creciente uso de las carreteras con la consiguiente aparición de problemas de congestionamiento y la necesidad de urgentes ampliaciones y modernizaciones.

Como consecuencia de lo anterior, puede afirmarse que los objetivos básicos en materia de construcción de carreteras en los próximos años, deberán ser, los de continuar el esfuerzo de expansión de la red, con el fin de reducir las dimensiones de la incomunicación en México y el de acelerar la modernización de la red carretera, a efecto de que ésta responda a la creciente demanda y no se convierta en un cuello de botella que obstaculice el logro de los objetivos básicos de nuestro proceso de desarrollo.

11.

NUMERO DE VEHICULOS REGISTRADOS EN EL PAIS

( Miles )

Cuadro No. 3

A ñ o	Automóviles	Autobuses	Camiones	Motocicletas	T o t a l
1967	917	28	440	75	1 460
1968	1 000	29	466	88	1 583
1969	1 133	32	506	122	1 79^
1970	1 234	33	525	137	1 929
1971	1 342	35	560	160	2 097
1972	1 520	36	593	168	2 317
1973	1 767	37	645	186	2 635
1974	3 053	41	729	217	3 040
1975	2 401	51	888	247	3 587
1976	2 580	53	988	222	3 843
1977	2 820	62	1 057	283	4 231

Crecimien 208.51%    121.43%    140.23%    277.33%    189.79%  
to total  
( 11 años )

Crecimien 12.8%    7.8%    9.2%    16.1%    11.9%  
to anual

**A PARTIR DE**

**ESTA PAGINA**

**FALLA  
DE  
ORIGEN**

SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION GENERAL DE ANALISIS DE INVERSIONES

LONGITUD Y ESTADO SUPERFICIAL DE LA RED DE CARRETERAS AL SERVICIO PUBLICO EN DICIEMBRE DE 1977  
( KILOMETROS )

ENTIDAD	FEDERALES EN PROYECTO				FEDERALES EN SERVICIO				DIREC. TAS	RURALES			ESTATALES				VECINALES				TOTAL DE LA RED							
	TERR.	REV.	PAV.	SUMA	TERR.	REV.	PAV.	SUMA		TERR.	REV.	SUMA	SECHAS	TERR.	REV.	PAV.	SUMA	TERR.	REV.	PAV.	SUMA	SECHAS	TERR.	REV.	PAV.	SUMA		
AGUASCALIENTES							327	327			173	795	968		186	231	190	607	3	9	13	31		362	1035	538	1 932	
BAJA CALIFORNIA			51	51			1 697	1 697	90		711	133	844		19	16	308	535	13	51	38	102		743	306	2 346	3 289	
BAJA CALIFORNIA SUR	27		33	33			1 134	1 134			1 310	839	2 149	1 036	30	144	-	1 240	29	12		41	1 036	1 329	932	1 247	4 671	
CAMPECHE	36	4	10	23			1 206	1 206			156	345	5 026		38	117	133	289	21			24		291	961	1 385	2 527	
COAHUILA	25	36	106	147			1 427	1 427			2 359	2 317	5 173		306	1 935	1 146	2 513	6	4	17	27		2 698	2 922	2 698	9 307	
COLIMA			5	5	6		323	323			301	429	734		15	203	176	424	10		13	21		314	615	547	1 451	
CHIAPAAS	59	57	105	221	27		1 367	1 367			1 216	3 729	1 954		411	1 763	479	2 650	14	29	4	67		1 791	3 025	1 979	9 317	
CHIHUAHUA	15	709	24	734			1 504	1 504			1 233	3 271	4 714		431	712	1 143	2 494	25	17	1	17		1 774	4 232	3 182	9 122	
DISTRITO FEDERAL	7						1 194	1 194	11		-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 194
DURANGO	14	51		65			1 361	1 361			235	3 724	2 139		67	379	311	1 077	43	86	57	146		1 332	1 692	2 124	9 145	
GUERRERO							1 070	1 070	10		792	1 326	2 118		25	1 274	67	2 127	17	147	13	270		616	2 112	2 133	5 795	
GUAYMAS	100	125		225			1 041	1 041	10		319	2 400	2 121		107	219	134	1 072		11		11		1 117	2 412	1 027	6 411	
HIDALGO							371	371	21		371	1 537	2 111		17	70	70	1 077	10	21		147		421	1 112	1 702	3 249	
JALISCO	23	66	57	146			1 351	1 351	21		319	1 576	1 929		735	1 217	774	2 991	14	108	46	361		1 421	3 113	3 194	9 379	
MEXICO		42	14	56			347	347	17		1 071	882	1 953		226	1 313	221	2 534	259	124		600	1 590	1 627	2 244	1 785	7 678	
MICHUACAN	69	51	115	235			1 699	1 699	2		1 424	1 776	5 194		557	479	223	1 259	10	6	146	220		1 327	1 907	2 782	3 759	
MORELOS							368	368	120		605	542	1 189		84	39	417	526	4	4	9	16		711	1 143	1 557	4 216	
NAYARIT							754	754	31		433	1 925	1 461		12	411	41	871						445	1 444	704	2 673	
NEVO DE LEON	17						1 230	1 230			132	2 130	2 262		157	611	1 364	2 132	17	1	35	53		323	4 742	2 629	5 694	
OAXACA	120	192	109	421			2 274	2 274			2 907	3 681	4 588		619	939	216	1 774	37	41	5	133		3 733	4 852	2 604	11 190	
PUEBLA	12	1	3	16			1 196	1 196	189		798	3 031	3 829		107	512	707	1 326	15	193	12	220		932	3 737	2 106	6 775	
QUERETARO	3		20	23			594	594	14		194	1 795	1 989		110	362	280	692	5	21	5	31		312	2 116	913	3 343	
QUINTANA ROO	13			13			924	924			38	1 231	1 269		317	25	545	890	10	6	13	29		378	1 265	1 482	3 125	
SAN LUIS POTOSI					69		1 507	1 576			860	2 734	3 534		348	501	454	1 203	4	62	6	72		1 112	3 356	1 967	6 445	
SINALOA	6	2	20	28			730	730			4 115	1 940	6 055		532	307	1 293	2 042	28	489	115	632		4 681	2 738	2 128	9 547	
SONORA	17			17			1 434	1 434			4 049	1 059	5 108		273	443	3 005	3 727	9	52	442	503		4 348	1 562	4 861	10 789	
TAJASCO							1 005	1 005			681	804	1 485		170	853	796	1 819	8	157	33	198		859	1 814	1 834	4 507	
TAMAULIPAS	26			26			2 090	2 090			3 645	2 590	6 235		275	716	447	1 436	46	54	143	243		3 992	3 360	2 580	10 032	
TLAXCALA	1	23		24			472	472			505	1 350	1 855		175	244	49	468			19	19		681	1 617	540	2 838	
VERACRUZ	4	14		18			2 773	2 773	101		1 417	3 288	4 705		600	1 968	989	3 297		14		14		2 021	5 124	3 763	10 908	
YUCATAN							1 169	1 190			155	2 399	2 554		231	132	627	991	3	6	95	104		389	2 560	1 891	4 840	
ZACATECAS	4	155	13	172			1 103	1 103			712	4 574	5 386		24	554	84	1 662	4	4		8		744	6 387	1 200	8 331	
SUMA :		710	1 068	751	2 529	6	345	38 336	39 287	1 007	39 120	63 672	102 792	1 035	7 717	20 102	19 764	48 619	923	1 797	2 106	4 826	1 036	88 476	86 284	62 564	199 060	

**SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS**  
**DIRECCION GENERAL DE ANALISIS DE INVERSIONES**

**LOCALIDADES COMUNICADAS POR LA RED NACIONAL DE CAMINOS**

Entidad	Localidades de 1 a 100 Habitantes				Localidades de 101 a 300 Habitantes				Localidades de 301 a 2 500 Habitantes				Localidades de más de 2 500 Habitantes	Total Localidades Comunicadas	Total Localidades Incomunicadas	% de Poblaciones Comunicadas
	Total	Com.	%	Incom.	Total	Com.	%	Incom.	Total	Com.	%	Incom.				
Agua Calientes	628	71	11	557	129	87	67	42	125	110	88	15	7	275	614	30
Baja California	439	267	61	172	85	80	94	5	139	118	85	21	22	487	198	71
Baja California	1 283	43	3	1 240	65	35	54	30	185	158	85	27	11	247	1 297	15
Campeche	453	77	17	376	90	65	72	25	105	94	89	11	22	258	412	38
Coahuila	1 327	265	20	1 062	374	112	30	262	286	188	66	98	40	605	1 422	28
Colima	419	107	25	312	86	68	79	18	70	66	94	4	21	262	334	43
Chiapas	5 214	448	9	4 766	1 288	223	17	1 065	1 166	558	48	608	68	1 297	6 439	16
Chihuahua	4 018	576	14	3 442	850	182	21	668	494	233	47	261	53	1 044	4 371	19
Durango	1 932	340	18	1 592	591	450	76	141	552	500	91	52	45	1 335	1 785	42
Guanajuato	2 274	455	20	1 819	1 395	419	30	976	1 136	568	50	568	78	1 520	3 363	31
Guerrero	1 242	415	33	827	998	366	37	632	1 129	733	65	396	79	1 593	1 855	46
Hidalgo	540	51	9	489	826	201	24	625	1 002	495	49	507	51	798	1 621	32
Jalisco	7 419	1 268	17	6 151	1 431	204	14	1 227	739	506	68	233	171	2 149	7 611	22
México	719	285	40	434	603	231	38	372	1 403	1 144	81	259	349	2 009	1 065	65
Michoacán	3 405	170	5	3 235	1 353	243	18	1 110	1 230	783	64	447	142	1 338	4 792	21
Morales	43	15	35	28	65	35	54	30	185	158	85	27	66	274	85	76
Nayarit	944	43	5	901	201	85	42	116	267	222	83	45	37	387	1 062	26
Nuevo León	3 622	602	17	3 020	554	194	35	360	321	239	74	82	74	1 109	3 462	24
Oaxaca	628	68	11	560	1 113	80	7	1 033	1 837	833	45	1 004	112	1 093	2 597	29
Puebla	773	67	9	706	718	136	19	582	1 398	588	42	810	165	956	2 098	31
Querétaro	387	114	29	273	382	201	53	181	347	283	82	64	18	616	518	54
Quintana Roo	420	53	13	367	97	81	83	16	54	52	96	2	8	194	385	33
San Luis Potosí	1 825	311	17	1 514	965	354	37	611	818	509	62	309	42	1 216	2 439	33
Sinaloa	2 300	500	22	1 800	766	350	46	416	635	420	66	215	58	1 328	2 431	35
Sonora	4 174	1 600	38	2 574	404	120	30	284	313	270	86	43	46	2 036	2 901	41
Tabasco	111	17	15	94	386	86	22	300	625	192	31	433	29	324	827	28
Tamaulipas	4 134	1 135	27	2 999	689	492	71	197	398	335	84	63	39	2 001	3 259	38
Tlaxcala	308	125	41	183	73	64	88	9	196	193	98	3	42	424	195	68
Veracruz	1 454	137	9	1 317	1 897	520	27	1 377	2 252	1 039	43	1 213	195	1 891	3 907	30
Yucatán	1 211	132	11	1 079	228	34	15	194	228	193	85	35	61	420	1 308	24
Zacatecas	1 850	111	6	1 739	759	89	12	670	656	532	81	123	42	774	2 532	23
<b>SS</b>	<b>496</b>	<b>9 868</b>	<b>18</b>	<b>45 628</b>	<b>19 461</b>	<b>5 887</b>	<b>30</b>	<b>13 574</b>	<b>20 290</b>	<b>12 312</b>	<b>59</b>	<b>7 978</b>	<b>2 193</b>	<b>30 260</b>	<b>67 180</b>	<b>31</b>

## 1.2 BREVE RESENA HISTORICA.

En México, la construcción de caminos puede dividirse en cuatro etapas:

- I. Caminos antes de Cortés
- II. Caminos de la Colonia
- III. Caminos desde la Independencia a 1910
- IV. Caminos desde 1910 hasta la fecha

En la época precortesiana, los Aztecas y los Mayas fueron los más adelantados; todavía se admiran sus obras: el "Camino Blanco" de los Mayas y lo que la historia colonial habla sobre el camino "México-Tacuba" de los Aztecas, que contaban hasta con puentes elevados.

Una vez realizada la conquista, los españoles se vieron obligados a mejorar y construir nuevos caminos.

En 1522 se puso en servicio el camino México a Veracruz y en 1523, -- por el mismo Cortés se abrió el camino de México a Tampico y en 1537 se construyó un muelle en ese Puerto.

El primer Virrey Don Antonio de Mendoza construye 2 nuevos caminos: - de México a Zacatecas y a Durango. En 1597 el Virrey Zúñiga, el de México a Guadalajara.

1717. Se mejoró el camino a Cuernavaca

- 1720. Camino de Durango a Chihuahua
- 1750. Se mejoró el camino de Acapulco pasando por -  
Taxco
- 1760. Camino de San Luis Potosí a Monterrey
- 1768. Camino de México a Morelia
- 1773. Camino de Santa Fé a Nuevo México
- 1803. Camino de México a Veracruz por Jalapa

Al terminar la Colonia se contaban con 7605 kilómetros de caminos carreteros y 19 720 kilómetros de caminos de herradura, y durante la guerra de Independencia no se ejecutaron trabajos en construcción de caminos.

En 1824 se construye el camino atravesando el Istmo de Tehuantepec.

En 1825 se crea la Junta de Carreteras.

En 1839, 42, 46. Se establecieron las leyes para la Dirección General de Colonización e Industria, en la que se involucra la Junta de Carreteras.

En 1881 se crea la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Durante la Revolución no se contruyen nuevos (sólo se destruyen).

Como puede observarse pues, con los caminos se podría contar la historia del mundo; que todos los pueblos han transitado a lo largo de la

historia por sus propios caminos, y que México no es una excepción: -- ha avanzado a través de la historia y por los caminos que, en su mo -- mento, han satisfecho sus necesidades. Las caravanas del desierto, -- los romanos, los señores feudales, los reyes de Francia, Napoleón, -- los Incas, los Mayas, los Aztecas, todos ellos resolvieron las necesi -- dades de comunicación de su época y para sus fines, México así lo ha hecho también.

En su avance histórico, México ha ido construyendo sus caminos tron -- cales o nacionales, secundarios o estatales y los caminos alimentado -- res que ha requerido y está requiriendo con gran urgencia, así como -- las carreteras de cuota, llamadas también autopistas. Cada uno para -- su época y sin más limitaciones que la capacidad de sus presupuestos.

### 1.3 Primeras Etapas de la Red Nacional.

Antes de 1925, que podemos considerar como punto inicial de referen -- cia, don Venustiano Carranza, Presidente Constitucional de los Esta -- dos Unidos Mexicanos, expidió el 25 de diciembre de 1917, la llamada nueva Ley de Secretarías de Estado, de acuerdo con la cual correspon -- día a la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, la construc -- ción de los caminos carreteros nacionales y la inspección de los Priva -- dos.

### 1.4 La Comisión Nacional de Caminos.



El 30 de marzo de 1925 fué expedida la Ley, cuya publicación en el --  
 Diario Oficial se hizo el 6 de abril de 1925, de acuerdo con la cual --  
 quedó establecido un impuesto federal sobre las ventas, de la gasoli --  
 na. Se estableció el impuesto de tres centavos por litro, que se cu --  
 bría en efectivo y, quedó determinada la aplicación del impuesto para --  
 la construcción, conservación y mejora de los caminos nacionales. Esta  
 Ley representa por lo tanto, el primer esfuerzo institucional para la --  
 construcción de caminos.

Esta Ley comenzó a surtir sus efectos desde el 1° de abril de 1925, es --  
 decir, cinco días antes de su publicación en el Diario Oficial. El mis --  
 mo Presidente Plutarco Elías Calles, mediante Decreto del 31 de agos --  
 to de 1925, publicado en el Diario Oficial de ese mismo día, expidió --  
 el Reglamento que normaría los trabajos de la Comisión Nacional de Cami  
 nos.

#### 1.5 La Ley de Caminos y Puentes.

El 22 de abril de 1926, el Presidente Plutarco Elías Calles, expidió la --  
 llamada Ley de Caminos y Puentes publicada en el Diario Oficial cuatro --  
 días después. En esta Ley se definen los caminos nacionales y se de --  
 termina: que será el Poder Ejecutivo de la Unión, por conducto de la Se --  
 cretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, quien dictará la ruta de --  
 los mismos.

En esta Ley, en su Artículo 20°, aparece por primera vez una mención que serviría de base, años después, para la construcción de caminos por el régimen cooperativo, es decir, mediante la intervención del Gobierno Federal y de las Entidades Federativas.

La Comisión Nacional de Caminos subsistió hasta el 28 de abril de 1932, fecha en la cual el Presidente Pascual Ortiz Rubio, mediante acuerdo, creó la Dirección Nacional de Caminos.

Como documento no menos importante, existe el Reglamento de la Dirección Nacional de Caminos, expedido por el Presidente Ortiz Rubio, el 19 de mayo de 1932 y publicado el 27 de julio del mismo año en el Diario Oficial de la Federación, en el que se menciona la organización que tendrá la Dirección Nacional de Caminos, sus atribuciones y personalidad, así como la integración de su patrimonio mediante la adquisición de todos los bienes derechos y acciones que habfan pertenecido a la Comisión Nacional de Caminos.

#### 1.6 Construcción de Caminos Secundarios.

México, había llegado a sentir ya para esas fechas, la necesidad de iniciar un programa de construcción de caminos secundarios, para lo cual fué expedido, por el Presidente Abelardo Rodríguez, un Acuerdo con fecha 22 de diciembre de 1932 y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1932, mediante el cual se dispuso que -

la Federación ayudará a los Estados, en la construcción de caminos.

El acuerdo fija las bases para la ayuda de la Federación, de las cuales mencionamos dos, por su especial interés:

"Primera. Las carreteras se considerarán de dos clases: nacionales y locales; en las de carácter nacional, la Federación contribuirá con una cantidad igual a la que ponga el Estado, hasta dejar el camino revestido y con puentes hasta de 50 m. Para las de carácter local, la Federación contribuirá con una cantidad igual a la que aporte el Estado, hasta la terminación completa del camino".

Y la base Segunda dice:

"Para que a un Estado se le imparta la ayuda Federal, se necesita que llene los siguientes requisitos: 1°. Presentar a la Dirección Nacional de Caminos el proyecto para la construcción de un solo camino, hasta su terminación, juntamente con la comprobación de que en la Ley de Egresos figura una partida destinada a ese fin. 2°. Someter el proyecto de construcción al estudio de la Dirección Nacional de Caminos y a la aprobación de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas y de este Ejecutivo a mi cargo. 3°. Crear una Junta Local, encargada de dirigir las obras y administrar los fondos destinados a la construcción del camino que debe estar integrada como mínimo por un representante del Gobierno del Estado, un representante de las empresas de autotrans-

portes, un representante de la Cámara de Comercio, un representante de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas y el Tesorero del Estado".

La base Sexta del mismo acuerdo, indicaba que cuando un camino nacional quedara pavimentado, la conservación estaría siempre a cargo de los Gobiernos de los Estados. Esta disposición fué después convertida en Ley, el 20 de abril de 1934, por el propio Presidente Abelardo Rodríguez y publicada en el Diario Oficial, el 8 de mayo del mismo año, siendo notable mencionar que en el Artículo 9º quedó establecida la prohibición de cobro de peaje tanto en los caminos nacionales como en los locales, contrariamente a los ordenamientos expedidos con anterioridad, en los cuales, si no en forma clara y expresa, sí se entendía que podía hacerse esta clase de cobro, a través de concesiones del Estado.

El Presidente Lázaro Cárdenas, dió mayor claridad y amplitud a estas disposiciones mediante el Reglamento del 30 de diciembre de 1935, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de enero de 1936. "Sobre construcción de caminos en cooperación con los Estados". Este Reglamento constaba de 68 artículos y 2 transitorios. Fué derogado por el mismo Presidente Lázaro Cárdenas el 4 de agosto de 1937, mediante otro Reglamento publicado el 16 del mismo mes en el Diario Oficial de la Federación un poco más conciso y que constaba únicamente de 53 artículos y uno transitorio. Gran actividad generó la construc --

ción de los caminos secundarios en cooperación con los Gobiernos de los Estados, lo cual entre otra forma, quedó evidenciado por un nuevo Reglamento que expidió el Presidente Manuel Avila Camacho, el 6 de diciembre de 1941 y que fué publicado en el Diario Oficial el 15 de abril de 1942.

#### 1.7 Construcción de Caminos Alimentadores.

México había llegado ya para esas fechas a una etapa importante de construcción en su red caminera; los caminos alimentadores se imponían ya, al haber quedado resuelta, en la medida de sus posibilidades económicas, la más urgente necesidad en cuanto a caminos troncales y secundarios.

El 14 de mayo de 1947, el Presidente Miguel Alemán, expidió un acuerdo a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y de Comunicaciones y Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial el 24 de junio del mismo año, creando el Departamento de Planeación y Fomento de Carreteras Vecinales. En cuyo texto único dice lo siguiente:

"UNICO. Se crea en la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas un Departamento de Planeación y Fomento de Carreteras Vecinales, dependiente de la Dirección Nacional de Caminos, que se encargará de proyectar, planear y fomentar la red de caminos vecinales de la República".

El 29 de diciembre de 1948 el Lic. Miguel Alemán siendo Presidente, expidió una Ley, publicada en el Diario Oficial el 30 de diciembre del mismo año, en la cual se estableció un impuesto especial sobre los -- ingresos procedentes de la venta de automóviles ensamblados en el -- país. El impuesto fijado en esta Ley serviría más adelante para que -- con una parte del mismo, se integrara un fondo destinado a la construcción de caminos vecinales.

#### 1.8 Nace la Asociación Mexicana de Caminos.

Poco tiempo después, a principios de 1949, nació la Asociación Mexicana de Caminos, habiendo sido sus fundadores un importante número de instituciones claves del país, ligadas directa o indirectamente con el transporte, tales como plantas armadoras de automóviles y camiones, distribuidores de lubricantes, fábricas de neumáticos, importadores de maquinaria, banqueros, hoteleros, contratistas, distribuidores de automóviles, fabricantes de cemento, etc., y Petroleos Mexicanos.

La Asociación Mexicana de Caminos se constituyó para servir, como parte que es del Sector Privado, a la vialidad mexicana, colaborando estrechamente con el Gobierno Federal, sobresaliendo la promoción para la creación del Comité Nacional de Caminos Vecinales.

#### 1.9 El Comité Nacional de Caminos Vecinales.

En efecto, debido a las exitosas gestiones ante el Gobierno Federal --

que realizó la Asociación Mexicana de Caminos, el Presidente Alemán expidió el 12 de octubre de 1949 un Decreto creando el Comité Nacional de Caminos Vecinales, que fué publicado en el Diario Oficial el día 27 del mismo mes. Este Decreto es muy amplio y de una gran claridad. Trata de la integración del Comité, de su patrimonio, de su objeto, funcionamiento y facultades y de las relaciones que tendrá con las Secretarías de Comunicaciones y Obras Públicas y de Hacienda y Crédito Público.

#### 1.10 Construcción de Carreteras de Cuota.

Mientras se desarrollaba el programa de caminos en sus tres categorías: Troncales, secundarios y vecinales, el crecimiento del país y por lo tanto el incremento en número de vehículos de motor había motivado que algunos tramos de la red carretera nacional fueran ya insuficientes para el tránsito que soportaba, encontrándose por lo tanto congestionados. Sin embargo, la urgente necesidad de seguir aplicando los fondos federales, los de cooperación y los del programa de caminos vecinales, a la construcción de estos tres tipos de caminos, hizo pensar en la conveniencia de resolver el problema que presentaban los tramos congestionados, mediante la construcción y operación de carreteras de cuota. Para evitar el posible rechazo que pudiera surgir a este sistema de parte de los usuarios, se estableció, y así se ha seguido observando, que se construiría una carretera de cuota entre dos puntos, siempre que --

existiera entre ellos una carretera libre; por otra parte, y dados los antecedentes derivados desde la época de la colonia, se dispuso que no se empleara la palabra "peaje" sino que se llamara de "cuota".

El 15 de mayo de 1956 se formuló el acta mediante la cual se constituyó la sociedad anónima denominada de Caminos Federales de Ingresos de C.V., sustituyendo a Constructora del Sur, S.A., que operaba bajo este sistema de cuota la carretera México-Cuernavaca.

El 25 de julio de 1958, el Presidente Ruiz Cortines expidió un Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 31 del mismo mes, creando el Organismo Descentralizado, Caminos Federales de Ingresos que sustituyó a su vez a la Sociedad Anónima de Capital Variable denominada Caminos Federales de Ingresos y, aproximadamente un año después, el 25 de marzo de 1959, el Presidente López Mateos, expidió el Decreto publicado en el Diario Oficial el 3 de junio de ese año, derogando el anterior, por medio del cual desaparecía el Organismo Descentralizado "Caminos Federales de Ingresos" para dar lugar al Organismo Descentralizado "Caminos y Puentes Federales de Ingresos".

Más adelante, el mismo Presidente López Mateos creó, mediante Decreto del 27 de junio de 1963, publicado en el Diario Oficial el día 29 del mismo mes, el Organismo Público Federal Descentralizado "Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos", con lo cual se integraba la operación de transbordadores. A la fecha CPFI y SC --



operat autopistas con 520 Km. con 4 carriles, 10 caminos directos - con 563 Km. de dos carriles, 27 puentes y 10 transbordadores.

Ahora bien, a pesar del considerable esfuerzo del Gobierno Federal, - de los Gobiernos Estatales y del Sector Privado, la escasez de caminos alimentadores persiste y se presenta, por razones de comunicac*ión*, México ha construido una red carretera que en el que un gran -- porcentaje de su longitud tiene un tránsito, en promedio diario anual, de menos de 500 vehículos, aun cuando sus especificaciones toleren una capacidad de tránsito hasta cinco veces mayor. La necesidad de comunicac*ión* ha quedado resuelta ya en cuanto a lo más indispensable. En cambio, el kilometraje de caminos alimentadores, necesarios para el desarrollo económico y social y para la integrac*ión* del territorio, - no solo en su aspecto físico sino también en el humano, se ha conser*va*do bajo, limitando el logro de nuestro desarrollo integral. En 1971 - el país tenía un 80% de kilometraje de la red en caminos principales, y solamente un 20% en alimentadores, debiendo ser, cuando menos a la inversa.

Países que han alcanzado la madurez en su desarrollo tienen redes carreteras completas, que van desde 10 hasta 5 kilómetros de caminos - alimentadores por uno de troncal. Debemos por lo tanto perseguir cuando menos la cifra más baja.

Sin embargo, como dijimos antes, puesto que nuestro problema es de -

comunicación y no de tránsito, es evidente que, por varios años más, los caminos alimentadores tendrán muy escasos vehículos. Por lo -- tanto, las especificaciones para su proyecto geométrico deben conce -- birse para fines básicos de comunicación.

Lo anterior fijó uno de los lineamientos de la política caminera: cong -- truir el mayor kilometraje posible de caminos alimentadores de bajas -- especificaciones.

Los estudios hechos por la Secretaría de Asentamientos Humanos y -- Obras Públicas indican que es necesario construirlos para una sola -- vía de circulación, dado su escaso tránsito, es decir de 4 m. de an -- cho, con libramientos a intervalos convenientes, revestidos y con -- obras de drenaje que permitan el tránsito en todo tiempo, salvo en -- los casos de los vados y puentes-vado. Por no ser factible ni conve -- niente en el aspecto económico el empleo de maquinaria en esos ca -- minos, éstos se construyen con la utilización de mano de obra de los beneficiados, con lo cual, se logra además dar empleo a cientos de -- miles de campesinos o indígenas que carecen de él o que se conside -- ran sub-empleados. (ver cuadro 4)

## 1.11 CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS.

La clasificación de Carreteras por su función o por sus efectos, es - como sigue:

- a) Carreteras de Función Social
- b) Carreteras de Penetración Económica.
- c) Carreteras en Zonas Desarrolladas .

- a). De Función Social.- Son las que se construyen con el fin primordial de integrar al resto del país, las zonas de bajo potencial -- económico, pero tomando en cuenta a los núcleos de población -- de cierta importancia. Ya que la existencia de una vía de comunicación permanente entrañará un cambio decisivo en el modo de vida de sus habitantes, al hacerles llegar los beneficios que represente la educación, la justicia, la salubridad, las relaciones con nuevos mercados y otros servicios.
- b) De Penetración Económica.- Cuyo principal objetivo será el de romper la situación de autoconsumo e incorporar las zonas potencialmente productivas a la economía del mercado Nacional, debido a que éstas son obras de iniciación al desarrollo que establecen las bases para que, en esas regiones, se efectúen inversiones en otros sectores, a diferentes escalas, con el consecuente impacto económico y social para sus habitantes y el beneficio -- que implique en la economía Nacional, la introducción de los pro -

ductos en la nueva zona.

- c) En Zonas Desarrolladas.- Las obras viales para zonas desarrolladas tienen como efecto principal la reducción de insumos, al proporcionar ahorros en los costos de transporte, ya sea que este ahorro se obtenga individualmente (caso de los usuarios en carreteras), o por conducto de una institución gubernamental, siendo la colectividad en todo caso, el sujeto que ahorra. Los beneficios directos que las carreteras aportan a la colectividad son, - ahorros en costo de tracción, ahorros en tiempo de recorrido y su presión de pérdidas motivadas por el posible congestionamiento de las carreteras de la región.

2. Clasificación de Acuerdo al Financiamiento u Operación de los Caminos:

1. Carreteras Federales, costeadas totalmente por el Gobierno Federal.
2. Carreteras Estatales, en las cuales el Gobierno Federal coopera con un 50% del costo y el otro 50% el Gobierno Estatal.
3. Caminos en Cooperación, la participación es tripartita, Federación, Estado y Particulares.

3. Clasificación de Carreteras Desde el Punto de Vista de Proyecto.

Por sus características geométricas las carreteras se han clasificado

en 6 clases, a saber:

1. Especiales
2. Tipo "A"
3. Tipo "B"
4. Tipo "C"
5. Tipo "D"
6. Tipo "E"

1. Especiales: son aquellos caminos que se proyectan en algunos casos para zonas determinadas y cuando se tiene la necesidad imperiosa de movilizar un volumen de tránsito grande como sucede generalmente en el acceso a poblaciones de importancia o a zonas potencialmente productivas desde el punto de vista agrícola o industrial. Dentro de este grupo quedan comprendidas las autopistas que generalmente son de cuota. (Ver tabla de clasificación desde el punto de vista de proyectos).

4. Por su superficie de rodamiento.- Las carreteras pueden ser:

- Pavimentadas
- Revestidas
- De terracerías y
- Brechas

5. Por su importancia las carreteras se clasifican como sigue:

- Troncales o Primarias
- Alimentadoras o Secundarias
- Terciarias

Troncales.- Son las que se pueden considerar interestatales o de largo itinerario.

Alimentadoras.- Son las carreteras que funcionan como tributarias -- de las troncales; y a su vez éstas tienen ramales de toda la región a que dan servicios.

Terciarias.- Son ramales con acceso a las carreteras Troncales y Alimentadoras, y además tienen poco tránsito.

---

**Características de las Obras de Arte**


---

Velocidad Max.	80 - 100 - 120	80 - 100	80 - 100
Ancho de corona	10.0 - 10.20 - 10.40	10.0 - 10.0	10.0 - 10.0
Ancho de calzada	10.0 - 10.0 - 10.0	10.0 - 10.0	10.0 - 10.0
Grado Max. de curv.	0.00 - 0.00 - 0.00	0.00 - 0.00	0.00 - 0.00
Radio mínimo de	100.00 m	100.00 m	100.00 m
Pendiente gober.	0.0	0.0	0.0
Pendiente máx.	0.00 - 0.00 - 0.00	0.00 - 0.00	0.00 - 0.00
Sobre elevación	0.00 - 0.00 - 0.00	0.00 - 0.00	0.00 - 0.00
Bombeo	0 - 1	0 - 1	0 - 1
Drenaje	Sistema de drenaje por gravedad		
Superficie de Ro.	Asfalto		
T.D.P.A. Máx.	0.00	0.00	0.00
Vehículo del Pro.	0.00 - 0.00	0.00 - 0.00	0.00 - 0.00
Rel. Peso/Poten.	0.00	0.00	0.00

---

**NOTA: Las v**

CAPITULO 2P L A N E A C I O N

México es un país cuya infraestructura carretera todavía no se ha desarrollado en la medida deseable, dado que existe mucho por hacer para seguir impulsando el desarrollo, motivo por el cual la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, dependencia del Poder Ejecutivo -- que tiene a su cargo, entre otras funciones, la planeación, proyecto, -- construcción y conservación de carreteras, ha preparado un plan a mediano y largo plazos, tomando en cuenta el desarrollo de todos los sectores de la vida económica y social de la nación y siguiendo los lineamientos que en materia de construcción de obras, se ha trazado el Gobierno-Federal.

En este orden de ideas, es conveniente precisar cuáles son las necesidades que el sistema de transportes debe satisfacer frente al desarrollo económico y social que anhelamos para nuestro país, y cuál es la situación actual de este sistema.

Al respecto, pueden establecerse los siguientes puntos:

- a) Se debe aceptar que si bien la red de transporte básica o troncal, cumple en buena medida con los objetivos señalados para ella, fal



tan todavía por construir importantes obras, que deberán atacarse - con inversiones que correspondan al justo tamaño para la demanda prevista .

- b) Las redes alimentadoras, concebidas como el conjunto de caminos - estatales y rurales, han tenido un grado de evolución inferior al -- conveniente con relación a la red básica .
- c) Existen numerosos centros de población que requieren de Caminos que les permitan integrarse permanentemente a la red y por tanto a la vida nacional; existen algunas regiones susceptibles de un mejor aprovechamiento, y otras, con importantes recursos potenciales desaprovechados, cuyo desarrollo debe ser promovido con las vías de comunicación adecuadas; existen también regiones en pleno desarrollo apoyadas en núcleos urbanos, de mayor o menor tamaño que se guirán demandando la modernización y dotación de facilidades a las vías de transporte que las ligan entre sí .

En dicho plan, quedaron definidas como metas por alcanzar, la construcción de las obras faltantes para obtener el funcionamiento deseable de - la red federal o de primer orden; la construcción de las obras necesa -- rias para lograr la integración de los recursos potenciales del país, o - para el mejor aprovechamiento de los ya en explotación, y por último, - incrementar la ejecución de caminos de bajas especificaciones, a fin de aumentar el número de habitantes servidos por la red; todo esto dentro - del contexto de la ordenación del territorio, que permita atacar el pro -

blema contradictorio de la gran centralización por un lado y por el otro - la gran dispersión en un gran número de localidades.

Dentro del plan podemos identificar distintos tipos de carreteras, de acuerdo con los efectos que produce su construcción, así tenemos:

- Carreteras en zonas desarrolladas, que se construyen con el fin de dotar a los polos de desarrollo del país de medios de comunicación más eficientes y que contribuyan a proporcionar un buen servicio al tránsito que lo demanda.
- Carreteras de Penetración Económica, que son las que se construyen con el fin de aprovechar los recursos naturales de zonas mal comunicadas y de facilitar las relaciones interregionales entre los centros de producción y los de consumo.
- Carreteras de Función Social que son las que se construyen con el fin de responder a la necesidad de integrar a la totalidad de la población del país a la vida económica, social y política de la nación.

Las carreteras del primer tipo forman parte de la red troncal, mientras que las del segundo y tercero pertenecen a la red de caminos alimentadores, aunque es frecuente que un camino de penetración económica pase a formar parte de la red de caminos troncales.

Los instrumentos que conforman este plan son, los planes estatales de carreteras, el esquema director de carreteras y el Plan Nacional de Mo -

ernizaciones, enmarcadas en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano y en lo que se conoce de los planes estatales de desarrollo urbano.

En la elaboración de estos planes, efectuada en la Dirección General de Análisis de Inversiones de SAHOP, se han tomado en cuenta aspectos -- económicos políticos-administrativos, demográficos, de ordenación del te- rritorio y de crecimiento futuro, cuyos aspectos generales de cada uno - de ellos, se describe a continuación.

## 2.1 Planes Estatales de Carreteras.

El objetivo de los Planes Estatales de Carreteras consiste fundamen- talmente en identificar carreteras alimentadoras, es decir, estata - les, vecinales y rurales, sin excluir posibles carreteras troncales. Para ello, se analizan los enlaces carreteros deseables a nivel es- tatal, desde tres puntos de vista disintos: político-administrativo, - económico y urbano de ordenación territorial.

Además, independientemente del punto de vista del análisis, se -- han adoptado los siguientes criterios generales:

- Propiciar la descentralización de las grandes metrópolis y la concentración de la población rural dispersa.
- Extender las actividades agrícolas hacia regiones de mayor - productividad natural para lograr la autosuficiencia del país - en materia de productos básicos.

- Abatir los costos de transporte en las zonas de influencia - de las carreteras existentes que lo requieran.
- Permitir que los productos elaborados lleguen fácilmente a - las comunidades rurales.
- Permitir el acceso a todo el territorio que lo requiera.

#### 2.1.1 Criterio político-administrativo.

El criterio adoptado para fijar las ligas más convenientes desde el punto de vista político-administrativo, consiste en unir en la medida de lo posible, todas las cabeceras municipales con la capital - del Estado; también se proponen ligas para comunicar a las pobla - ciones que denoten una importancia política o administrativa, sin - ser cabecera municipal; aquellas ligas que unan a la capital del -- Estado y las cabeceras municipales importantes con las de los Es - tados vecinos y con los principales puertos marítimos y fronterizos - cercanos; ligas que comuniquen entre sí las más importantes cabe - ceras municipales y, además, ligas que se juzguen importantes y - que no aparezcan en ninguno de los siguientes análisis.

#### 2.1.2 Criterio Económico.

El análisis de la red deseable desde el punto de vista económico, se lleva a cabo determinando cuales son los centros productores y cuales los consumidores a nivel estatal, fijando los enlaces desea

82.

bles en función del flujo de productos. El estudio fue dividido en este renglón en siete etapas que corresponden a las relaciones producción-consumo, de las siguientes actividades:

1. Agricultura
2. Ganadería
3. Silvicultura
4. Pesca
5. Minería
6. Industria
7. Turismo

1. Agricultura.- El punto de partida para fijar las ligas deseables para el desenvolvimiento de las actividades agrícolas, consiste en identificar las zonas productoras actuales y las potenciales. Para ello se utilizan fuentes muy diversas de información, entre las que destacan los estudios publicados por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos sobre el uso actual del suelo Cartas de DETENAL; estudios -- elaborados por los Gobiernos de los Estados; complementados con los elaborados en SAHOP, sobre uso actual y potencial; los datos censales; información sobre calidad de los suelos; régimen pluviométrico; configuración topográfica; disponibilidad de recursos humanos; obras de infraestructura e inversiones en otros sectores, entre otras. Una vez fina -

lizada la identificación, se procede a analizar cuáles son los cultivos más importantes de cada una de las zonas, los centros concentradores de la producción de todas las zonas y los destinos más frecuentes de los distintos productos. Los cultivos que comprenden el análisis son diversos dependiendo de su importancia dentro del Estado.

Después de ser determinadas las zonas productoras más importantes y los centros concentradores o procesadores de la producción, se identifican los centros representativos del consumo, lo cual se hace con base en investigaciones sobre ingresos y egresos de los habitantes y en el censo de población. Finalmente, se designan las localidades del Estado que tengan una mayor proporción de la población estatal como centros del consumo actual, y las localidades ubicadas en un segundo nivel se designan como centros del consumo potencial, una vez analizada su dinámica poblacional.

Una vez precisada la localización de los centros productores y consumidores se procede a fijar los enlaces deseables desde el punto de vista agrícola, para lo cual se supone que se satisfacen las necesidades del consumo estatal y que los excedentes se destinan a centros consumidores fuera del Estado. En este punto cabe destacar la importancia de los puertos marítimos y fronterizos como centros de consumo, al suponer que continuará vigente la política de importación y exportación de ciertos productos; es decir, el produc\_

to exportado se considera consumido en el puerto.

La superposición de estas ligas con la red actual de caminos, permite detectar las carreteras que desde el punto de vista agrícola, conviene realizar para aumentar el grado de integración de la red estatal y eventualmente de la red nacional.

2. Ganadería.- El procedimiento que se sigue para fijar los centros productores y consumidores actuales y potenciales de este producto es el mismo que para el caso de las actividades agrícolas, con la diferencia de que se analizan especies ganaderas y características de la explotación.

Los criterios que se siguen para determinar los enlaces deseables y para seleccionar las carreteras más convenientes desde el punto de vista ganadero, son los mismos que se adoptaron para el caso agrícola.

3. Silvicultura.- Las ligas encontradas según este criterio surgen de un análisis muy parecido al que se realiza para las actividades agropecuarias, aunque con algunos cambios debidos a la naturaleza del consumo de los productos silvícolas, para los cuales es posible realizar una consideración parecida a la de los productos mineros.

4. Pesca.- Para el caso de localizar los centros productores actua -

les y potenciales en esta actividad se utilizó la información que al respecto proporcionó el Departamento de Pesca, complementada con la información que existe sobre la explotación de este recurso. Los centros consumidores para este caso fueron los considerados en Ganadería y Agricultura.

5. Minería.- Los enlaces deseables desde el punto de vista minero, se determinaron localizando inicialmente los centros productores de mayor importancia de cada entidad, e identificados los centros consumidores, como los lugares en los que existe producción industrial que requiera de insumos mineros. A este respecto cabe mencionar que las plantas beneficiadoras de minerales, por lo general ubicadas cerca de las minas, no se consideran como plantas industriales, ya que únicamente se reducen a limpiar y a darle un tratamiento primario a los minerales. Las ligas correspondientes a este criterio se fijan en función de los centros productores y consumidores antes mencionados, así como de acuerdo al intercambio interestatal de productos, para lo cual se analizan los lugares que con mayor frecuencia tengan intercambio de productos mineros con el Estado en estudio.

6. Industria.- El procedimiento adoptado para determinar las ligas industriales consiste en identificar los principales centros industriales del Estado, actuales y potenciales, considerando que debe propiciarse y fomentarse el desarrollo de estas actividades y conside-



rando que continuará el proceso de descentralización, favorable al desarrollo de las poblaciones susceptibles de alojar nuevas industrias en función de las disponibilidades de mano de obra, agua, -- energía y sobre todo en función de las tendencias ya manifestadas, para lo cual se toman en cuenta el número y tipo de los establecimientos industriales del lugar, así como sus respectivos volúmenes de producción. Después se localizan los centros consumidores de productos industriales, que en este caso coinciden con los centros consumidores de productos agrícolas y ganaderos, ya que se considera que los lugares donde se consume este tipo de productos también requieren de productos industriales. Asimismo, se identifican los principales lugares fuera del Estado a los que se envían y de los que se reciben productos manufacturados, para poder fijar tanto la red de ligas internas como las ligas externas del Estado.

7. Turismo.- Para poder establecer los enlaces deseables desde el punto de vista turístico, se deben identificar los centros turísticos actuales más importantes del Estado, y en función de la información disponible, los que se podrían considerar como potenciales.

Después se detectan las localidades con poblaciones que demandan servicios turísticos dentro, próximos y fuera del Estado, y con base en ellos se establecen las ligas turísticas deseables y se efectúa la selección de Carreteras conveniente desde este punto de vista.

### 2.1.3 Criterio de Desarrollo Urbano y de Ordenación del Territorio.

La consideración de este criterio en los planes estatales de carreteras, tiene como objetivo fundamental el contribuir a detectar y proponer carreteras que aceleren el proceso de descentralización y que propicien la ordenación del territorio nacional. Para ello se han tomado como base los lineamientos indicados en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, apoyados además por aspectos demográficos como las tasas de crecimiento de las distintas localidades, su dinámica y por la delimitación de áreas de influencia en donde influyen de manera importante los rasgos topográficos y económicos.

De acuerdo con lo anterior, se procede a identificar los centros urbanos y de mayor importancia tanto actual como futuros; una vez hecho ésto, se determina la función que les correspondería desempeñar como reorientadores de las actividades económicas y, en congruencia con lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, se estima su área de influencia en función de los recursos actuales, potenciales de la topografía de la zona y de su equipamiento, se procede a proponer ligas que contribuyan a satisfacer los objetivos antes mencionados.

## 2.2 Esquema Director de Carreteras.

La infraestructura para el transporte y en especial la red de carreteras, influye en la ubicación de las actividades económicas dentro del territorio nacional; es así que el sano crecimiento de una economía depende en buena medida de la estructura de su red carretera. Con esta preocupación la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, se abocó a la tarea de elaborar el estudio "Sistema Director de Carreteras" en el que se estructura la red básica deseable para el país en el año de 1995, la cual debería incluir tanto las nuevas proposiciones como el acondicionamiento de los tramos actuales o de los que se vayan construyendo en el plazo inmediato.

Esta red básica debería tener como fundamento el análisis de las tendencias históricas de nuestra economía y las previsiones que sobre algunos de sus aspectos han realizado las diferentes dependencias del Gobierno Federal, además de los flujos actuales y previsibles del tránsito, relacionados ambos conceptos con el criterio de capacidad de las carreteras y, fundamentalmente de los objetivos que el país se ha fijado para la ordenación de su territorio.

En otras palabras, la red resultante al año 1995 debería responder a los objetivos de ordenación del territorio y a los grandes-

objetivos económicos, y en forma específica facilitar el funcionamiento adecuado de los flujos de tránsito previstos.

En este orden de ideas, la naturaleza de la red carretera en el año de 1995, deberá ser la que mejor responda a los volúmenes y flujos de tránsito que se tendrán en dicho año. Para cumplir con tal objetivo, se propone una red estructurante de primer orden, una red estructurante de segundo orden y una red secundaria.

Con la red estructurante de primer orden, se asegurarán las relaciones de la capital federal y de todas las metrópolis entre sí, además de comunicar a estas metrópolis con algunas de las metrópolis extranjeras y con las ciudades del nivel dos.

La red estructurante de segundo orden tiene como objetivo interligar a las ciudades del nivel dos y a éstas con todas las demás ciudades de niveles inferiores (hasta el nivel cinco) y las capitales de Estado.

Para la definición de la red secundaria se tuvo la preocupación constante de que sirviera de complemento a la red estructurante; de que todas las ciudades mayores de 50 000 habitantes tuvieran acceso a la red primaria y quedaran relacionadas entre sí; de que las ciudades del nivel tres quedaran ligadas entre sí y con las ciudades de los niveles superiores; y, con el objeto de

integración de la red, proponer los tramos faltantes.

La realización de la red propuesta permitirá asegurar las relaciones esenciales desde el punto de vista de la ordenación del territorio. Este aspecto obligó a introducir relaciones transversales, ahora inexistentes o con poco tráfico, que en lo futuro serán el apoyo de la unidad del territorio nacional y el esfuerzo de las estructuras económicas regionales, indispensables para resistir el poder atractivo de la Ciudad de México. Igualmente, la red propuesta incluye casi todos los tramos que en la actualidad soportan los mayores volúmenes de tránsito.

Desde otro aspecto, y para efectos de la programación de las obras, se propuso atribuir cierta prioridad a la red estructurante respecto a la red no estructurante y, dentro de ésta, al primer orden con respecto al segundo.

#### 2.2.1 Estructuración del Espacio Geográfico.

Uno de los objetivos del esquema director es la ordenación del territorio o estructura del espacio. La estructuración del espacio -- considera las relaciones existentes entre las diversas localidades y regiones. Estas relaciones acompañan al desarrollo, ya que una región entre más relaciones internas y externas realice, mayor será su tendencia a desarrollarse, presentándose una espiral ascendente producto del impulso mismo del proceso. En los países pobres, los

intercambios interregionales representan entre el 5% y el 20% del -- producto interno bruto regional; en los países ricos alcanzan hasta más del 50%.

Es por esto que México tiene que prepararse para la estructuración de su espacio, sin considerar solamente los tráficos actuales, que no son sino el reflejo de la estructura existente.

El acondicionamiento de un itinerario que puede tener poco tráfico -- ahora, va a traer beneficios indirectos no solo por la reducción directa de los costos de transporte, sino también por la apertura de -- nuevos mercados, el acceso a recursos no explotados y particular -- mente la reducción de ciertos niveles (de distancia, de tiempo, de -- costo, etc.) que son factores que no permiten la formación de las -- relaciones necesarias al desarrollo. Así, el avance general de la -- red no debe considerar únicamente los tráficos cuando se trata de -- dar estructura al país. Esto es aún más evidente al existir una vo -- luntad nacional de lograr una mejor distribución geográfica de los -- beneficios del desarrollo.

A nivel nacional, la estructuración del territorio relacionó las prin -- cipales regiones y particularmente las principales ciudades, porque estas últimas son la expresión del desarrollo en el territorio. Cada ciudad manifiesta el desarrollo rural de su región, al mismo tiempo que atrae su sustancia y la favorece en contraparte; es así como --

una región se refleja en la importancia de su ciudad.

El espacio nacional es generalmente estructurado por regiones donde una red de ciudades organizadas tienen un orden jerárquico. Las funciones que tienen estas ciudades se clasifican en una "Tipología Urbana", la que distingue ciudades administrativas, industriales, - agrícolas, etc.

La definición del Esquema Director requirió una buena definición de todos estos elementos y particularmente de:

- Las regiones geoeconómicas.
- La jerarquía de las ciudades en su zona de influencia.
- La tipología urbana.

#### 2.2.2 Jerarquía Urbana.

El método utilizado en el estudio del "Sistema Director de Carreteras" está basado principalmente en el criterio de jerarquía urbana. Esta jerarquía se estableció en seis niveles: el nivel superior corresponde a las metrópolis regionales y el nivel más bajo (sexto) a los centros regionales.

Inicialmente esta jerarquía se delineó en base a la población registrada en 1970 para cada ciudad. Seguidamente se calculó la posible población que cada aglomeración tendrá en 1995, de acuerdo a la tendencia histórica de su población y a la existencia o no exis -

tencia de importantes proyectos de inversión que el Gobierno Federal contemplaba para los distintos sectores de la economía mexicana.

Para determinar la influencia y atracción de las ciudades y llegar a la jerarquía utilizada en este trabajo, se conjugaron diferentes factores para utilizar el criterio de masa económica: ingresos declarados por habitantes; producción industrial de la aglomeración; producción agrícola y ganadera de la zona vecina, y tiempos de recorrido por carretera entre las distintas aglomeraciones. Para cada juego de estos factores y para su suma se efectuó una regresión lineal múltiple, comparándolo con el tránsito entre las dos ciudades consideradas. Este análisis se hizo por separado para los automóviles, los autobuses y los camiones de carga.

### 2.2.3 Análisis del Tránsito por Carretera.

El análisis del tránsito se llevó a cabo para un conjunto de tramos que abarcó más o menos toda la red federal. Los flujos observados se complementaron con datos sobre las principales características geométricas de cada tramo.

El tránsito se separó en tránsito de largo itinerario y tránsito local; este análisis, de suma importancia por las características diferentes de cada uno de ellos, más la consideración del mejoramiento de la red y la apertura de las nuevas rutas propuestas, permitió detectar



la generación de flujos carreteros entre las aglomeraciones estudiadas y, por consiguiente, la ratificación o rectificación de las proposiciones surgidas hasta esta etapa del análisis, así como - la posibilidad de nuevas opciones de comunicación futura.

La evolución de los tránsitos interurbanos se supuso ligada al - avance de los factores emisivos y atractivos de su origen y de g t i n o destino, así como la supuesta variación de los tiempos de recorri - do.

La evolución de los tránsitos locales se estimó ligada al desa - rrollo local y se determina a nivel estatal. La hipótesis de ba - se es que esta evolución está relacionada con la transformación del parque de vehfculos en el Estado donde está ubicado el tra - mo considerado.

A nivel nacional se tomó en cuenta, también, que la cantidad - total de movimientos origen-destino, estimados en vehfculos-ki - lómetro, podfa estar relacionada con la evolución del parque de vehfculos, lo que equivale a considerar que se van a mantener en el futuro los recorridos anuales de los vehfculos.

### 2.3 Modernización de la Red Carretera.

En la preparación de planes para la infraestructura del transpor - te la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas ha - tenido presente un conjunto de metas parciales que se identifi -

can con las políticas nacionales, buscando el máximo rendimiento de los esfuerzos por realizar y la plena utilización de las versiones ya realizadas.

Para satisfacer adecuadamente las necesidades que al sistema de transporte le corresponde ante el desarrollo económico y social del país, es inaplazable la modernización integral y homogénea de las rutas nacionales sometidas a utilización intensa. Esto es de vital importancia si se considera que las condiciones de circulación han cambiado en los últimos años, provocando la congestión y el deterioro de algunos caminos, lo que se traduce en pérdidas económicas y bajos niveles de seguridad. Esta situación se presenta por la acción de dos elementos determinantes: las características del tránsito y las condiciones de la carretera, incluyendo su ubicación.

En cuanto al tránsito se puede mencionar el incremento extraordinario y el uso cada vez mayor de los vehículos automotores, y consecuentemente, en el uso que se hace de la carretera, como efecto directo del desarrollo económico y del nivel de vida que ha alcanzado el país. Asimismo, la inadecuación de algunos tramos carreteros se debe al uso que de ellos hacen vehículos — de mayores dimensiones y capacidades que desarrollan mayores velocidades en su operación — muy diferentes a los de proyecto.

Por lo que se refiere a las condiciones de las carreteras, basta decir que nuestra red se ha venido realizando desde hace un poco más de 50 años, con técnicas y especificaciones que no corresponden a las necesidades del transporte actual, circunstancia que se ve agravada en los casos en que el clima y la topografía son adversos, aunado al efecto ocasionado por tantos - - años de servicio.

La interacción de estos elementos, tránsito y carreteras, hicieron necesaria la formulación de un plan de modernización de la red carretera que, además de cumplir con los objetivos generales del sector y apoyar el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, - cumpliera con los siguientes lineamientos:

- Garantizar un nivel de servicio adecuado a las necesidades de los usuarios y acorde al desarrollo de la zona -- donde se localizan los caminos.
- Proporcionar mayores niveles de seguridad en las carreteras.
- Proporcionar la continuidad en los recorridos mediante la homogeneización de las características geométricas de la red carretera.
- Aprovechar, al máximo posible, las inversiones realiza - das con anterioridad.
- Terminar, al ritmo conveniente, las obras que se encuen

tran en proceso, buscando la pronta obtención de los beneficios previstos y asegurando así la continuidad en el proceso.

La aplicación de estos lineamientos se ve concretizada con la realización de obras que se pueden clasificar de la forma siguiente:

Reconstrucciones.- Consiste en la corrección de deficiencias en el alineamiento horizontal o vertical del camino o de alguna de sus características geométricas.

Mejoramientos.- Estos trabajos consisten en el cambio de las dimensiones de las secciones de la carretera: aumento en el ancho de los carriles de circulación, ampliación de los acotamientos y colocación de señalamientos adecuados.

Aumento en el Número de Carriles.- Esta acción comprende la adición de uno o dos carriles a la carretera actual, o bien la construcción de una carretera alterna.

La necesidad de incrementar el número de carriles en una carretera, se presenta de dos maneras bien definidas.

- a) Cuando el problema se presenta en tramos cortos, sinuosos y con fuertes pendientes, en los que el tránsito pe-

sado baja considerablemente la velocidad y no existe la adecuada distancia de visibilidad de rebase.

- b) Cuando el problema de circulación de los vehículos se presenta en todo el tramo, lo cual es característico de las carreteras que comunican a las ciudades de mayor importancia en el país.

La solución para el primer caso, en el cual el nivel de servicio de la carretera sólo es crítico en subtramos bien definidos, en los que imperan las características enunciadas, podrá ser la construcción de un tercer carril de ascenso que evitará que los automóviles tengan que reducir la velocidad, generando "colas" que propician accidentes.

Por lo que respecta al segundo caso, la ampliación deberá ser llevada hasta la construcción de un número mayor de carriles, puesto que el volumen de tránsito será tal que cualquier otra estrategia sólo resolvería el problema parcialmente. Esta solución engloba la construcción de una carretera alterna en aquellas situaciones en que la ruta actual no proporciona niveles de servicio y seguridad satisfactorios; en casos específicos, se considera la operación de este tipo de obras bajo el sistema de cuotas a los usuarios.

El plan nacional de modernizaciones contiene un número considerable de tramos carreteros que requieren modernización pero, debido a la limitación de recursos con que cuenta el país, no es posible pensar en que se puedan llevar a cabo en el corto plazo. Por tal motivo fué necesario hacer una selección de aquellos tramos que requieren con mayor urgencia de acciones que les permitan contribuir en forma eficiente al desarrollo económico del país.

Estas obras seleccionadas constituyen el Programa de Modernizaciones. Para la selección de cada una de ellas se consideraron, en términos generales, los aspectos de tránsito, capacidad de la carretera, niveles de servicio, periodo de saturación, estado físico de la carretera y su contribución al fortalecimiento de los sistemas de transporte, para lograr una mejor integración territorial y la formación de corredores urbano-rurales, mediante el fortalecimiento de las zonas prioritarias para la inversión pública, señaladas en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano. A continuación se describe la forma en que cada uno de estos elementos intervino en el proceso de selección.

#### Capacidad y Niveles de Servicio.

La capacidad de un camino se define como el número máximo de vehículos que lo pueden transitar en un periodo determinado, ba

jo las condiciones prevalecientes tanto del propio camino de las características del tránsito.

El análisis comparativo entre el volumen de tránsito y sus características y la geometría del camino, determina a su vez el nivel de servicio a que está operando el camino y la fecha probable en que quedará saturado. El conocimiento de esos niveles de servicio actuales y futuros, de un camino o de un grupo de ellos, permite, por otra parte, establecer jerarquías de necesidades viales. Cuando el volumen de tránsito se aproxima a la capacidad de la carretera, las condiciones de operación son deficientes y las velocidades de circulación son bajas, con frecuentes paros y demoras.

En base a estas situaciones y tomando en cuenta, los criterios que sobre el particular señala el "Manual del Proyecto Geométrico de Carreteras" elaborado por SAHOP, se determinaron los niveles de servicio, capacidad y año de saturación de los tramos de la red carretera nacional, cuyos resultados permitieron definir un criterio para seleccionar los proyectos más urgentes en cuestión.

- Condiciones Físicas de las Carreteras.

Con el propósito de incluir el estado físico actual de la red carretera, se procedió a señalar el año en el que se

concluyen los trabajos de construcción, reconstrucción, -  
mejoramiento o modernización de las diferentes carrete  
ras que integran dicha red. Esta tarea permitió obser -  
var la heterogeneidad de dicha red, debida principalmen  
te a los diferentes periodos en que fueron construidas y  
señalar, en base a ello, que muchos tramos demandan -  
acciones en el corto plazo, las que de no emprenderse -  
conducirán a una concentración en el plazo medio que re  
sultaría difícil de atender con el ritmo adecuado, dadas -  
las posibilidades presupuestales previsibles.

#### Volúmenes de Tránsito.

Las condiciones imperantes y la permanente evolución de  
los volúmenes de tránsito que utilizan la red nacional de ca  
rreteras establecen la necesidad de realizar un análisis  
de la situación actual y de efectuar proyecciones, a fin  
de que presenten o presentarán problemas en el corto pla  
zo, pudiéndose definir cuáles son, inclusive, las posi -  
bles soluciones, configurando así un probable programa -  
de modernizaciones que permita alcanzar niveles de ser -  
vicio satisfactorios en dichos tramos.

De acuerdo a lo anterior, se procedió a recopilar infor -  
mación relativa a volúmenes de tránsito en la red carre-



tera, utilizando para ello los datos que SAHOP ha venido obteniendo a través de las estaciones de aforo y estudios origen-destino. Esta información, con el debido tratamiento estadístico, ha servido de base para conocer los niveles de tránsito en las carreteras que integran la red, así como sus tendencias en un futuro próximo, además de proporcionar elementos de juicio para establecer prioridades en la materia.

Para el cálculo de las tendencias de crecimiento, además del tratamiento estadístico de los datos de aforos, se tomó otro tipo de indicadores de carácter económico y demográfico, los cuales se emplearon en el desarrollo del estudio que permitió la definición del Esquema Director de Carreteras, que constituyó un apoyo técnico importante para el Programa.

En cuanto a la evolución del tránsito, para las proyecciones a corto plazo, ésta se estimó con base en la extrapolación de las tendencias pasadas. A más largo plazo, tal método puede dar resultados erróneos; por consiguiente, se recurrió a las previsiones ya existentes de la población y del producto interno bruto, aprovechando la correlación que existe entre ellos y el tránsito.

Finalmente, y con el propósito de obtener una orientación en materia de tasas de crecimiento, se procedió a analizar series es-

estadísticas de vehículos registrados en el país, en sus diferentes tipos, así como su distribución por Entidad Federativa.

Para determinar los tramos carreteros más transitados, se procedió a representar gráficamente los volúmenes de tránsito que, a través de las estaciones de aforo, se han venido registrando en las diferentes carreteras que integran la red básica. Esta representación se apoyó en la estratificación de los flujos conforme a rangos que varían desde menos de 1 000 vehículos diarios hasta más de 11 000 vehículos por día.

Con el propósito de contar con mayores elementos de juicio para la generación de alternativas, se procedió a clasificar el tránsito registrado en los diferentes tramos en estudio, en local y de largo itinerario, utilizando para ello la información proveniente de estudios origen-destino y del análisis que de los mismos se efectuó para la definición del esquema director de la infraestructura carretera.

Así, en los casos en que el tránsito local — entendido como aquel que tiene su origen y destino no más allá de los puntos servidos por el tramo en estudio — resultó mayoritario, las alternativas de solución se concretaron a la ampliación o mejoramiento de la ruta actual, mientras que en el caso contrario, se consideró también como alternativa la construcción de una ruta

alterna.

La suma de proposiciones de carreteras de los planes estatales, Plan Nacional de Desarrollo Urbano, más el Esquema Director - de Carreteras y el Plan Nacional de Modernización de la Red -- Carretera, y tomando en cuenta las obras en proceso, permitieron que surgieran las proposiciones que una vez analizado su - posible trazo y su costo, fueron sometidas a un análisis beneficio-costos que permitió conocer su rentabilidad.

La jerarquización de estas obras para su inclusión en programas, considera la rentabilidad, el número de habitantes integrados, el número de hectáreas productivas integradas, el número de vehí - culos que transitarán en un cierto año de la puesta en operación, su apoyo a zonas prioritarias del Plan Nacional de Desarrollo -- Urbano, su apoyo a ciudades intermedias, su contribución a la - concentración de población dispersa, su apoyo a otros proyectos y su aportación a la ordenación del territorio nacional.

#### 2.4 Criterio de Evaluación de Proyectos.

La evaluación de proyectos pretende en lo general, relacionar - los efectos principales de la inversión con los costos totales - asociados a un proyecto, ambos cuantificados a lo largo de un - periodo usualmente llamado horizonte económico.

Los proyectos carreteros, enmarcados en los planes sectoriales - que afectan a la Red Nacional de Caminos, a sus usuarios a las - interacciones de variados géneros entre los sectores productivos, - tienen distintos efectos y funciones dominantes; unos se desti - nan al servicio de las zonas desarrolladas buscando promover - bajas en los costos de transporte; otros, denominados de pene - tración económica, se proponen para el fomento de las econo - mías de mercados, para desalentar situaciones de autoconsumo - y para propiciar el uso de áreas agropecuarias potenciales; los - terceros de orden social, se construyen con el objeto de llevar - a las zonas del país aún no comunicadas, los servicios de edu - cación, salubridad, justicia y todos los que requiere la socie - dad en su conjunto.

En los primeros casos es posible cuantificar los beneficios eco - nómicos derivados de la inversión, con cierta precisión. Para - ello, la medida de la productividad del capital para invertir se - puede valorar de dos maneras distintas, al comparar los benefi -

cios y los costos inherentes a un proyecto.

La primera consiste en la obtención de un índice de rentabilidad que resulta de dividir la suma de los beneficios entre la suma de los costos que se generan a lo largo del horizonte económico que se contempla, ambas consideradas a valor presente, mediante la equivalencia financiera de la actualización. Al fijar una tasa de actualización y desarrollar el cociente mencionado, el proyecto así calificado será económicamente viable si tal relación es mayor que la unidad.

Cuando se trata de estimar con mayor precisión la productividad que dentro de un proyecto tienen los factores de producción empleados, se conviene en utilizar el concepto de tasa interna de retorno, tasa de rendimiento del capital, o tasa que hace iguales los valores presentes, a un año dado, de las corrientes de costos y beneficios asociados al proyecto.

Los proyectos en zonas desarrolladas y los proyectos de penetración económica, se evalúan con base a la relación beneficio-coste y a la tasa interna de retorno, antes mencionada. Sin embargo, conviene aclarar que la estimación de los beneficios se lleva a cabo en forma muy diferente en cada uno de estos casos, en virtud de que los efectos de la inversión se cuantifican, para las zonas desarrolladas en función de los ahorros de

los usuarios y para los caminos de penetración fundamentalmente en base al incremento en el producto atribuible al proyecto, conforme se explicará posteriormente.

#### 2.4.1 Proyecto en Zonas Desarrolladas.

Los efectos principales de este tipo de inversiones se traducen en ahorros en los costos de transporte, al reducir los insumos -- por concepto de menores tiempos por emplear, menores distancias por recorrer, mejores condiciones de circulación y supresión de actuales o posibles situaciones de congestionamiento.

Los proyectos carreteros en zonas desarrolladas, producen efectos muy diversos en la economía regional, tales como: fomento de actividades agrícolas, industriales y turísticas; incremento en el valor de las tierras; mayor recaudación de impuestos; facilidades para la implantación de servicios sociales, etc. Sin embargo, su cuantificación resulta problemática especialmente por la carencia de datos estadísticos suficientes y de los medios -- para realizar investigaciones directas profundas en cada caso -- particular. Por ello, se parte de la hipótesis de que los efectos mencionados se reflejan finalmente en incrementos a los volúmenes de tránsito establecidos y se opta por medir los beneficios a través de los ahorros en tiempo y en costos de operación que se ofrecen a los usuarios con el nuevo proyecto. El

argumento que permite valorar los ahorros, está constituido por los costos de operación de cada tipo de vehículo a diferentes velocidades de circulación, y por el valor del tiempo de los usuarios.

#### Ahorros en Costos de Operación

La cuantificación de este tipo de ahorro se establece como la diferencia entre los costos de operar en las condiciones actuales y los que corresponderían a la obra planteada.

Los costos de operación para cada tipo de vehículo se definen en función de: los consumos de combustibles, lubricantes y llantas, el valor de la depreciación, los intereses del capital y los gastos de mantenimiento. Los costos son variables de acuerdo a las velocidades de operación, al estado físico de la superficie de rodamiento y a las condiciones de pendiente y curvatura. la diferencia entre los costos con que se opera en la carretera existente y los costos que se prevén con las nuevas obras, se asignan como beneficios al proyecto en estudio.

#### Ahorro en Tiempo.

Los costos horarios se establecen en dos rangos: los que corresponden al valor de la hora-hombre, de operadores de vehículos y los que se aplican al valor del tiempo de las personas en via

jes de negocios. En el primer caso se toman en cuenta los salarios vigentes para operadores y en el segundo se efectúan estimaciones sobre el ingreso, con base a datos estadísticos, por rangos de población.

#### Volumen de Tránsito.

Al realizar una obra como las que se plantean las tasas de crecimiento del tránsito se verán alteradas tanto por el impacto mismo de la obra como por las ventajas que se ofrezcan al usuario; por lo que el tránsito que circula por las nuevas obras estará - constituido por:

- a) El tránsito inducido, aquel que opta por la nueva ruta en virtud de las ventajas que ella ofrece.
- b) El tránsito generado, que se origina por el desarrollo económico que la obra provoca en su zona de influencia o - por que las condiciones que se presentan para viajar son tan favorables que lo invitan a hacer algunos recorridos - a lugares que antes no le eran atractivos. Los beneficios que se consideran a este tipo de tránsito son del - orden de la mitad del tránsito inducido.
- c) El tránsito habitual, aquel que permanece en la ruta actual, ya que por las condiciones obligadas en su recorrido (tránsito local), o porque las obras propuestas alivian



durante varios años situaciones de congestión que ya se presentan o que pudieran presentarse en el horizonte de tiempo analizado, en cuyo caso se cuantifican los beneficios por supresión de congestión, en función del volumen de tránsito que permanecerá en la carretera actual.

En el caso de ampliaciones de dos a cuatro carriles en carreteras ya existentes el tipo de tránsito que se presenta es el habitual y el tránsito generado únicamente.

Estos datos de tránsito, su volumen, su composición y sus tasas de crecimiento se obtienen a partir del manejo de los registros de estaciones de aforos temporales, estaciones maestras de cómputo continuo y estudios de origen y destino, los cuales nos permiten proyectar el tránsito en el horizonte económico considerado.

Costos del Proyecto.- Los costos del proyecto son los determinados en el anteproyecto, realizado por la Dirección General de Carreteras Federales de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, para las características geométricas señaladas en el análisis de cada una de las obras.

Costos de Conservación.- Los costos de conservación se refieren a las inversiones anuales que se requieren para mantener

on buenas condiciones de operación la obra en cuestión.

Costos de Operación.- Estos costos corresponden a los gastos on que se incurre para efectuar el cobro de las cuotas.

Cuantificación de Beneficios.- Una vez conocidos los ahorros en tiempo, y en costos de operación para cada tipo de vehículo de acuerdo con sus respectivas velocidades de circulación, los beneficios totales se cuantifican en función del número de vehículos anuales y de la composición del tránsito, mediante la diferencia en valor con o sin el proyecto, en todo el horizonte económico.

#### 2.4.2 Proyectos de Poneración Económica.

México cuenta con amplias regiones potencialmente productivas--cuyos recursos no han sido suficientemente explotados. En el sector agrícola la superficie total cultivable, en función de los factores suelo y agua, es de 30 millones de hectáreas, de las cuales actualmente se aprovechan sólo 18 millones. El resto requiere para su incorporación a la producción nacional, de obras de infraestructura entre las que destacan en forma importante -- las vías de comunicación.

En efecto, la infraestructura para el transporte que, siendo potencialmente productivas, sólo son explotadas para los requeri-

mientos mínimos de autoconsumo, entre otras razones por la in-  
costeabilidad de transportar los excedentes de la producción a -  
costos muy elevados, hacia los mercados nacionales. El dotar-  
de medios de comunicación a esas regiones ofrece las perspecti-  
va de incrementar notablemente la productividad mediante la tec-  
nificación progresiva de las actividades agropecuarias y el uso-  
adecuado de los fertilizantes, el agua y las obras de preserva-  
ción de los suelos.

En relación con los recursos silvícolas, la reserva forestal na-  
cional sobrepasa los 40 millones de hectáreas, de las cuales -  
solo un bajo porcentaje se encuentra en producción comercial. -  
En la misma forma, se cuenta también con yacimientos mineros-  
y amplias posibilidades de aprovechamientos pesqueros que pue-  
den contribuir al desenvolvimiento económico del país.

Resulta evidente que las carreteras de penetración que se cons-  
truyen hacia las regiones potencialmente productivas, dan lugar  
a efectos diversos en la economía nacional, tales como: incre-  
mentos en el producto regional, disminución en los costos de -  
transporte y mejoramiento en el nivel de vida de la población.-  
Sin embargo, cuando se habla de proyectos de penetración, se-  
entiende que su objetivo primordial es lograr el primero de los-  
efectos mencionados, o sea el incremento en el valor del pro-  
ducto mediante un mejor aprovechamiento de los recursos poten-

ciales.

Los beneficios que se derivan de este último concepto se cuantifican mediante el valor del incremento del producto, en la zona de influencia del proyecto que, puede atribuirse directamente a la construcción de la carretera en estudio.

Su estimación implica un proceso laborioso de análisis para definir tanto el valor de la producción actual como el de la futura. Para ello es necesario delimitar primeramente la amplitud de la zona de influencia del camino. Posteriormente se efectúan estimaciones sobre la producción actual y futura, dentro de esa zona. Para esto se cuenta con auxilio de datos estadísticos sobre áreas cultivadas y cultivables, productos de la región, rendimiento por hectáreas, valor por tonelada en cada producto, índice de agostadero, etc. También se dispone de planos topográficos, planos de uso del suelo, de zonas de riego, forestales y de investigaciones directas en el lugar, cuando ello es posible.

Para el análisis de los proyectos se efectúa la evaluación con el criterio de beneficio-costos, que lleva implícito el cálculo de los beneficios y de los costos en cada uno de los años del horizonte que se analiza. Por lo que toca a los beneficios, se considera como tales los que se originan por el incremento en el valor del producto, los ahorros en costos de transporte y los

efectos de carácter social. En lo referente a los costos, se toman en cuenta tanto los de construcción y de eventuales reconstrucciones, como los propios de conservación.

Los beneficios económicos acontecen dentro del área de influencia, que se delimita teniendo en cuenta la configuración topográfica, los ríos, las montañas y la existencia de los caminos en operación. No se excederá la amplitud de la zona de influencia de 10 kilómetros a cada lado del eje del camino, salvo en casos especiales.

Para obtener los incrementos netos en el valor del producto atribuibles a la construcción del camino, se hacen estimaciones con base en los siguientes aspectos:

1. Clasificación y Aprovechamiento del Suelo,

Las áreas municipales de la zona de influencia, las cultivadas, las cosechas, las de riego o de temporal y las de agostadero, se determinan con base a los datos estadísticos disponibles, mismos que se ajustan de acuerdo a las investigaciones que se puedan realizar en la zona de influencia de los proyectos.

2. Producción Agrícola y Forestal Actual,

Su cuantificación se efectúa por rubros o productos principales de la región, con detalles de superficie, volumen de producción

y valor monetario.

3. Producción Ganadera Actual.

El valor de la producción ganadera se obtiene por medio de los datos registrados en las zonas beneficiadas, o en las uniones-regionales ganaderas.

Con la obtención de los datos anteriormente descritas, es posible cuantificar el valor de la producción actual. A continuación se indica la forma en que se obtiene el probable incremento futuro para que, por diferencia y una vez restado el valor de los insumos, sea posible determinar, como beneficio económico, el aumento del valor del producto conforme a la posibilidad de explotar nuevas áreas potencialmente productivas.

Cabe hacer notar que, en México por diferentes razones especialmente de orden climatológico, sólo una parte de las áreas cultivadas se llegan a cosechar. Por ello, al calcular la disponibilidad de nuevas tierras, se considera que solamente un cierto porcentaje de ellas será productivo.

4. Superficie Potencial Cultivable.

La cifra total de este renglón se define por los datos municipales disponibles, que permiten estimar las áreas que teóricamente pudieran dedicarse tanto a la agricultura como a la ganadería;

sin embargo, se supone que habrá una preferencia por la agricultura y por lo tanto, a las áreas agrícolas, se añade en algunas ocasiones parte de las áreas que teóricamente serían de agostadero.

5. Superficie Potencial Cosechable.

La proporción de áreas cosechables en relación a las cultivables, se establece de acuerdo a los datos estadísticos que, al respecto han sido observados en la región.

6. Superficie Pecuaria Aprovechable.

Se considera que teóricamente es posible aprovechar las áreas de agostadero en su totalidad, hacia el quinto año posterior a la fecha de terminación del camino; sin embargo, en algunos casos se establece en función del número de habitantes localizados en la zona y de su distribución en la misma.

7. Quantificación de Beneficios.

Una vez definidas las áreas potencialmente aprovechables, el valor de la producción se establece, para el caso de la agricultura, con base en los rendimientos medios de la región, por productos principales; el valor de la producción ganadera se determina teniendo en cuenta los índices de agostadero regionales.

la tasa media de extracción anual porcentaje de cabezas vendidas en relación a la población ganadera total y el precio por tonelada de carne que rige en la zona.

Por lo que respecta al monto de los insumos, que habrá que registrar del valor de la producción agrícola, considerados como tales tanto los materiales como los gastos de maquinaria y equipo, se hace la estimación como un porcentaje de valor producido de -- acuerdo a las condiciones especiales de cada proyecto, pero que en ningún caso es inferior al 15%. El monto de beneficios varía a lo largo del tiempo; en los primeros cinco años, las tasas de incrementos son más elevadas y posteriormente tienden a disminuir, hasta permanecer constantes hacia el final del horizonte económico analizado.

#### 8. Índices de Evaluación.

Definidas las series de beneficios y costos inherentes al proyecto, en el horizonte económico contemplado, es factible obtener tanto la relación beneficio-costos, con valores actualizados en -- nuestro caso con una tasa de descuento anual.

Los índices así definidos permiten seleccionar, dentro de la -- gran demanda de este tipo de proyectos que se presenta en el -- país, las obras que pudieran tener prioridad desde el punto de



vista de su justificación económica.

#### 2.4.3 Proyecto de Función Social.

El establecimiento de una comunicación permanente entre la red vial y las zonas de escasa potencialidad económica, promueve un cambio definitivo en el modo de vida de sus habitantes, al hacerles llegar los beneficios de la educación, la salubridad, la aplicación de la ley y otros servicios. La dificultad de cuantificar esos beneficios para la colectividad, ha conducido a un criterio de justificación económica que se basa en lograr el óptimo aprovechamiento de la inversión.

Para ello, se da prioridad a los proyectos de más bajo costo -- por habitante servido.

Sin embargo, como indicadores auxiliares también se consideran: el número de hectáreas que como consecuencia de la obra se puede agregar al cultivo, la generación de empleos que se provoca al realizar este tipo de proyecto con mano de obra y, consecuentemente la elevación del ingreso en la propia zona. -- Como caso particular cuando el financiamiento del proyecto se efectúa con la participación económica de los beneficiarios, se analiza la capacidad de cooperación de los mismos determinándose el costo por habitante servido y una relación del valor de la producción actual por habitante o por jefe de familia.

Por otra parte, cuando el análisis se refiere a grupos de proyectos de este tipo, se hacen estimaciones en cuanto al número de empleos generados por la construcción de las obras siempre que es posible, se da preferencia a la utilización de mano de obra local y al número de hectáreas que se incorporan a la producción agropecuaria de la región.

Información Básica.- Como los criterios de evaluación sólo reflejan la parte "cuantificable" de los beneficios percibidos por el proyecto, se acompaña a cada estudio de evaluación de un documento que contiene datos necesarios para ubicar la obra física y económicamente dentro del contexto en que se encuentra.

Estos datos son:

#### Localización Geográfica.

La localización geográfica de la obra en estudio, estará apoyada en gran parte por la elaboración de un croquis que muestre la zona de influencia del proyecto, así como los principales núcleos de población beneficiados.

El rubro de localización contendrá los siguientes puntos:

- a) Longitud del proyecto.

- b) Mención del o de los Estados donde ubica, así como --  
los municipios beneficiados.

#### Descripción de la Zona.

Se analizarán las cartas geográficas correspondientes, mencionando la altitud que registra la zona, así como sus recursos hidrológicos, el clima predominante, la temperatura media anual, precipitación pluvial y tipos de suelo y de vegetación. En el caso de un proyecto de penetración económica, se mencionará la superficie aproximada en km<sup>2</sup> que se incorporará al proceso productivo.

#### Demografía.

Con base en los censos generales de población correspondientes a los años 1960 y 1970, se registrará la población existente para ambos años, a fin de obtener la tasa de crecimiento demográfico y la densidad respectiva y la población estimada actual, a nivel municipal y de zona de influencia. Se examinará la población económicamente activa en ambos años, observando cual ha sido su evolución respecto a la total y la de las actividades sectoriales. Se analizará la estructura general de la distribución del ingreso de la población económicamente activa además del cálculo del ingreso medio mensual, así como los in

gresos per-cápita reales en la zona de influencia del camino.

#### Infraestructura.

Se describirán las diversas obras que constituyen la infraestructura básica para el desarrollo regional, de la zona donde se lo caliza el camino.

- a) Carreteras
- b) Vías Férreas
- c) Aeropuertos y Pistas Aéreas
- d) Distribución y Generación de Energía Eléctrica
- e) Obras de Riego
- f) Educación
- g) Salubridad y
- h) Otros

#### Actividades Económicas.

En base a los datos que proporcionan los censos agrícolas Ganaderos y Edificiales, correspondientes a los años 1960 y 1970, se obtendrán los siguientes indicadores:

- a) Superficie de labor en hectáreas por municipios
- b) Clasificación de la superficie de labor (temporal, humedad, riego y frutales)
- c) Superficie Cosechada

- d) Mención de los principales productos cosechados, señalando la superficie cosechada de cada uno de ellos, actualizando tanto los rendimientos respectivos como el valor de los insumos.
- e) En cuanto a las actividades ganaderas, y de acuerdo a las actividades ganaderas, y de acuerdo a las mismas -- fuentes de información, se señalará la producción ganadera actual por municipio y zona de influencia; así como -- la tasa de extracción de esta última (15% Promedio). Para el peso promedio y el precio unitario por Ton/carne, -- Se utilizarán las estadísticas municipales o por Estado -- de las Uniones Regionales Ganaderas u otras estadísti -- cas de carácter oficial.
- f) En relación las actividades industriales se mencionarán los siguientes indicadores:
- Número de empresas
  - Número de Personas ocupadas
  - Capital invertido
  - Principales actividades

Datos de Tránsito.

Contendrá datos de localización y resultados de estaciones de -- aforo en la zona donde se ubica el camino en estudio.

Efectos de la inversión, en base a las funciones específicas de la obra.

C A P Í T U L O 3,P R O Y E C T O

Elementos Básicos del Proyecto.

El proyecto geométrico de un camino está basado en ciertas -- características físicas del individuo como usuario del camino, -- de los vehículos y del camino mismo.

- 3.1 El usuario en la planeación y el proyecto de carreteras así co -- mo el control y la operación del tránsito, se requiere del co -- nocimiento de las características físicas y psicológicas del -- usuario del camino. El ser humano, bien sea como peatón o -- como conductor, considerado individual o colectivamente, es -- el elemento crítico en la determinación de muchas de las ca -- racterísticas del tránsito.

Las siguientes condiciones del medio ambiente pueden afectar -- el comportamiento del usuario: 1) la tierra: su uso y activida -- des; 2) el ambiente atmosférico: estado del tiempo y visibili -- dad; 3) obras viales: carreteras, ferrocarriles, puentes y ter -- minales; 4) la corriente del tránsito y sus características, las -- cuales son manifiestas al usuario.

En tanto que estas condiciones ambientales estimulan al usua --

rio desde el exterior, éste se ve afectado también por su propio sistema orgánico. Por ejemplo, el alcohol, deficiencias físicas y aún problemas emocionales, influyen en el ser humano afectando su conducta en la corriente del tránsito.

La motivación, inteligencia, aprendizaje y estado emocional del usuario del camino, son otros elementos profundamente significativos en la operación del tránsito.

Visión del conductor.- De los sentidos del hombre, la visión es indudablemente el más importante, ya que a través de este sentido, el individuo obtiene información de lo que acontece a su alrededor; muchos de los problemas operacionales y de proyecto requieren del conocimiento de las características generales de la visión humana.

Se considera de importancia para la tarea de manejar, la agudeza visual, la visión periférica, la recuperación al deslumbramiento, la percepción de colores y la profundidad de percepción, es decir, que el conductor debe ser capaz de identificar objetos al mirar hacia adelante, de detectar el movimiento a sus lados, de ver el camino en la noche con escasez de luz y bajo condiciones de deslumbramiento y, por último, de distinguir colores de señales y semáforos y las distancias relativas de los diferentes objetos.



Agudeza visual.- Uno de los datos más importantes acerca del ojo, es la agudeza visual. La máxima agudeza visual tiene lugar en un momento dado, en una pequeña porción del campo visual, limitada por un cono cuyo ángulo es de 3 grados; sin embargo, es bastante sensible dentro de un cono visual de 5 a 6 grados y regularmente clara hasta 10 grados, siendo este el punto en el cual la agudez visual disminuye rápidamente.

Movimiento del ojo. Debido a que el campo de visión del conductor está limitado, éste mueve los ojos sobre aquellas áreas que considera significativas; es por ello que la velocidad con que se mueven viene a ser de suma importancia conforme la velocidad del tránsito aumenta.

Visión periférica.- Estudios de conductores muestran que el ángulo central total de visión periférica, usualmente varía entre  $120^{\circ}$  y  $160^{\circ}$ , pero debido a la concentración visual, el rango de visión periférica efectiva se contrae al incrementarse la velocidad, desde un ángulo central de  $100^{\circ}$  a 30 km/h. hasta un ángulo de  $40^{\circ}$  a 100 km/h.

Si bien es cierto que para muchas situaciones del tránsito se confía en la visión periférica, un buen proyecto y regulación adecuada no se apoya en la visión periférica de los conductores, sino en el cono de agudeza visual.

Visión en condiciones de deslumbramiento.- Algunas condiciones como son la salida de túneles, la iluminación de las calles y el deslumbramiento por los faros de los otros vehículos, exigen del conductor un esfuerzo de adaptabilidad a los cambios de luz. En tanto que la reacción pupilar a los cambios de luz compensa cuando mucho en 70 veces el incremento de luz externa, el cambio de luz del día a la noche varía en relaciones de millones a uno. La adaptación residual al cambio de luz es una función de la retina. Al pasar de la obscuridad a la luz, el ojo se adapta por sí mismo mucho más rápido que cuando pasa de la luz a la obscuridad. La operación del tránsito y la iluminación deben tomar en cuenta este problema de recuperación al pasar a condiciones de iluminación mucho más bajas después de entrar a un túnel o al encontrarse con deslumbramientos producidos por los faros de los vehículos.

Percepción del espacio.- Los valores del espacio y del tiempo de percepción basados en la visión, permiten que el conductor se forme juicios de su propio comportamiento, así como del comportamiento de los demás, en la corriente del tránsito.

Los tamaños y formas de los detalles que se perciben y su posición relativa permiten que el usuario se forme juicio del espacio; este juicio, sin embargo, está sujeto a variación, debi

do a factores tales como la convergencia de los ojos para acomodarse a la visión binocular, la tensión nerviosa para ver a través de la niebla o del humo, etc.

Ejemplos de la necesidad que tiene el conductor para percibir el espacio, son el uso de marcas en el pavimento, guías para estacionamiento, delineación de calles y entronque para obtener ángulos visuales grandes, etc.

Altura del ojo del conductor.- La altura del ojo del conductor sobre la superficie del camino ha sufrido una disminución gradual a través de los años, reduciendo la distancia de visibilidad en muchas situaciones.

Las dimensiones representativas de la altura del ojo del conductor son importantes en el proyecto geométrico para el cálculo de distancia de visibilidad.

La variación de la altura del ojo es función de las características, tanto de los vehículos como de los conductores. De acuerdo con investigaciones efectuadas en Estados Unidos de América, durante el periodo de 1930 a 1960, la altura promedio del vehículo disminuyó de 1.70 m. a 1.40 m. con el correspondiente cambio en la altura del ojo del conductor, de 1.50 m. a 1.20 m. Debido a que estas variaciones en la altura del ojo-

significaron una disminución en la distancia de visibilidad en curvas verticales en cresta, la altura del ojo fué cambiada para fines de especificación, de 1.37 m. a 1.14 m. y la altura del objeto se aumentó de 0.10 m. a 0.15 m.

Tiempo de reacción del conductor.- El breve intervalo de tiempo entre ver, oír o sentir y empezar a actuar en respuesta al estímulo de una situación del tránsito o del camino, se conoce como "tiempo de reacción". Idealmente esta respuesta del conductor requiere de un tiempo para percepción, intelección, emoción y volición (voluntad). Así, mientras más compleja viene a ser una situación, el conductor debe disponer del tiempo suficiente para hacer una evaluación apropiada de todos los factores que intervienen, con el fin de reaccionar con seguridad. El tiempo requerido para esta acción, puede variar desde 0.5 segundos para situaciones simples, hasta 3 o 4 segundos para situaciones más complejas. Se ha encontrado que la respuesta a estímulos visuales, es un poco más lenta que la de los estímulos audibles o a los del tacto, como puede verse en la siguiente tabla:

Estímulo	Tiempo de Reacción en segundos
Luz	0.18
Sonido	0.14
Tacto	0.14

---

### Respuesta a Diferentes Estímulos.

Los tiempos de reacción del conductor están involucradas en - la determinación de distancias de visibilidad de parada, velocidades de seguridad en los accesos a intersecciones y en programación de semáforos.

### 3.2 El Vehículo.

Una carretera tiene por objeto permitir la circulación rápida, - económica, segura y cómoda, de vehículos autopropulsados sujetos al control de un conductor. Por tanto, la carretera debe proyectarse de acuerdo a las características del vehículo que - la va a usar y considerando en lo posible, las reacciones y - limitaciones del conductor.

En esta parte se expondrán las características del vehículo que deben tomarse en cuenta en el proyecto de una carretera, así como las características físicas y psicológicas del conductor, que complementan y/o modifican las características del vehiculo.

#### Clasificación.

En general, los vehículos que transitan por una carretera pue - den dividirse en vehículos ligeros, vehículos pesados y vehiculo





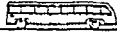
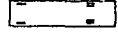
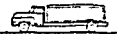
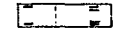
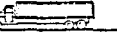
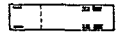
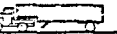
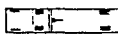
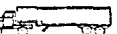
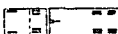
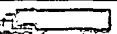
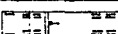

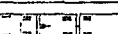
los especiales. Los vehículos ligeros son vehículos de carga y/o pasajeros, que tienen dos ejes y cuatro ruedas; se incluyen en esta denominación los automóviles, camionetas y las unidades ligeras de carga o pasajeros. Los vehículos pesados son unidades destinadas al transporte de carga o de pasajeros, de dos o más ejes y seis o más ruedas; en esta denominación se incluyen los camiones y los autobuses. Los vehículos especiales son aquellos que eventualmente transitan y/o cruzan el camino, tales como: camiones y remolques especiales para el transporte de troncos, minerales, maquinaria pesada u otros productos voluminosos; maquinaria agrícola; bicicletas y motocicletas; y en general, todos los demás vehículos no clasificados anteriormente, tales como vehículos deportivos y vehículos de tracción animal. Dado que la circulación de los vehículos especiales es eventual en la generalidad de las carreteras, las características de estos vehículos se utilizarán fundamentalmente para definir los gálibos de las estructuras, o bien, para el proyecto de vías de comunicación de uso especializado, tales como carreteras mineras o madereras, pistas y ciclopistas. -- La figura 3.1 muestra la clasificación general de los vehículos, así como la proporción en que intervienen en la corriente de tránsito, de acuerdo con los estudios de origen y destino, realizados hasta la fecha indicada.

### Características Geométricas y de Operación.

En el proyecto de los elementos de una carretera, deben tenerse en cuenta las características geométricas y de operación de los vehículos. Las características geométricas están definidas por las dimensiones y el radio de giro. Las características de operación están definidas principalmente por la relación peso/potencia, la cual en combinación con otras características del vehículo y conductor, determina la capacidad de aceleración y --desaceleración, la estabilidad en las curvas y los costos de operación.

Dado que una carretera debe proyectarse para que funcione eficientemente durante un determinado número de años, no deberán proyectarse para que funcione eficientemente durante un determinado número de años, no deberán proyectarse los caminos solamente en función de las características del vehículo actual, sino que deberán analizarse las tendencias generales de esas características a través de los años, para prever hasta donde sea posible las modificaciones futuras.

En México se carece actualmente de la información necesaria para definir las características de los vehículos y sus tendencias; sin embargo, dado que una gran parte de ellos son de --procedencia norteamericana, pueden utilizarse los datos obteni

TIPO DE VEHICULO	NUM. DE EJES	ESQUEMAS		SIMBOLO	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE CAMIONES	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE VEHICULOS	
		PERFIL	PLANTA				
VEHICULOS LIGEROS	AUTOMOVILES			Ap	—	46	
	CAMONETAS			Ac		12	
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES			B	—	12	
	CAMIONES			C2	73	100	30
				C3	13		
				T2-S1	7		
				T2-S2			
				T3-S2	7		
				T2-S1-R2			
		OTRAS COMBINACIONES					
	VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES Y/O REMOLQUES ESPECIALES		VARIABLE	En variable	VARIABLE	
		MAQUINARIA AGRICOLA					
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS						
	OTROS						

FUENTE: S.O.P.-

PROMEDIO DE LOS ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO DEL 1 AL 38 (1960 A 1971)

TABLA 3.1 CLASIFICACION GENERAL DE LOS VEHICULOS



dos en este país, pero tomando en cuenta el tipo de vehículo predominante en las carreteras mexicanas.

A) Dimensiones.- En la figura 3.2 se muestran las dimensiones de los vehículos ligeros y pesados que deben tomarse en cuenta para el proyecto geométrico de carreteras. Estas dimensiones son:

L = Longitud total de vehículo.

DE = Distancia entre los ejes más alejados de la unidad.

DET = Distancia entre los ejes más alejados del tractor.

DES = Distancia entre la articulación y el eje del semirremolque.

Cuando el semirremolque tiene ejes entándem, esta distancia se mide hasta el centro del tándem.

Vd = Vuelo delantero.

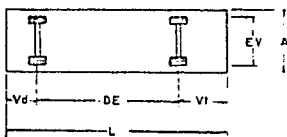
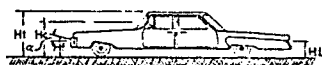
Vt = Vuelo trasero.

Tt = Distancia entre los ejes del tándem del tractor.

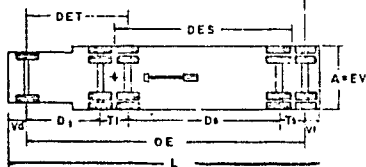
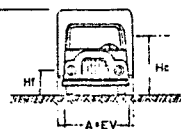
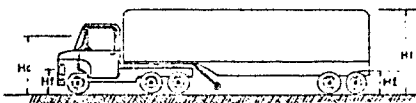
Ts = Distancia entre los ejes del tándem del semirremolque.

Dt = Distancia entre el eje delantero del tractor y el primer eje del tándem.

DS = Distancia entre el eje posterior del tándem del tractor



VEHICULO LIGERO



VEHICULO PESADO

FIGURA 2-2 DIMENSIONES DE LOS VEHICULOS LIGEROS Y PESADOS

= tor y el eje delantero del tándem del semirremolque.

A = Ancho total del vehículo.

EV = Distancia entre las caras extremas de las ruedas (entre vfa).

Ht = Altura total del vehículo.

Hc = Altura de los ojos del conductor.

Hf = Altura de los faros delanteros.

HI = Altura de las luces posteriores.

$\alpha$  = Angulo de desviación del haz luminoso de los faros.

Las dimensiones actuales de los vehículos ligeros y pesados varían dentro de rangos muy amplios, dependiendo del modelo y uso. Las dimensiones que deben emplearse para el proyecto geométrico de carreteras son las que corresponden al vehículo de proyecto, tal como se estipula a continuación.

#### Vehículos de Proyecto.

Un vehículo de proyecto es un vehículo hipotético cuyas características se emplearán para establecer los lineamientos que regirán el proyecto geométrico de caminos e intersecciones.

El vehículo de proyecto debe seleccionarse de manera que represente un porcentaje significativo del tránsito que circulará por el camino, y las tendencias de los fabricantes o modificar las características de los vehículos.

La AASHO ha establecido cuatro tipos de vehículos para proyecto: Uno representativo de los vehículos tipo  $A_p$  y  $A_c$ , otro para representar los vehículos tipo  $B$ ,  $C_2$  y  $C_3$ , otro para representar a los vehículos tipo  $T_2 - S_1$  y  $T_2 - S_2$  y, finalmente, otro para representar los vehículos tipo  $T_3 - S_2$  y demás combinaciones de más de cinco ejes.

Estos vehículos de proyecto fueron elegidos con base a la dis -

tribución del tránsito por tipos de vehículo predominante en la mayor parte de las carreteras de Estados Unidos de América. -- En México, el 42% de los vehículos pesados, de los cuales -- la mayor parte son camiones de dos ejes, contando también con un porcentaje considerable de autobuses suburbanos (ver tabla -- de clasificación general de los vehículos).

Considerando los hechos expuestos anteriormente y dado que en gran parte de la red nacional el volumen de tránsito es bajo, -- se ha optado por introducir un quinto vehículo de proyecto, re -- presentativo de los vehículos tipo  $C_2$ , el cual se emplearía en el proyecto de caminos secundarios que, por su composición -- del tránsito, no ameritan proyectarse para vehículos mayores.

En la tabla 3.3 de características de los vehículos de proyec -- to se hace un resumen de las mismas. La denominación de es -- tos vehículos está en función de la distancia entre ejes exter -- nos; así el vehículo DE - 1525 representa un vehículo con una -- distancia entre sus ejes externos de 15,25 m.

C A R A C T E R I S T I C A S		VEHICULO DE PROYECTO						
		DE-335	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525		
D I M E N S I O N E S E N C M.	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1678	
	Distancia entre ejes extremos del vehículo	DE	335	450	610	1220	1525	
	Distancia entre ejes extremos del tractor	DET	—	—	—	397	915	
	Distancia entre ejes del semirremolque	DES	—	—	—	762	610	
	Vuelo delantero	Vd	92	100	122	122	92	
	Vuelo trasero	Vt	153	180	183	183	61	
	Distancia entre ejes tandem tractor	T1	—	—	—	—	122	
	Distancia entre ejes tandem semirremolque	Ts	—	—	—	122	122	
	Distancia entre ejes interiores tractor	D1	—	—	—	397	408	
	Dist. entre ejes interiores tractor y semirremolque	Ds	—	—	—	701	793	
	Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259	
	Entrevía del vehículo	EV	183	244	259	259	259	
	Altura total del vehículo	Ht	167	214-412	214-412	214-412	214-412	
	Altura de los ejes del conductor	Hc	114	114	114	114	114	
	Altura de los faros delanteros	Hf	61	61	61	61	61	
	Altura de los faros traseros	Hl	61	61	61	61	61	
Angulo de desviación del haz de luz de los faros	α	1°	1°	1°	1°	1°		
Radio de giro mínimo (cm)	Rg	752	1040	1261	1220*	1372*		
Peso total (Kg)	Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000	
	Vehículo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000	
Relación Peso/Potencia (Kg/HP)	W/P	45	90	120	180	180		
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO		A <sub>2</sub> xAc	C2	B-C3	T2-S1	T3-S2	OTROS	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS (DE) ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A <sub>2</sub> xAc	99	100	100	100	100		
	C2	30	90	99	100	100		
	C3	10	75	99	100	100		
	T2-S1	0	0	1	80	99		
	T2-S2	0	0	1	93	78	100	98
	T3-S2	0	0	1	18	90		
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A <sub>2</sub> xAc	98	100	100	100	100		
	C2	62	98	100	100	100		
	C3	20	82	100	100	100		
	T2-S1	6	85	100	100	100		
	T2-S2	6	42	98	98	98		
	T3-S2	2	35	80	80	80		

TABLA 3.3 CARACTERISTICAS DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO

En las siguientes figuras se ilustran las principales dimensiones de los vehículos de proyecto, así como sus radios de giro mínimo y las trayectorias de las ruedas para esos radios en ángulos de vuelta de  $180^\circ$ .

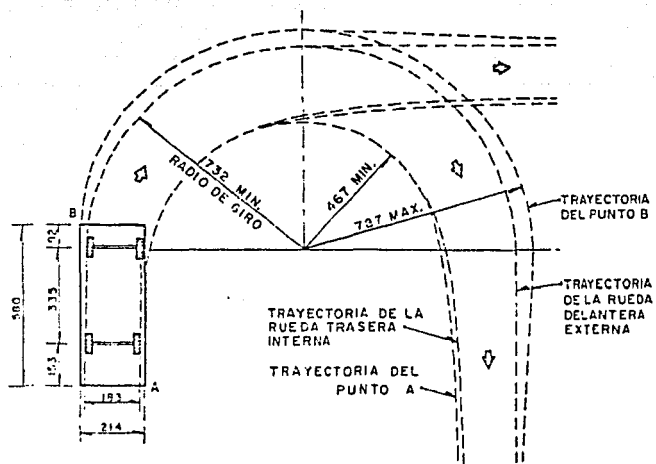


FIGURA E-11 CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE 335



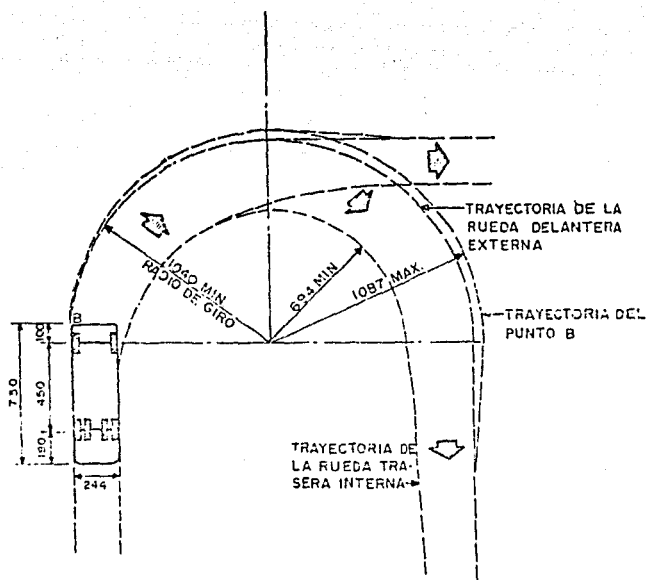


FIGURA 2.5 CARACTERÍSTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE-450

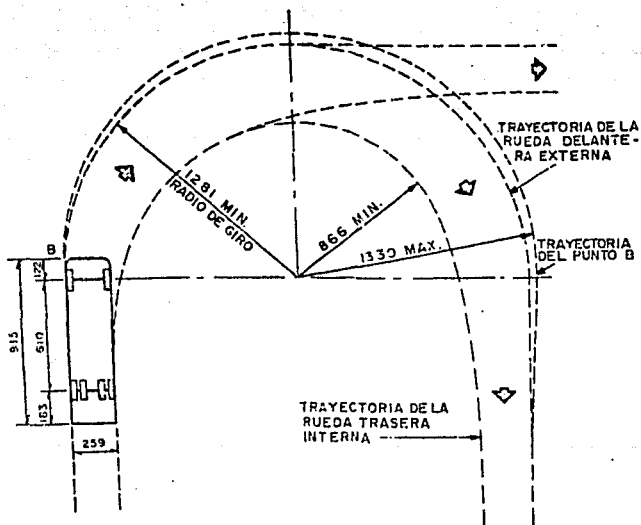


FIGURA 3.6 CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE-610

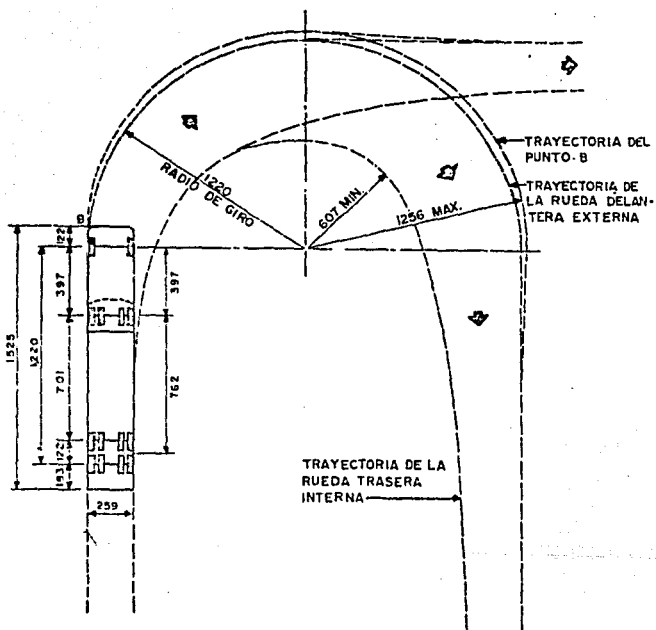


FIGURA 3.7 CARACTERISTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE-1220

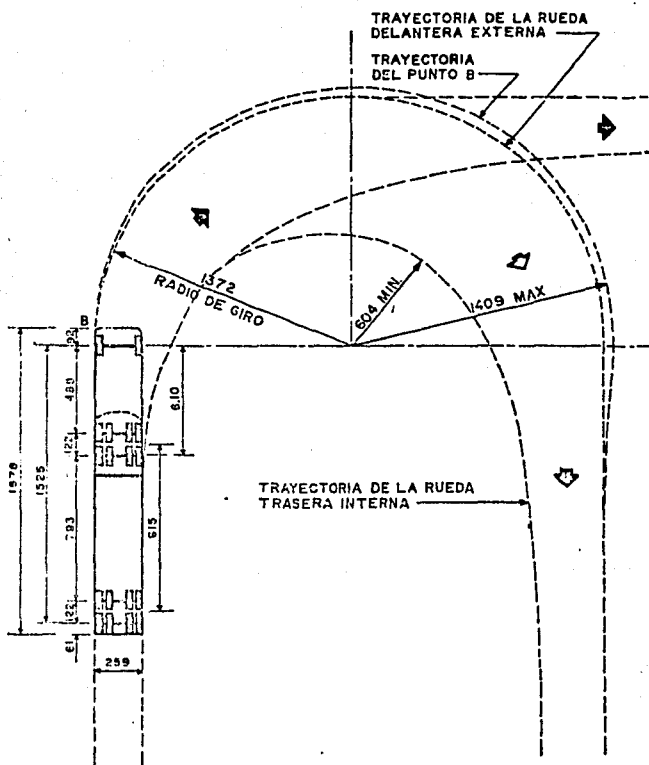


FIGURA 3. CARACTERÍSTICAS DEL VEHICULO DE PROYECTO DE-1325

En las figuras siguientes las gráficas 3.9 y 3.10 muestran el desplazamiento de la huella de los vehículos de proyecto, para ángulos de  $90^\circ$  y  $270^\circ$  respectivamente, de donde puede obtenerse el desplazamiento de la huella  $d$  y, por tanto la distancia entre huellas externas  $U$  para los diferentes vehículos de proyecto, para diferentes radios de giro y para ángulos de vuelta de  $90^\circ$  y  $270^\circ$ . Estas gráficas están basadas en pruebas con modelos a escala.

Las gráficas se usan como sigue:

- A) Con el radio de giro  $R_G$  y la distancia entre ejes del camión o tractor (DE o DET), se obtiene un primer desplazamiento de la huella. El desplazamiento así obtenido será el total para los vehículos tipo DE - 335, DE - 450 y DE - 610.
- B) Si el vehículo es articulado, tal como DE - 1220 y el DE - 1525, al desplazamiento anterior deberá sumársele el desplazamiento del semirremolque. Para encontrar este segundo desplazamiento se obtiene el radio de giro del semirremolque, que será el radio de giro del tractor menos el desplazamiento calculado en el inciso A). Con este radio de giro y la distancia entre ejes del semirremolque (DES), se entra en la gráfica y se encuentra el despla-

miento de la unidad articulada.

Para ilustrar el uso de las gráficas, supóngase que se quiere encontrar la distancia entre huellas externas del vehículo DE - 1525 cuando efectúa una vuelta de  $270^\circ$  con un radio de giro de 39 m. De la gráfica para un ángulo de vuelta de  $270^\circ$ , entrando con 39 m. que es el radio de giro del tractor, intersectando la curva DET - 610 se obtiene que el primer desplazamiento de la huella es igual a 0.48 m.

El radio de giro del semirremolque es igual a la diferencia entre el radio de giro del tractor y el primer desplazamiento de la huella, es decir,  $39.00 - 0.48 = 38.52$  m.

En la misma figura, entrando con el radio de giro del semirremolque e intersectando la curva DES - 915, se obtiene que el desplazamiento de la huella del semirremolque es igual a - - 1.12 m. El desplazamiento total de la huella será:  $0.48 + 1.12 = 1.60$  m. La distancia entre huella externa será: - -  $U = d + EV = 1.60 + 2.59 = 4.19$  m.

Tránsito.

Al proyectar una carretera, la selección del tipo de camino, - las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente de la demanda, es decir, del volumen de tránsito

o que circulará en un intervalo de tiempo dado, su variación, su tasa de crecimiento y su composición.

Un error en la determinación de estos datos ocasionará que la carretera funcione durante el periodo de previsión, bien con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para los que se proyectó o que se presenten problemas de congestión.

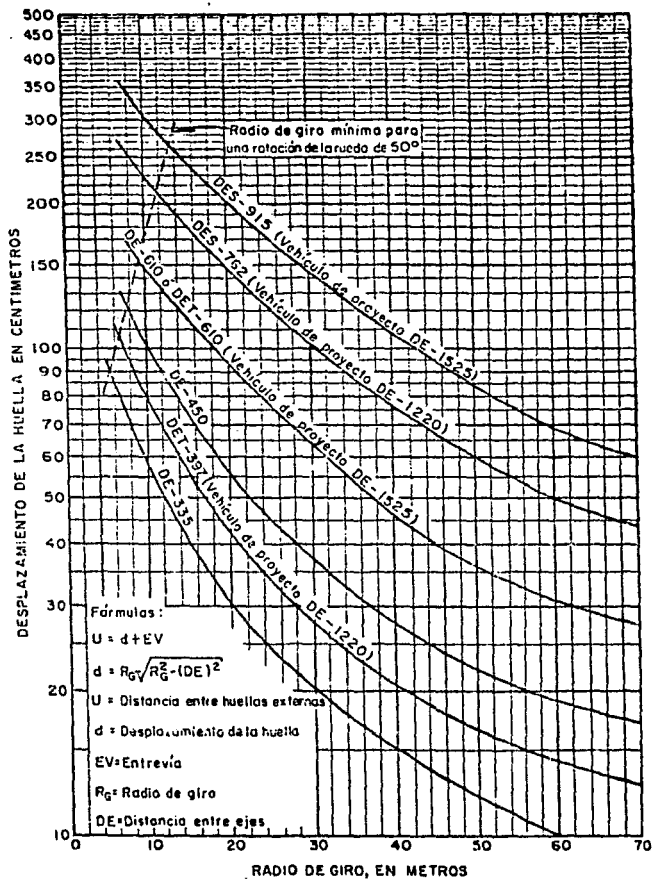


FIGURA 5.9 DESPLAZAMIENTO DE LA HUELTA DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO, PARA UN ANGULO DE VUELTA DE 90°



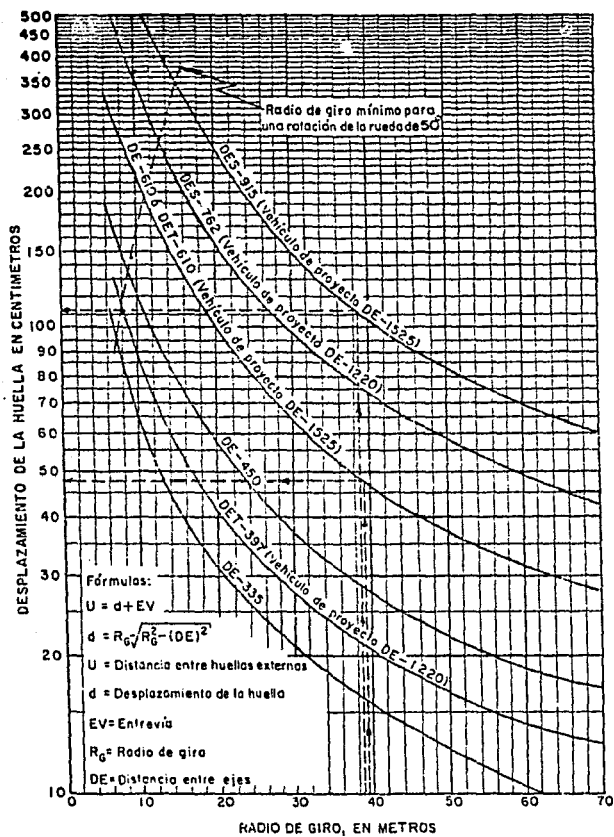


FIGURA 3.10 DESPLAZAMIENTO DE LA HUELLA DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO, PARA UN ANGULO DE VUELTA DE 270°

**Definiciones.**

Volumen de tránsito.- Es el número de vehículos que pasan - por un tramo de la carretera en un intervalo de tiempo dado: - los intervalos más usuales son la hora y el día y se tiene el tránsito horario TH y el tránsito diario TD.

Densidad de tránsito.- Es el número de vehículos que se en-  
cuentran en una cierta longitud de camino en un instante dado.

Tránsito promedio diario.- Es el promedio de los volúmenes - diarios registrados en un determinado periodo. Los más usua- les son el tránsito promedio diario semanal TPDS y el tránsito promedio diario anual TPDA.

Tránsito máximo horario.- Es el máximo número de vehículos que pasan en un tramo del camino durante una hora, para un - lapso establecido de observación normalmente un año.

Volumen horario de proyecto.- Volumen horario de tránsito que servirá para determinar las características geométricas del ca-  
mino. Se representa como VHP.

Tránsito generado.- Es el volumen de tránsito que se origina por la construcción o mejoramiento de la carretera y/o por el - desarrollo de la zona por donde cruza.

Tránsito desviado o inducido.- Es la parte del volumen de -- tránsito que circulaba antes por otra carretera y cambia su itinerario para pasar por la que se construye o se mejora.

Determinación del volumen de tránsito.- Para conocer los volúmenes de tránsito en los diferentes tramos de una carretera - se utilizan como fuentes los datos obtenidos de los estudios - de origen y destino, los aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes.

- A) Estudios origen y destino.- Su objetivo primordial es -- conocer el movimiento del tránsito en cuanto a los puntos de partida y de términos de los viajes: adicionalmente se obtienen datos del comportamiento del tránsito, tanto en lo que se refiere a su magnitud y composición como a -- los diversos tipos de productos que se transportan. Esto último con miras a determinar el grado de desarrollo de - los sectores que integran la vida económica y social y - la localización de los centros productores y consumidores.

El método más apropiado para este tipo de estudios en ca-  
rreteras es el de las entrevistas directa, ya que se obtie-  
nen en forma rápida y eficiente el origen, destino y un -  
punto intermedio del viaje de cada conductor entrevistado,  
que es precisamente la estación. La duración de cada -

uno de estos estudios es variable, dependiendo del grado de confianza requerido.

En estos estudios se registran las rutas de los diferentes tipos de vehículos y los productos o pasajeros que transportan por cada sentido, el motivo del viaje, así como las longitudes de recorrido. Se incluyen los volúmenes horarios de los diferentes tipos de vehículos registrados, por sentidos de circulación.

En los estudios recientes se han registrado, además modelos y marcas de los vehículos. Esto ha sido una consecuencia de la necesidad de conocer con más detalle, los tipos de vehículos que transitan por las carreteras.

- B) Muestreos del Tránsito.- El crecimiento de los volúmenes de tránsito en la red de carreteras, así como la variación de las composiciones de tránsito, ha conducido a que se instalen, estaciones de aforo en toda la red, procurando que éstas capturen el tránsito respectivo de cada tramo, sin influencia apreciable de viajes suburbanos o de itinerarios muy cortos, y a su vez registren un tránsito promedio diario con base en el periodo de una semana el cual correlacionado con estaciones maestras, dará como resultado un muestreo razonablemente cercano-

al tránsito promedio diario anual. Estas previsiones tienden a reducir las correcciones ocasionadas por las variaciones estacionales.

El conteo de los vehículos se realiza por medio de contadores manuales o electromecánicos, registrando estos volúmenes cada hora, clasificándolos en (A) vehículos ligeros, (B) autobuses y (C) vehículos pesados.

- C) Estaciones maestras.- Con el objeto de complementar tanto los muestreos de tránsito como los estudios de origen y destino, se han instalado en diversos tramos de la red estaciones permanentes, provistas de contadores, automáticos, cuya finalidad es registrar las variaciones y comportamiento de las corrientes de tránsito durante todo el año.

Desde el punto de vista estadístico, se ha zonificado la red nacional de carreteras, en tal forma que cada estación permanente tenga funciones de correlación con otras estaciones de muestreo. Se están utilizando en la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, dos tipos de contadores: Los neumáticos que detectan el número de ejes que pasan y cuyas lecturas se llevan a cabo cada 24 horas, y los eléctricos que registran, durante lapsos de una hora, el número de vehículos que cruzan por la estación. Mediante un muestreo se obtiene

la composición del tránsito, lo que así permite obtener la equivalencia entre el número de vehículos y los ejes registrados por los contadores neumáticos.

Las casetas de cobro del organismo Caminos y Puentes Federales de Ingreso y Servicios Conexos funcionan como estaciones maestras, ya que registran los volúmenes de tránsito, así como su composición, en forma continua, permitiendo conocer -- las variaciones estacionales.

El análisis de los datos obtenidos para estimar el volumen de tránsito, tanto para carreteras nuevas como para el mejoramiento de las existentes es, en general, privativo de cada proyecto; sin embargo, se presentarán algunos de sus aspectos más comunes con objeto de sentar sus antecedentes:

1. Obtención del tránsito actual. El tránsito promedio diario semanal obtenido de la estación de muestreo debe corregirse, para hacerlo representativo del TPDA, para lo cual se seleccionará una estación maestra con la cual existe una correlación aceptable; es decir, que el comportamiento del tránsito en ambas estaciones sea similar. Con base en la variación del tránsito en la estación maestra se lleva a cabo la corrección de los datos del muestreo, para obtener el tránsito promedio diario anual.

2. Cálculo del tránsito desviado o inducido. De los estudios de origen y destino se puede obtener el tránsito -- desviado probable, que dependerá del ahorro que represente para los usuarios, el empleo del camino en estudio, -- por concepto de costos, longitud y tiempo de recorrido.

En virtud de que los estudios de origen y destino son semanales, se deberá hacer la misma corrección que se trató en el inciso anterior.

3. La obtención del tránsito generado se puede hacer por -- medio de modelos matemáticos de tipo gravitatorio, que -- consideren la distancia y costo de transporte entre las localidades y las características de la zona de influencia -- de éstas, tales como habitantes y producción.

#### Composición y distribución del tránsito por sentidos.

Para determinar las características geométricas de un proyecto carretero, es necesario analizar, de acuerdo con el nivel de -- servicio que se pretenda que debe proporcionar el camino, durante el periodo de previsión, la composición y distribución del tránsito por sentidos.

La fluidez del tránsito depende, además del volumen de tránsito, del porcentaje relativo de vehículos con características di-

ferentes y de su distribución por sentidos.

La composición de tránsito puede estimarse con base en los datos registrados en los muestreos, estudios de origen y destino y en los proporcionados por el organismo Caminos y Puentes Federales de Ingreso y Servicios Conexos.

La distribución del tránsito por sentidos de circulación, es fundamental en el proyecto de carreteras de dos o más carriles, ya que puede obligar a prever una capacidad mayor y puede estimarse con base en los estudios de origen y destino o por los proporcionados por una estación maestra.

Predicción del tránsito.

La predicción del tránsito es una estimación del tránsito futuro. Para hacer la predicción del tránsito existen diferentes métodos estadísticos:

- A) Con base en la extrapolación de la tendencia media, ajustando una curva de regresión a la tendencia histórica del crecimiento del volumen de tránsito y extrapolando dicha tendencia para obtener los valores futuros y los intervalos de confianza de esas predicciones.
- B) Realizando un estudio de regresión múltiple entre el volumen de tránsito y otros elementos, como pueden ser el -



consumo de gasolina, el registro de vehículos y Producto Nacional Bruto, extrapolando el crecimiento de los tres últimos, para obtener el volumen de tránsito futuro.

En virtud de que en muchas ocasiones la falta de datos impide aplicar los métodos mencionados anteriormente, es necesario estimar en forma empírica, hipótesis de crecimiento pesimista, normal y optimista, para diferentes rangos de volúmenes de tránsito. Estas tasas de crecimiento se obtienen de la observación del incremento de tránsito en carreteras con varios años de operación.

La selección de la hipótesis queda al criterio de las personas que realizan la planeación o el proyecto, quienes deberán analizar previamente, el desarrollo socioeconómico actual y potencial de la zona.

#### Velocidad.

La velocidad es un factor muy importante en todo proyecto y factor definitivo al calificar la calidad del flujo del tránsito. Su importancia, como elemento básico para el proyecto, queda establecida por ser un parámetro en el cálculo de la mayoría de los demás elementos de proyecto.

Con excepción de una condición de flujo forzado, normalmente -

existe una diferencia significativa entre las velocidades a que viajan los diferentes vehículos dentro de la corriente de tránsito. Ello es consecuencia del sinnúmero de factores que afectan la velocidad, como lo son las limitaciones del conductor, las características de operación del vehículo, la presencia de otros vehículos, las condiciones ambientales, y las limitaciones de velocidad establecidas por dispositivos de control. Estos mismos factores hacen que la velocidad de cada uno de los vehículos varíe a lo largo del camino.

Esta disparidad en la velocidad ha conducido al uso de velocidades representativas; frecuentemente la velocidad representativa es la velocidad media.

La velocidad media puede definirse con respecto al tiempo o a la distancia.

La velocidad media con respecto al tiempo está definida como la suma de velocidades dividida entre el número total de velocidades consideradas:

$$\bar{V}_t = \frac{\sum_{i=1}^N d/t_i}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N V_i}{N}$$

En donde:

$\bar{V}_t$  = Velocidad media con respecto al tiempo.

d = Distancia recorrida.

$t_i$  = Tiempo de recorrido para el vehículo  $i$ .

$N$  = Número total de vehículos observados.

$v_i$  = Velocidad del vehículo  $i$ .

La velocidad media con respecto a la distancia es el resultado de dividir, la distancia recorrida entre el promedio de los tiempos de recorrido:

$$\bar{V}_d = \frac{d}{N} = \frac{Nd}{N \sum_{i=1}^N t_i}$$

En donde:

$V_d$  = Velocidad media con respecto a la distancia.

$d$  = Distancia recorrida.

$t_i$  = Tiempo de recorrido del vehículo  $i$ .

$N$  = Número total de vehículos observados.

Puesto que existe una diferencia numérica entre ambas, es necesario establecerla, debiendo especificarse cual de ellas se usó para un determinado estudio.

La velocidad media con respecto al tiempo es siempre mayor que la velocidad media con respecto a la distancia. Estas velocidades están relacionadas por la siguiente ecuación:

$$\bar{V}_t = \bar{V}_d + \frac{\sigma_d^2}{V_d}$$

En donde:

$\sigma_d$  = Desviación estandar de la distribución de ve locidades con respecto a la distancia.

Velocidad de proyecto.

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circu - lar con seguridad sobre un camino, cuando las condiciones at - mosféricas y del tránsito son favorables.

La selección de la velocidad de proyecto está influida princi - palmente por la configuración topográfica del terreno, el tipo - de camino, los volúmenes de tránsito y el uso de la tierra. - Una vez seleccionada, todas las características propias del ca mino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto -- equilibrado.

Un camino en terreno plano o con lomerío suave justifica una - velocidad de proyecto mayor que la correspondiente a la de un camino en terreno montañoso. Un camino que cruce una re -- gión poco habitada justifica una velocidad de proyecto mayor - que otro situado en una región poblada. Cuando el usuario se da cuenta de que la localización del camino es difícil por con diciones especiales, acepta con buena disposición velocidades

bajas, cosa que no admite cuando no ve razón para ello. Un camino que tiene un gran volumen de tránsito puede justificar una velocidad de proyecto mayor que otro de menos volumen, - en una topografía semejante, principalmente cuando la economía en la operación de vehículos es grande, comparada con el aumento de costo por la construcción. Sin embargo, no se debe suponer una velocidad baja de proyecto para un camino secundario, cuando la topografía del camino sea tal, que los conductores puedan transitar a gran velocidad. Los conductores no ajustan sus velocidades a la importancia del camino, - sino a las limitaciones físicas o de los volúmenes de tránsito que se presenten. En algunos casos, los conductores se muestran reacios a cambiar la velocidad que ellos creen conveniente, a aquella de seguridad y tratan de viajar con una velocidad alta, que no está de acuerdo con el camino y las condiciones predominantes.

Al proyectar un tramo de un camino, es conveniente, aunque no siempre factible, suponer un valor constante para la velocidad de proyecto.

Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de proyecto en determinados tramos. Cuando és-

te sea el caso, la introducción de una velocidad de proyecto menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir a los conductores cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto.

En la mayoría de los departamento de caminos de los diferentes Estados de la Unión Americana, se ha adoptado como velocidad de proyecto límite superior 112 km/h. Existen, sin embargo, casos en donde la velocidad máxima permitida es de — 128 km/h.

Basándose en los datos anteriores y a la topografía de México, se pueden establecer, como límites para la velocidad de proyecto, 30 km/h. y 110 km/h. Asimismo, la variación recomendada para la velocidad de proyecto de diferentes caminos, debe estar basada en incrementos de 10 km/h. Incrementos menores que el anterior indicarán para variación en los elementos del proyecto e incrementos mayores de velocidad causarían una diferencia muy grande en los elementos de proyecto. El uso de incrementos de 10 km/h. en la velocidad de proyecto, no excluye el uso de valores intermedios para propósitos de control del tránsito, tales como avisos de velocidad en los diferentes tramos.

### 3.3 Elementos de una Carretera.

1. Terracerías de terraplén.- Está constituida por un conjunto de diferentes tipos de material compactado que proporciona un soporte adecuado a las capas superiores; sirviendo así de cimentación a las mismas.
2. Escalones de liga.- Es el que se forma en el área desdoblante de un terraplén, cuando la pendiente transversal del terreno es poco menor que la inclinación del talud, a fin de obtener una liga adecuada entre ellos y evitar un deslizamiento del terraplén.
3. Muros de contención.- Cuando la línea de ceros de terraplén no llega al terreno natural es necesario construir muros de retención, cuya ubicación y altura estarán dadas como resultado de un estudio económico.
4. Área de corte.- Es la parte del terreno natural que se quita para alojar la carretera.
5. Talud del terraplén.- Es la inclinación del paramento de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente.
6. Capa sub-rasante.- Es la porción subyacente a la subcorona, tanto en corte como en terraplén. Su espesor es comúnmente de 30 cm. y está formada por suelos seleccionados para soportar las cargas que le trasmite el pavimento.

to.

7. Pavimento.- Conjunto de capas de materiales compactados que permiten transmitir adecuadamente las cargas de los vehículos a las capas inferiores y al terreno natural. Las capas que lo integran son: la sub-base, la base y la carpeta.
8. Sub-base.- Una de las principales funciones de la sub-base de un pavimento es de carácter económico, debido a que reduce el costo del pavimento cuando éste es de espesor considerable.
9. Base.- La base permite reducir el espesor de la carpeta que es más costosa, pero la función fundamental de la base de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la sub-rasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.
10. Carpeta.- Debe proporcionar una superficie de rodamiento adecuada con textura y color convenientes y resistir los efectos abrasivos del tráfico.
11. Sub-rasante.- Es la línea imaginaria, que marca el eje del camino a la altura de la capa sub-rasante.
12. Rasante.- Es la línea imaginaria, sobre la superficie de rodamiento, corre a lo largo del eje de la carretera.



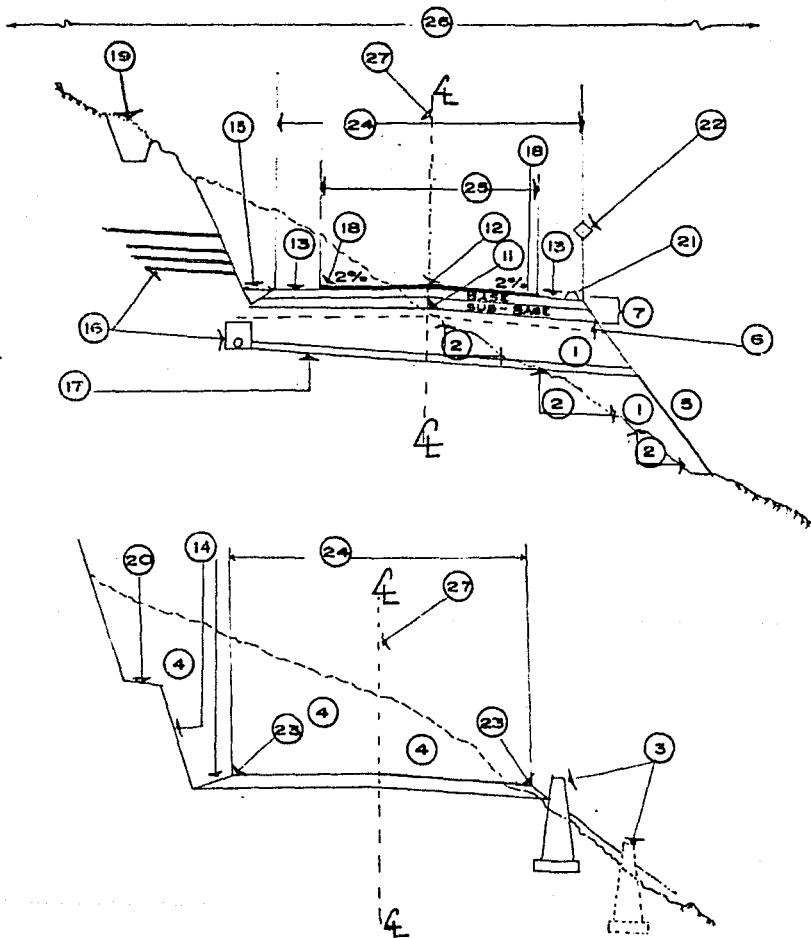
13. Acotamiento.- Son fajas comprendidas entre la orilla de la carpeta o de la superficie de rodamiento y la orilla de la corona de una carretera, que sirve para proteger el pavimento y además es una zona de emergencia para los usuarios.
14. Talud de corte.- Es la superficie inclinada, que queda respecto a la horizontal como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería.
15. Cuneta.- Las cunetas son zanjas que se construyen en los tramos de corte a uno o a ambos lados de la corona, contiguas a los hombros, con el objeto de recibir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.
16. Sub-drenes.- Son los elementos de drenaje que desalocan las aguas subterráneas al través de los taludes de corte.
17. Alcantarilla.- Está formada por dos partes: el cañón y los muros de cabeza. El cañón forma el canal de la alcantarilla y es la parte esencial de la estructura. Los muros de cabeza sirven para evitar la erosión al rededor del barril, para guiar la corriente y para evitar que el terraplén invada el canal.
18. Bombeo.- Es la pendiente que se da a la superficie de

rodamiento, para evitar la acumulación del agua sobre el camino.

19. **Contra-Cuneta.**- Generalmente son zanjas de sección -- trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de los cerros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural. Se construyen perpendiculares a la pendiente máxima del terreno con el fin de lograr una interceptación eficiente del escurrimiento laminar.
20. **Berma.**- Es la obra que se construye en las carreteras con el fin de darle mayor estabilidad a los taludes.
21. **Bordillo.**- Son elementos, generalmente de concreto asfáltico, que se construyen sobre los acotamientos junto a los hombros de los terrapienes, a fin de encauzar el agua que escurre por la corona y que de otro modo causarían erosiones en el talud del terraplén.
22. **Señalamientos.**- Son tableros con símbolos o leyendas o ambas cosas, que tienen por objeto prevenir a los usuarios de las carreteras sobre la existencia de peligros o prohibiciones que limiten sus movimientos sobre el camino y proporcionarles la información necesaria para facilitar su viaje.
23. **Hombros.**- Son los puntos que limitan el ancho de la --

corona.

24. Corona.- Es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino o sean las aristas superiores de los taludes del terraplén y las interiores de las cunetas.
25. Ancho de calzada.- Es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical. Normalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.
26. Derecho de Vía.- Es la faja que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de esa vía y de sus servicios auxiliares. Su ancho será el requerido para satisfacer esas necesidades.
27. Eje del Camino.- Es la línea imaginaria que divide al camino en toda su longitud.



ELEMENTOS DE UNA CARRETERA

Los elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical de desarrollo del eje de la sub-corona.

Al eje de la sub-corona en alineamiento vertical se le llama línea sub-rasante.

Los elementos que integran el alineamiento vertical son las tangentes y las curvas.

Puentes.

Para completar la construcción de la carretera es necesaria la construcción de puentes, los cuales tienen sus longitudes en función del cruce en cuestión.

Los procedimientos de construcción empleados en cada uno de los puentes, son diferentes, dependiendo de las características del cruce, pero siguiendo una secuencia de actividades similares, ó sea: excavación, desplante de cimentación, construcción, sub-estructura (apoyo), cimbra, obra falsa, construcción de super-estructura (losas), y terraplenes de acceso.

### 3.4 Servicios y Accesos.

#### Definiciones.

##### Servicio en un camino.

Es la obra o conjunto de obras que se ejecutan generalmente fuera del Derecho de Vía del mismo y que tienen por objeto sa tisfacer al usuario, las necesidades relacionadas con su viaje.

##### Instalación marginal.

Es la obra o conjunto de obras que se hacen fuera del Dere - cho de Vía, para uso de la comunidad o de particulares, pero cuyo funcionamiento puede afectar la operación del camino.

##### Acceso.

Es la obra o conjunto de obras que se hacen dentro del Dere - cho de Vía de un camino, para permitir en forma provisional o permanente la entrada y salida al camino, desde un servicio, - predio particular, instalación marginal o establecimiento de - cualquier índole.

##### Servicios.

Los servicios en general, pueden clasificarse en públicos y -- privados, dependiendo esta clasificación de quien los proporcio

i e.

#### Tipos de servicio.

Se consideran como servicios, a título enunciativo pero no limitativo, las estaciones de combustible, los hoteles y moteles, las estaciones de cobro, los paraderos de autobuses, las zonas de descanso, los miradores, los estacionamientos, los campos de remolques, los teléfonos públicos, los campos turísticos, los talleres mecánicos, comercios y similares.

#### Requisitos de los servicios.

- A) Generalidades. Los servicios facilitan el funcionamiento de una carretera al satisfacer las necesidades de vehículos y pasajeros, lo que a su vez se traduce en ventajas para la circulación y para la seguridad del tránsito.
- Como la mayor parte de las carreteras cruzan poblaciones separadas por distancias que se recorren en unas cuantas horas, algunos de los servicios se localizan en esas poblaciones para aprovechar las instalaciones urbanas y la facilidad de disponer de personal adecuado a su funcionamiento.
- Como es necesario construir accesos a los servicios, -- las entradas a ellos producen conflictos en el tránsito de

la carretera, cuya importancia aumenta con la del servicio, sobre todo en el caso de que use el mismo acceso el tránsito que circula en los dos sentidos.

Cuando los accesos se encuentran separados por distancias muy cortas, tienden a disminuir la capacidad del camino y a incrementar su peligrosidad. Esta circunstancia se presenta con mayor frecuencia en las zonas urbanas y suburbanas, siendo la forma práctica de resolver este problema, la construcción de una calle lateral a la que desemboquen los accesos. Esta calle se une a la carretera a distancias que dependen de la zona, buscándose que el total de los puntos de conflicto se reduzca a un mínimo.

Al definir la ubicación de los servicios, debe tomarse en cuenta la necesidad de prever modificaciones, tanto en el trazo como en la sección transversal de los caminos; los servicios deben estar situados en los lugares donde sea más necesario su uso.

En las autopistas de cuerpos separados, resulta a veces conveniente la instalación de los servicios en el área entre los dos cuerpos, con la ventaja de que los vehículos que circulan en ambos sentidos pueden utilizar el mismo servicio, sin tener que cruzar corrientes de tránsito de -



de sentido contrario.

Es muy importante en estos casos, que el aspecto arquitectónico de los servicios sea el más adecuado para el paisaje y el alumbrado no produzca confusiones.

Algunas veces los servicios pueden ser combinados cuando son compatibles. Así, las estaciones de combustible pueden tener servicio de sanitarios, restaurante, taller mecánico y comercios.

Otros factores que deben cuidarse desde la etapa de proyecto son: señalamiento, estacionamiento, capacidad, comodidad, funcionalidad, circulación limpia, y buen aspecto general.

- B) Estaciones de combustibles. Estos servicios son las más importantes del camino, siendo además indispensables, - pues su función principal es la de suministrar los diferentes combustibles y lubricantes que se utilizan en los motores de los vehículos, así como proporcionar servicio mecánico continuo. En su mayoría están situadas a la orilla de las poblaciones para aprovechar las instalaciones urbanas de electricidad, agua y drenaje.
- C) Hoteles y moteles. Una necesidad ineludible de los recorridos largos, es la disposición de alojamientos para -

los viajeros a lo largo de la ruta que se recorre, donde puedan descansar y pernactar.

Los hoteles satisfacen estas necesidades, y su característica como servicio del camino es contar con el estacionamiento necesario y tener un acceso fácil y, si es posible, directo.

El hotel ha sufrido una modificación importante para adaptarse a la combinación hombre-automóvil, resultando el motel.

Su característica principal es contar con espacio para el vehículo, al mismo tiempo que alojamiento para viajeros, para no tener necesidad de sacar todo el equipaje del automóvil, ni de llevarlo a grandes distancias. Al mismo tiempo, el tener cerca el automóvil tranquiliza también a los viajeros, que lo consideran protegido, disponible y seguro. Tanto hoteles como moteles deben construirse de preferencia donde se perciba menos ruido de los vehículos del camino y las luces de los faros no alumbren las ventanas de los cuartos. Pueden tener restaurante, alberca, juegos infantiles y, en general, toda clase de atractivos compatibles con el descanso.

- D) Estaciones de cobro. Son las áreas que generalmente incluyen casetas de cobro, carriles de acceso y salida, -

superficie de estacionamiento, oficinas, sanitarios y - - otros servicios. Las casetas para el cobro en los car - nos de cuota son estructuras que se construyen sobre el camino, en las que tienen que hacer alto todos lós ve - hículos para pagar la cuota. Otro requisito es la protec - ción adecuada de los cobradores de los posibles golpes - que pueden causarles los vehículos fuera de control.

Las estaciones de cobro deben estar profusamente ilumina - das tanto en la zona de casetas, como en la de esta - cionamiento y servicios. El tiempo para hacer el pago, - junto con el indispensable para parar y arrancar, exige - que el número de casetas sea tal que no se formen co - las que afecten la operación del camino. Igualmente, - es importante la canalización del tránsito a la llegada y a la salida de las casetas de cobro que deben permitir - que los carriles sean reversibles para ajustarse a las ne - cesidades del tránsito.

Debe darse atención especial al señalamiento, colocando con anticipación y en el lugar de decisión, señales que - informen de las casetas correspondientes a los distintos - destinos, así como las cuotas respectivas. Se deberán - colocar semáforos que indiquen las casetas en operación. La ubicación de las estaciones de cobro debe elegirse, -

tomando en cuenta las intersecciones previstas y de tal manera que se tenga un control preciso y económico de los vehículos. Para su localización, debe buscarse un lugar con buena visibilidad; de preferencia deberá ser -- una tangente larga en un tramo a nivel, o con el mínimo de pendiente, a fin de que los vehículos no requieran -- acelerar mientras esperan hacer su pago y si es posible, cerca de las zonas urbanas pero fuera de ellas.

#### Instalaciones Marginales.

Las instalaciones marginales, al igual que los servicios, pueden clasificarse en públicas o privadas, dependiendo de quien sea su propietario.

#### Tipos de Instalaciones.

Como instalaciones marginales se consideran los balnearios, -- los centros comerciales, los autocinemas, las escuelas rurales, las casetas fiscales, las casetas forestales, los baños insecticidas, los andenes para ganado, los acueductos, los poliductos, las instalaciones eléctricas, telefónicas, telegráficas y similares.

#### Requisitos de las Instalaciones.

Como la finalidad de una instalación marginal es independien-

to de la de un camino, la Secretaría de Asentamientos Humanos y de Obras Públicas únicamente deberá sancionar el proyecto del acceso, a fin de prever efectos sobre la seguridad, la capacidad y la estructura del camino. Para tener acceso de estas instalaciones a la carretera debe recabarse permiso de esta Secretaría de Obras Públicas, la cual deberá tener en cuenta para concederlo, las modificaciones previsibles del camino.

#### Accesos.

La forma de los accesos puede variar según los volúmenes y las velocidades del tránsito, así como del ancho del derecho de vía del camino.

Los accesos pueden estar ubicados en zonas urbanas, sub-urbanas y rurales; condiciones todas ellas que determinan su diseño.

Las obras de los accesos, tales como terracerías, pavimentación, alcantarillado, guarniciones, señalamiento y demás, deben hacerse con cargo a los solicitantes cuando se trate de servicios particulares.

#### 3.4.1 Paisaje.

Generalidades.

La mala apariencia de los caminos y su falta de integración al paisaje es un problema que se acentúa continuamente, tanto por las nuevas técnicas como por las crecientes necesidades que deben satisfacer las carreteras. Para lograr buena apariencia e integrarlo al paisaje, es necesario estudiar cada camino desde el inicio de su proyecto hasta la etapa final de construcción, en relación con sus alrededores.

Los caminos antiguos se integraban al paisaje más fácilmente por sus reducidas secciones transversales y sus constantes curvas, tal y como lo requería la topografía. Raramente se tenían cortes y terraplenes, ya que se nivelaba simplemente el terreno natural y, dependiendo del tránsito, se empedraba con material de la zona, lo que les daba carácter local. Su trazado constituía la liga entre los poblados, atravesándolos. Actualmente la tendencia en construcción de caminos es hacia mayores secciones transversales, mejorando los alineamientos horizontales y verticales, de lo que resultan cortes y terraplenes considerables que rompen el paisaje; además, se alejan, por lo general con toda intención del centro de las poblaciones mediante libramientos. Todo esto es consecuencia del progreso; sin embargo, se debe tener conciencia de los trastornos resultantes por la construcción de esas obras, que afectan el equilibrio natural en la zona al producirse erosiones, inte-

rupciones de cuencas y diversas consecuencias de tipo biológico, además del obvio perjuicio causado al paisaje al dejar un aspecto de destrucción por donde pasa el camino.

Un factor de gran influencia en la relación entre camino y paisaje es la velocidad de proyecto; conforme ésta sea más alta, más difícil será la integración adecuada de la obra al paisaje circundante. Este conflicto entre velocidad de la máquina y velocidad humana o de la naturaleza, es parte del problema al que se enfrenta la civilización actual.

El proyecto paisajista tiene asimismo, una base económica ya que además de mejorar la apariencia del camino, se enfoca hacia la protección de la inversión que representa la construcción del mismo, al evitar en parte que éste se deteriore. Asimismo, se protege la economía de la zona al restablecer el equilibrio biológico trastornado por la construcción del camino.

#### Objetivos.

El proyecto de paisaje en relación con el del camino persigue los siguientes objetivos:

Mejorar la apariencia del camino y sus alrededores.

Aumentar la seguridad de los usuarios.

Proteger el camino contra erosiones, derrumbes y azolvamien -

tos, con lo cual se logra disminuir las obras en reparación y mantenimiento.

Proteger la naturaleza de la zona contra las perturbaciones causadas por la construcción del camino.

Aspecto estético y paisajista.

Además de los propósitos anteriormente enunciados, el proyecto de paisaje persigue la mejoría del aspecto estético del camino, considerando tanto los elementos que formen parte del mismo, como las vistas que desde él se capten, tendiendo a disminuir la apariencia de artificialidad que la obra implica, completando en esta forma el proyecto general del camino.

Para llegar a una feliz solución del aspecto estético del camino, es necesario analizarlo desde el inicio del proyecto general, logrando así la debida integración de la obra en el marco natural, de tal modo que se sientan lógicos todos sus elementos, los cuales forman parte del mismo paisaje; el logro de estos objetivos permitirá que los usuarios del camino transiten en una forma más agradable y descansada, participando del interés que ofrezca el camino mismo, así como sus alrededores, lo que implica un recorrido consciente y, por tanto, una mayor seguridad.



### Seguridad para los usuarios.

El enfoque general del proyecto paisajista debe tender a aumentar la seguridad de los usuarios del camino y, por tanto todos los factores que intervengan deben redundar en beneficio de aquellos. Al lograr que un camino sea parte del paisaje se reducen o eliminan diversos riesgos tales como la monotonía, que trae como consecuencia el aburrimiento y adormecimiento de los conductores, con resultados algunas veces fatales; los deslumbramientos producidos tanto por el tránsito nocturno en sentido inverso como por el sol; los vientos y los derumbes que son asimismo causa de accidentes; la falta de visibilidad en el desarrollo del camino; y los puntos potenciales de impacto a los lados de éste. La solución de dichos problemas se logra en algunos casos directamente y en otros en tal forma que inconscientemente el conductor perciba sensaciones que le permitan, de una manera natural, guiar con mayor seguridad.

### Protección del camino.

El proyecto de paisaje implica, asimismo, la protección de las zonas adyacentes al camino, comprendiendo básicamente las zonas del derecho de vía, cortes, taludes y, en su caso, la fachada central entre dos cuerpos. Es necesario proteger también

las zonas perturbadas resultantes de la construcción, tales como los préstamos de material, las desembocaduras del sistema de drenaje y en algunos casos las zonas alejadas al camino, como cuando éste influye en el curso de una corriente.

#### Criterio General de Proyecto.

Para lograr los objetivos del proyecto de paisaje, es necesario tener conciencia de ellos en las diferentes etapas del proyecto y construcción del camino, desde el inicio hasta la terminación, para obtener de esa manera la coordinación requerida y lograr el mejor resultado posible.

#### 3.4.2 Capacidad.

Generalidades.- En la planeación, proyecto y operación de calles y carreteras, la demanda del tránsito, bien sea presente o futura, es considerada como una cantidad conocida. Una medida de la eficiencia con la que una calle o carretera presta servicio a esta demanda, es conocida como capacidad. Para determinar la capacidad se requiere no sólo de un conocimiento general de las características de la corriente de tránsito, sino también de un conocimiento de los volúmenes, bajo una variedad de condiciones físicas y de operación.

Asimismo, no puede tratarse la capacidad de un camino, sin

hacer referencia a otras consideraciones importantes, tales como la calidad del nivel de servicio proporcionado y la duración del periodo de tiempo considerado, debido a que la capacidad es uno de tantos niveles de servicio al cual puede operar un camino.

El término.- "Nivel de Servicio" se usa para describir las condiciones de operación que un conductor experimentará durante su viaje por una calle o carretera, cuando los volúmenes están por abajo de la capacidad de un camino determinado. Como las condiciones físicas del camino están fijas, el nivel de servicio en una carretera varía principalmente con el volumen de tránsito.

Los elementos fundamentales que se consideran para evaluar el nivel de servicio bajo condiciones de flujo continuo, son la velocidad durante el recorrido y la relación volumen de demanda-capacidad o volumen de servicio-capacidad, en tanto que para intersecciones controladas con semáforos, el nivel de servicio es función del grado de utilización de las fases del semáforo.

Definiciones.

Capacidad.

Capacidad de un camino, o de un carril, es el número máximo

de vehículos que pueden circular por él durante un periodo de terminado y bajo condiciones prevaletientes, tanto del propio camino como de la operación del tránsito.

#### Condiciones prevaletientes.

La capacidad de un camino depende de un cierto número de -- condiciones: la composición del tránsito, los alineamientos ho rizontal y vertical, y el número y ancho de los carriles, son -- unas cuantas de estas condiciones que, en conjunto, pueden -- designarse como condiciones prevaletientes.

Las condiciones prevaletientes pueden dividirse en dos grupos generales: 1) condiciones establecidas por las características físicas del camino y 2) condiciones que dependen de la natura leza del tránsito en el camino.

Las condiciones prevaletientes del camino no pueden ser cambiadas, a menos que se lleve a cabo una reconstrucción del -- camino. Las condiciones prevaletientes del tránsito pueden -- cambiar o ser cambiadas de hora en hora, o durante varios pe riodos del día.

Además de las condiciones del camino y del tránsito están las condiciones ambientales, como son el frío, el calor, la lluvia, la nieve, los vientos, la niebla, la visibilidad, etc., condi --

ciones que afectan la capacidad de un camino; sin embargo, - debido a que los datos disponibles son limitados, la cuantificación de su efecto en la capacidad no será discutida, en este capítulo.

#### Nivel de Servicio.

Nivel de Servicio es un término que denota un número de condiciones de operación diferentes que pueden ocurrir en un carril o acamino dado, cuando aloja varios volúmenes de tránsito. Es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, - entre los cuales se pueden citar: la velocidad, el tiempo de re corrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de manejo, la seguridad, la comodidad y los costos de operación.

Un determinado carril o camino puede proporcionar un rango muy amplio de niveles de servicio. Los diferentes niveles de servi cio de un camino específico son función del volumen y composición del tránsito, así como de las velocidades que pueden - alcanzarse en ese camino.

Un carril o camino proyectado para un determinado nivel de ser vicio, en realidad operará a muchos niveles, conforme varía el volumen durante una hora o durante diferentes horas del día, - durante días de la semana, o durante periodos del año, y aún

durante diferentes años, con el crecimiento del tránsito,

#### Volumen de Servicio.

A cada nivel de servicio le corresponde un volumen de tránsito, al cual se le llama volumen de servicio para ese nivel. - Por lo tanto, puede definirse el volumen de servicio, como el máximo número de vehículos que pueden circular por un camino durante un periodo de tiempo determinado, bajo las condiciones de operación correspondientes a un seleccionado nivel de servicio. El volumen de servicio máximo equivale a la capacidad, y lo mismo que ésta, los volúmenes de servicio se expresan normalmente como volúmenes horarios.

#### Objeto de la Capacidad.

El conocimiento de la capacidad o del volumen de servicio de un camino sirve fundamentalmente a dos propósitos.

- A) Para fines de proyecto de una obra nueva. El análisis de capacidad o nivel de servicio influye directamente en la determinación de las características geométricas de un camino; estas características dependerán por una parte del volumen horario de proyecto que se considere en el análisis. Las características elegidas deberán suministrar un volumen de servicio correspondiente al nivel de -

servicio establecido, por lo menos igual al volumen horario de proyecto.

Por regla general, al proyectar un camino nuevo no conviene fijar condiciones de operación a un nivel de servicio igual a la capacidad, ya que esto equivale a tener condiciones de operación desfavorables desde su apertura al tránsito. Es recomendable para fines de proyecto, establecer un nivel de servicio aceptable para los conductores. La selección que se haga del nivel de servicio depende de varios factores, siendo los principales las limitaciones físicas y económicas, así como el grado de seguridad que se desee.

- B) Para la investigación de las condiciones de operación de un camino existente. El análisis comparativo entre el volumen de tránsito que circula por un camino existente y el volumen de servicio del mismo, de acuerdo con sus características geométricas y del tránsito, permite determinar el nivel de servicio a que está operando y la fecha probable en que quedará saturado.

El conocimiento de los niveles de servicio actuales y futuros de un grupo o de una red de caminos, permite - -

por otra parte establecer una jerarquía de necesidades -- viales que sirva como índice para determinar prioridades.

#### Capacidad y Niveles de Servicio.

Capacidad para condiciones de circulación continua.- Los volúmenes máximos observados, tanto con los resultados del análisis de las características del tránsito, han servido de guía para establecer valores numéricos de la capacidad para diferentes tipos de caminos bajo condiciones ideales. La capacidad de un camino determinado variará en la medida en que sus características geométricas y de operación difieran de las condiciones ideales. Las condiciones ideales se definen como sigue:

1. Circulación continua, libre de interferencias tanto de vehículos como de peatones.
2. Únicamente vehículos ligeros en la corriente del tránsito.
3. Carriles de 3.65 m. de ancho, con acotamientos adecuados y sin obstáculos laterales en 1.80 m. a partir de la orilla de la calzada.
4. Para caminos rurales, alineamiento horizontal y vertical adecuado para velocidades de proyecto de 110/km/hr. o-



mayores y sin restricciones en la distancia de visibilidad de rebase en caminos de dos carriles.

Algunas autopistas modernas satisfacen con bastante aproximación los requisitos de las condiciones ideales, pero la mayor parte de los caminos se alejan, en mayor o menor grado, de ellas.

Es importante hacer énfasis en que las condiciones ideales -- no implican, por sí mismas, una buena operación. Aunque las condiciones ideales sí producen mayores volúmenes, la operación puede no ser satisfactoria.

Las capacidades para los siguientes tipos de carreteras bajo condiciones ideales, se resumen en la tabla siguiente:

TIPO DE CARRETERA	CAPACIDAD ( VPH )
Carriles múltiples	2,000 por carril
Dos carriles, dos sentidos	2,000 total ambas direcciones
Tres carriles, dos sentidos	4,000 total ambas direcciones

Tabla de Capacidades bajo condiciones ideales, en carreteras con circulación continua.

### Capacidad para condiciones de circulación discontinua.

A diferencia de la circulación continua, no es posible definir la capacidad para circulación discontinua bajo condiciones ideales, por las variables involucradas. Un examen de la circulación discontinua requiere estudios detallados de los elementos que producen las interrupciones; cualquier intersección controlada con semáforo es uno de estos elementos, aunque algunas interrupciones a media calle pueden ser igualmente de significación.

Hablando en términos generales, dos limitaciones básicas pueden establecerse:

- A) Dificilmente un carril de tránsito de una arteria urbana, con la progresión uniforme e ideal de los semáforos, conduce a un volumen mayor de 2,000 vehículos ligeros por hora de luz verde del semáforo.
- B) Una hilera de vehículos que se encuentran detenidos, en raras ocasiones se moverá, a partir de la interrupción, en una proporción mayor de 1,500 vehículos por carril y por hora de luz verde del semáforo, cuando cesa la interrupción.

### Niveles de Servicio.

Cuando el volumen de tránsito iguala a la capacidad de la carretera, las condiciones de operación son deficientes aun bajo las condiciones ideales de la vía y del tránsito ya que las velocidades son bajas, con frecuentes paros y demoras. Para que una carretera suministre un nivel de servicio aceptable, es necesario que el volumen de servicio sea menor que la capacidad de la carretera. El volumen máximo que puede transportarse en cualquier nivel de servicio seleccionado, es llamado volumen de servicio para ese nivel.

El usuario como individuo, tiene una idea limitada del volumen de tránsito, pero se da cuenta del efecto de un alto volumen de tránsito en la posibilidad para transitar por una carretera a una velocidad razonable, con comodidad, conveniencia, economía y seguridad. Por tanto, entre los elementos que pueden ser considerados en la evaluación del nivel de servicio se incluyen los siguientes:

- A) Velocidad y tiempo durante el recorrido. Estos elementos incluyen la velocidad de operación y el tiempo empleado durante el recorrido de un tramo de la carretera.
- B) Interrupciones de tránsito o restricciones. El número de paradas por kilómetro, las demoras que éstas implican, la

magnitud y la frecuencia en los cambios de velocidad necesarios para mantener la corriente de tránsito.

- C) Libertad para maniobrar. Considera el grado de libertad para conducir manteniendo la velocidad de operación deseada.
- D) Seguridad. Se refiere a evitar los accidentes y los riesgos potenciales.
- E) Comodidad en el manejo. Considera el efecto de las condiciones de la carretera y del tránsito, así como el grado en que el servicio proporcionado por la carretera satisface las necesidades normales del conductor.
- F) Economía. Considera el costo de operación del vehículo en la carretera.

Teóricamente, todos estos factores deberían incorporarse en la evaluación del nivel de servicio. Hasta el momento, sin embargo, no existen suficientes datos para determinar el valor relativo de algunos de los seis elementos antes mencionados.

Para uso práctico, los valores de la capacidad y de las relaciones volumen-capacidad que definen los niveles de servicio, se establecen para cada uno de los siguientes tipos de caminos:

- a) Autopistas y vías rápidas

- b) Carreteras de carriles múltiples
- c) Carreteras de dos y de tres carriles
- d) Arterias urbanas
- e) Calles del centro de la Ciudad

Elemento	Autopistas	Carr.de Carriles Múltiples	Carr.de 2 y 3 - Carriles	Arterias Urbanas	Calles del Centro de la Ciudad
----------	------------	----------------------------	--------------------------	------------------	--------------------------------

## Elementos Básicos:

Velocidad de Operación para el tramo	X	X	X		
Velocidad global					X

## Relación Volumen-capacidad:

a) Punto más crítico	X	X	X	X	
b) Cada subtramo	X	X	X	X	
c) Tramo completo	X	X	X	X	

## Elementos Asociados:

a) Velocidad de Proyecto ponderada	X	X	X		
b) Número de carriles	X	X			
c) Distancia de visibilidad				X	

## Elementos Usados para Evaluar el Nivel de Servicio.

Los niveles de servicio se establecen para diferentes puntos del camino, incluyendo intersecciones, enlaces y zonas de entrecruzamiento.

Condiciones de operación para los diferentes niveles de servicio. Se distinguen seis niveles de servicio, para la identificación de las condiciones existentes al variar la velocidad y los volúmenes de tránsito, en una carretera.

El nivel de servicio A corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos y velocidades altas. La densidad es baja, y la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera. No hay restricción en las maniobras ocasionadas por la presencia de otros vehículos; los conductores pueden mantener las velocidades deseadas con escasa o ninguna demora.

El nivel de servicio B corresponde a la zona de flujo estable, con velocidades de operación que comienzan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación. Las reducciones de velocidad son razonables, con una escasa probabilidad de que el flujo del tránsito se reduzca.

El nivel de servicio C se encuentra en la zona de flujo estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobra están más estrechamente controladas por los altos volúmenes de tránsito. La mayoría de los conductores perciben la restricción -

de su libertad para elegir su propia velocidad, cambiar de carriles o rebasar; se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.

El nivel de servicio D se aproxima al flujo inestable con velocidades de operación aún satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación. Las variaciones en el volumen de tránsito y las restricciones momentáneas al flujo, pueden causar un descenso importante en las velocidades de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consecuente pérdida de comodidad.

El nivel de servicio E no puede describirse solamente por la velocidad, pero representa la operación a velocidades aún más bajas que el nivel D, con volúmenes de tránsito correspondientes a la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración.

El nivel de servicio F corresponde a circulación forzada, las velocidades son bajas y los volúmenes inferiores a los de la capacidad. En estas condiciones generalmente se producen colas de vehículos a partir del lugar en que se produce la restricción. Las velocidades se reducen y pueden producirse paradas

debidas al congestionamiento. En los casos extremos, tanto la velocidad como el volumen, puede descender a cero.

Procedimientos para determinar la capacidad y los niveles de servicio.

El primer paso a dar, dentro del procedimiento general para cualquier tipo de camino, consiste en dividir el camino en estudio en subtramos que presenten condiciones razonables uniformes, desde el punto de vista de la capacidad. Generalmente en el caso de autopistas modernas esta división no es necesaria, puesto que estos caminos están proyectados con altas especificaciones en tramos relativamente largos, especialmente en áreas rurales. El análisis por subtramos será necesario sólo cuando se presente un enlace, una zona de entrecruzamiento, una pendiente significativa o alguna otra característica especial del camino.

Como ya se mencionó con anterioridad, la velocidad de operación y la relación volumen de demanda-capacidad (relación  $v/c$ ) son las medidas básicas usadas para determinar el nivel de servicio en autopistas y vías rápidas. Las limitaciones que definen los diferentes niveles de servicio, están resumidas en la tabla B, la cual sirve de base para la mayoría de los cál-



culos.

A) Cálculo de la capacidad bajo condiciones prevalectentes.

La fórmula básica para calcular la capacidad en caminos con circulación continua, donde no hay elementos que -- restrinjan la circulación, tales como enlaces, entrecruza mientos o semáforos, es:

Capacidad.

$$c = 2,000 N \frac{v}{c} W T_c$$

en la cual:

$c$  = capacidad (tránsito mixto en vehículos por hora en un sentido).

2,000 = vehículos ligeros por carril.

$N$  = número de carriles (en un sentido).

$\frac{v}{c}$  = relación volumen-capacidad (para este caso  $\frac{v}{c} =$

1).

$W$  = factor de ajuste por ancho de carril y distancia a obstáculos laterales, se obtiene de la tabla A.

$T_c$  = factor de ajuste a la capacidad por vehículos pesados.

B) Cálculo del volumen de servicio.- El procedimiento es -- similar al descrito previamente para la capacidad, pero --

en este caso la relación  $\frac{v}{c}$  debe aplicarse para el nivel de servicio deseado y el factor de ajuste por camiones debe ser el correspondiente al nivel de servicio, en lugar del utilizado para la capacidad. Cuando no se dispone del alineamiento ideal, o sea que la velocidad de proyecto es inferior a 110/km/hr. debe usarse la relación  $\frac{v}{c}$  indicada en la tabla para la velocidad del proyecto - ponderada correspondiente, lo cual asegurará un resultado que mantendrá la velocidad de operación dentro del nivel de servicio considerado.

Volumen de Servicio (VS) = 2,000 N  $\frac{v}{c}$  WTc en la cual:

VS = Volumen de Servicio (tránsito mixto en vehículos -- por hora en un sentido).

$\frac{v}{c}$  = Relación volumen-capacidad, obtenida de la tabla B.

W = Factor de ajuste por ancho de carril y distancia a obstáculos laterales, se obtiene de la tabla Tabla B.

Tl = Factor de ajuste a un nivel de servicio dado, por vehículos pesados.

- C) Determinación de niveles de servicio. La determinación del nivel de servicio que proporciona una autopista o vía

rápida existente o propuesta, al acomodar un volumen de demanda dado, bajo condiciones de circulación continuas a menudo el problema que se presenta. Esto puede hacerse directamente examinando la Tabla B, si se conocen la velocidad de operación, el volumen de demanda - el factor de la hora de máxima demanda y la velocidad de proyecto ponderada. El resultado será aproximado si se desprecia la influencia de los vehículos pesados. Sin embargo, un cálculo preciso en el que se consideren los vehículos pesados y las características de la hora de máxima demanda, involucra complicaciones que hacen inevitable una solución por tanteos. Un procedimiento de análisis puede ser el siguiente:

1. Supóngase un nivel de servicio a criterio, tomando en cuenta las características del camino y del tránsito.
2. Calcúlese el volumen de servicio correspondiente al nivel de servicio supuesto, siguiendo el procedimiento indicado para cálculo de volúmenes de servicio.
3. Compárese el volumen de servicio obtenido con el volumen de demanda en el camino. Dos tanteos como máximo, permitirán conocer en qué rango de volúmenes de servicio cae el volumen de demanda y por consiguiente -

Distancia desde la orilla del carril al obstáculo (en m)	Factor de ajuste, W, por ancho de carril y distancia a obstáculos laterales							
	Obstáculos a un lado de un sentido de circulación				Obstáculos a ambos lados de un sentido de circulación			
	Carriles en metros				Carriles en metros			
	3.65	3.35	3.05	2.75	3.65	3.35	3.05	2.75
Carretera dividida de 4 carriles								
1.80	1.00	0.97	0.91	0.81	1.00	0.97	0.91	0.81
1.20	0.99	0.96	0.90	0.80	0.98	0.95	0.89	0.79
0.60	0.97	0.94	0.88	0.79	0.94	0.91	0.86	0.76
0.00	0.90	0.87	0.82	0.73	0.81	0.79	0.74	0.66
Carretera dividida de 6 y 8 carriles								
1.80	1.00	0.96	0.89	0.78	1.00	0.96	0.92	0.78
1.20	0.99	0.95	0.88	0.77	0.98	0.94	0.87	0.77
0.60	0.97	0.93	0.87	0.76	0.96	0.92	0.85	0.75
0.00	0.94	0.91	0.85	0.74	0.91	0.87	0.81	0.70

TABLA 4 EFECTO COMBINADO DEL ANCHO DE CARRIL Y DE LA DISTANCIA A OBSTÁCULOS LATERALES SOBRE LA CAPACIDAD Y LOS VOLUMENES DE SERVICIO EN AUTOPISTAS Y VIAS RAPIDAS CON CIRCULACION CONTINUA

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRANSITO		VOLUMEN DE SERVICIO-CAPACIDAD (v/c)²				VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMO BAJO CONDICIONES IDEALES, INCLUYENDO VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 km/h (TOTAL DE VEHICULOS LIGEROS POR HORA EN UN SENTIDO)																
	DESCRIPCION	VELOCIDAD DE OPERACION (km/h)	VALOR LIMITE PARA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 km/h.			VALOR APROXIMADO PARA CUALQUIER NUMERO DE CARRILES con velocidad de proyecto por carril de		4 CARRILES dos para cada sentido	6 CARRILES tres para cada sentido	8 CARRILES cuatro para cada sentido	PARA CADA CARRIL ADICIONAL A CUATRO CARRILES EN UNA DIRECCION												
			1 CARRIL dos para cada sentido	2 CARRILES tres para cada sentido	3 CARRILES cuatro para cada sentido	85 km/h	90 km/h																
A	FLUJO LIBRE	≥ 95	≥ 0.35	≥ 0.40	≥ 0.43	—b	—b	1400	2400	3400	1000												
B	FLUJO ESTABLE Vel Superior en 100%	≥ 90	≥ 0.50	≥ 0.58	≥ 0.63	≥ 0.65	—b	2000	3500	5000	1500												
FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (FHMD)²							0.77	0.83	0.91	1.00²	0.77	0.83	0.91	1.00²	0.77	0.83	0.91	1.00²					
C	FLUJO ESTABLE	≥ 80	≥ 0.75/FHMD	≥ 0.80/FHMD	≥ 0.85/FHMD	≥ 0.95/FHMD	—b	2300	2500	2750	3000	3700	4000	4350	4800	5100	5500	6000	6600	1400	1500	1650	850
D	FLUJO SEMIESTABLE	≥ 65	≥ 0.90 + FHMD		≥ 0.90 + FHMD	≥ 0.95 + FHMD	—b	1800	3000	3300	3600	4150	4500	4700	5400	6000	6400	7200	1400	1500	1650	1800	
E	FLUJO INESTABLE	50-55²	≥ 1.00				—b	4000²	6000²	8000²	2000²												
F	FLUJO FORZADO	< 50	NO SIGNIFICATIVO				—b	MUY VARIABLE (desde cero hasta la capacidad)															

- a1. - La velocidad de operación y la relación v/c con respecto a la capacidad del nivel de servicios ambos ítems deben satisfacerse en cualquier determinación del nivel.  
a2. - La velocidad de operación requerida para este nivel no se alcanza más a bajas velocidades.  
a3. - El factor de hora de máxima demanda para autopistas es la relación entre el volumen de una hora completa y el valor más alto de flujo que ocurre durante un intervalo de 5 minutos dentro de la hora de máxima demanda.  
a4. - Un factor de hora de máxima demanda de 1.00 representa un tráfico; los valores en la tabla deben considerarse como los valores máximos del flujo medio que probablemente se obtengan durante el intervalo de máxima demanda de 5 minutos dentro de la hora de máxima demanda.  
a5. - Aproximadamente.  
a6. - Capacidad.

TABLA B NIVELES DE SERVICIO Y VOLUMENES DE SERVICIO MAXIMOS PARA AUTOPISTAS Y VIAS RAPIDAS BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION CONTINUA

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRANSITO		VOLUMEN DE SERVICIO-CAPACIDAD (v/c) <sup>a</sup>						VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMO BAJO CONDICIONES IDEALES, INCLUYENDO VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 km/h (TOTAL DE VEHICULOS LIGEROS POR HORA EN UN SENTIDO)														
	DESCRIPCION	VELOCIDAD DE OPERACION (km/h)	VALOR LIMITE PARA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110 km/h			VALOR APROXIMADO PARA CUALQUIER NUMERO DE CARRILES		4 CARRILES (dos para cada sentido)	6 CARRILES (tres para cada sentido)	8 CARRILES (cuatro para cada sentido)	PARA CADA CARRIL ADICIONAL A CUATRO CARRILES EN UNA DIRECCION												
			4 CARRILES (dos para cada sentido)	6 CARRILES (tres para cada sentido)	8 CARRILES (cuatro para cada sentido)	95 km/h	80 km/h																
A	FLUJO LIBRE	≥ 95	≥ 0.35	≥ 0.40	≥ 0.45	—	—	1400	2400	3400	1000												
B	FLUJO ESTABLE Vel Superior del flujo	≥ 90	≥ 0.40	≥ 0.45	≥ 0.50	—	—	2000	3500	5000	1500												
FACTOR DE LA HORA DE MAXIMA DEMANDA (FHMD) <sup>b</sup>								0.77	0.83	0.91	1.00 <sup>c</sup>	0.77	0.83	0.91	1.00 <sup>c</sup>	0.77	0.83	0.91	1.00 <sup>c</sup>				
C	FLUJO ESTABLE	≥ 80	≥ 0.45 FHMD	≥ 0.50 FHMD	≥ 0.55 FHMD	—	—	2300	2500	2750	3000	3700	4000	4350	4800	5100	5500	6000	6500	1400	1500	1650	800
D	FLUJO PROXIMO AL INESTABLE	≥ 65	≥ 0.95 + FHMD		≥ 0.80 FHMD	≥ 0.45 FHMD	—	2900	3000	3300	3600	4150	4500	4700	4900	5600	6000	6400	7200	1400	1500	1650	800
E	FLUJO INESTABLE	50-55 <sup>d</sup>	≥ 1.00					—	4000 <sup>e</sup>	6000 <sup>e</sup>	8000 <sup>e</sup>	2000 <sup>e</sup>											
F	FLUJO FORZADO	< 50	NO SIGNIFICATIVO					—	MUY VARIABLE (desde cero hasta la capacidad)														

- a) - La velocidad de operación y la relación v/c son medidas independientes, un nivel de servicio; ambas límites deben satisfacerse en cualquier determinación del nivel.
- b) - La velocidad de operación requerida para este nivel no se requiere de 5' de flujo vehicular.
- c) - El factor de hora de máxima demanda para autopistas es la relación entre el volumen de una hora completa y el valor más alto del flujo que ocurre durante un intervalo de 5 minutos dentro de la hora de máxima demanda.
- d) - Un factor de hora de máxima demanda de 1.00 generalmente se asigna; los valores en la tabla deben considerarse como los valores mínimos del flujo medio que probablemente se obtengan durante el intervalo de máxima demanda de 5 minutos dentro de la hora de máxima demanda.
- e) - Aproximadamente.
- f) - Capacidad.

Tabla B. NIVELES DE SERVICIO Y VOLUMENES DE SERVICIO MAXIMOS PARA AUTOPISTAS Y VIAS RAPIDAS BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION CONTINUA

conocer el nivel de servicio buscado.

### 3.6 Diferentes Etapas del Proyecto de una Carretera.

Antes de empezar a construir una carretera, debe contarse con un proyecto de la misma, para el cual la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, ha desarrollado una metodología que considera tres etapas:

- 1° Selección de Ruta
- 2° Anteproyecto y
- 3° Proyecto

1° La Selección de ruta, es un proceso que involucra varias actividades, desde el acopio de datos, examen y análisis de los mismos, hasta los levantamientos aéreos y terrestres necesarios para determinar los costos y ventajas de las diferentes rutas para elegir la más conveniente.

Acopio de datos.- En la localización y en la elección del tipo de carretera, tienen un efecto determinante. La función de la carretera, la topografía, la geología, la hidrología, el drenaje, y el uso de la tierra, así como también los datos de tránsito, que constituyen la información básica para el proyecto de esta obras.

Para ubicar esquemáticamente las diferentes rutas posibles para la construcción de una carretera, el proyectista debe contar con cartas geográficas y geológicas.

Las principales cartas geográficas disponibles en la actualidad en la República Mexicana, son las elaboradas por la Secretaría de la Defensa Nacional, a escalas 1:250,000, 1:100,000, 1:500,000 y 1:250,000, que cubren parcialmente el territorio, y ultimamente se cuenta con cartas elaboradas por DETENAL para diversas zonas del país.

Estas cartas se estudian con el fin de formarse una idea de las características más importantes de la región, sobre todo en lo que respecta a su topografía, a su hidrología, potencialidad económica, y a la ubicación de las poblaciones, y permiten dibujar las rutas que pueden satisfacer el objetivo de comunicación deseado.

Reconocimientos.- Una vez representada las posibles rutas en las cartas antes mencionadas se inicia propiamente el trabajo de campo con reconocimientos del terreno, los cuales como se mencionó antes pueden ser: aéreos, terrestres y una combinación de ambos.

A) Reconocimiento aéreo.- Es el que ofrece mayor ventaja-



sobre los demás, por la oportunidad de observar el terre no desde la altura que convenga, abarcando grandes zonas, lo que facilita el estudio; se efectúa con aviones y helicópteros, distinguiéndose tres reconocimientos aéreos.

El primer reconocimiento aéreo se efectúa en avioneta -- y tiene por objeto determinar las rutas que consideren -- viables y fijar el área que debe fotografiarse a escala -- 1:50,000, para que en ella queden incluidas con amplitud. Lo realizan técnicos especialistas en planeación, localización y geotecnia. Antes de iniciar el vuelo, los especialistas deben estudiar y memorizar las cartas geográficas y geológicas disponibles, a fin de que durante el vue lo observen las distintas rutas, estudiándolas dentro de su especialidad; así por ejemplo, el especialista en pla neación verificará si la potencialidad de la zona concuerda con la que se ha supuesto en los estudios previos, -- observando las áreas de cultivo o de agostadero, así co mo las poblaciones que queden dentro de la zona de influencia de las diferentes rutas; el especialista en loca lización verifica en el terreno si la ruta marcada en el plano es correcta, sobre todo en lo relacionado con el relieve topográfico, ya que en las cartas, por ser esca --

las pequeñas, existe la posibilidad de cometer errores - al marcarlas. En caso de que haya discrepancia entre - el terreno y el mapa con que se cuenta, la cual puede - ser de índole local o general, se deberá buscar una nueva ruta que se ajuste a las condiciones reales del terreno.

El especialista en geotecnia comprobará desde el avión, - la clasificación general de rocas y suelos, la morfología del terreno, la existencia de fallas y problemas de suelos. De acuerdo con el localizador observará la hidrología de la zona, apreciando tamaños y tipos de cuencas - para prever las dificultades que se pueden presentar en - el cruce de las corrientes fluviales.

En este primer reconocimiento los especialistas tienen -- opción de volar sobre las áreas en estudio, tantas veces como crean necesario, a fin de escudriñar toda la zona - de influencia del camino.

Al final de este reconocimiento deberán determinar la zona por cubrir con las fotografías a escala 1:50,000.

- B) El segundo reconocimiento se lleva a cabo después de - haber hecho la interpretación de las fotografías a escala

1:50,000 y tiene por objeto comprobar en el terreno lo estudiado en las fotografías; este reconocimiento se efectúa en helicóptero, lo que permite a los ingenieros descender en los lugares de interés y recabar en ellos la información que consideren necesaria; en esta forma, el técnico en planeación puede obtener datos sobre el número aproximado de habitantes de un poblado, del tipo y número de cultivos en la zona, cabezas de ganado y demás aspectos económicos, datos todos ellos que le servirán para precisar su estudio económico.

El experto en localización comprobará lo estudiado en sus fotografías, principalmente lo relacionado con los cruces de ríos, en donde el especialista en geotecnia podrá apreciar mejor las características del terreno de cimentación y las condiciones hidráulicas en el lugar del cruce; comprobará además en los diferentes lugares, el tipo de materiales identificados durante el estudio de fotointerpretación.

Al finalizar este reconocimiento, se delimita la zona que deberá cubrirse con fotografías escala 1:25,000. Una vez realizado este trabajo, se hará el control terrestre necesario para poder estudiar estas fotografías en el aparato lla

llamado Balplex, el que proyecta las fotografías sobre una mesa hasta una escala cinco veces mayor sobre esa proyección estereoscópica, los ingenieros proyectistas estudian varias líneas, obteniendo sus perfiles y estimando los volúmenes de materiales por mover en cada una, lo que permite elaborar un presupuesto con una aproximación razonable, que pueda ser factor determinante en la elección de una de las rutas.

- C) El tercer reconocimiento, que puede ser aéreo o terrestre, es propiamente un refinamiento del estudio que se ha efectuado en el Balplex, en el cual generalmente ya no interviene el técnico en planeación y se realiza a lo largo de la poligonal en estudio, llamada trazo preliminar del camino. En este reconocimiento, un ingeniero especializado en estudios topohidráulicos de cruces sustituye al geólogo, con el fin de estudiar el comportamiento de los ríos y de acuerdo con el ingeniero localizador fija el lugar donde debe cruzarse.

Reconocimiento terrestre.- Este tipo de reconocimiento se lleva a cabo cuando por las circunstancias existentes no es posible realizar el aéreo; es menos efectivo que éste, ya que el ingeniero localizador no puede abarcar -

grandes áreas y tiene que estudiar por partes su línea; - de la misma manera, el ingeniero geólogo realiza un estudio de detalle que adolece de los defectos que el procedimiento implica, ya que la geología requiere estudiarse en grandes zonas que permitan definir las formaciones, los contactos, las fallas y las fracturas.

El reconocimiento se lleva a cabo después de haber estudiado en las cartas geográficas las diferentes rutas y estimar las cantidades de obra de cada una de ellas, eligiendo la más conveniente, pues por este procedimiento es poco práctico analizar en el terreno todas las alternativas posibles. El técnico en planeación realiza sus estudios previos y marca los puntos obligados auxiliado -- con las cartas geográficas.

El ingeniero localizador se ayuda con el siguiente equipo: brújula, aneroide, clisfmetro, binoculares y cámara fotográfica, la brújula le servirá para tomar rumbos de los -- ríos, cañadas, caminos o veredas que atraviesen su ruta, así como el rumbo general de la línea que va a estudiar; el aneroide le sirve para verificar las cotas de los puertos orográficos, de los fondos de cañadas, y otros puntos de interés; el clisfmetro, para determinar las pendien

rutas, habrá que definir desde el aire las mejores, marcándolas en las cartas geográficas disponibles, para que posteriormente se recorran por tierra siguiendo los procedimientos indicados para el reconocimiento terrestre.

- B) Cuando se cuenta con fotografías aéreas de la zona y de momento no es posible continuar con el reconocimiento aéreo. En este caso se hará la fotointerpretación de las fotografías con que se cuenta, marcando en ellas las diferentes rutas posibles, eliminando aquellas que ofrezcan menores ventajas, seleccionando las mejores. Si la línea llega a salirse de las fotografías disponibles, se utilizarán cartas geográficas para completar lo faltante, a fin de que al efectuar el reconocimiento terrestre se tenga una idea clara de la situación general de la ruta.

Fotografías Aéreas.- En la actualidad es difícil encontrar un profesionalista dedicado al estudio de carreteras, capaz de atender él solo a los complejos problemas derivados por los cambios del uso de la tierra, del aumento de vehículos y de su velocidad, así como de la necesidad de amoldar el camino a la topografía.

Esto significa que el estudio de una ruta y su elección no es de la exclusiva competencia de una sola persona, sino que de

ben trabajar en el problema un conjunto de especialistas que necesitan información cualitativa detallada y datos cuantitativos precisos. Esta información es obtenida a través de los reconocimientos y de las fotografías aéreas, pues éstas facilitan el estudio del terreno desde los puntos de vista topográfico, geológico y de uso de la tierra, permitiendo así determinar la elección de la mejor ruta.

3.7 Ante Proyecto.- Es el resultado del conjunto de estudios levantamientos topográficos que se llevan a cabo con base en los datos previos para situar en planos obtenidos de esos levantamientos, el eje que seguirá el camino.

Una vez obtenidos los planos con curvas de nivel, se inicia el estudio para el trazo del camino, considerando un número variable de posibilidades, hasta seleccionar la más conveniente, la cual se tomará como tentativa del eje de la carretera, quedando así definidos los alineamientos horizontal y vertical.

El anteproyecto requiere una evaluación razonablemente exacta de la geometría de cada una de las posibilidades, no necesariamente debe hacerse con una exactitud minuciosa, debido a que resultarían inútiles muchos cálculos que se pudieran hacer para todas las líneas posibles, exceptuando para aquella que se juzgue posteriormente la mejor.

PROYECTO PRELIMINAR

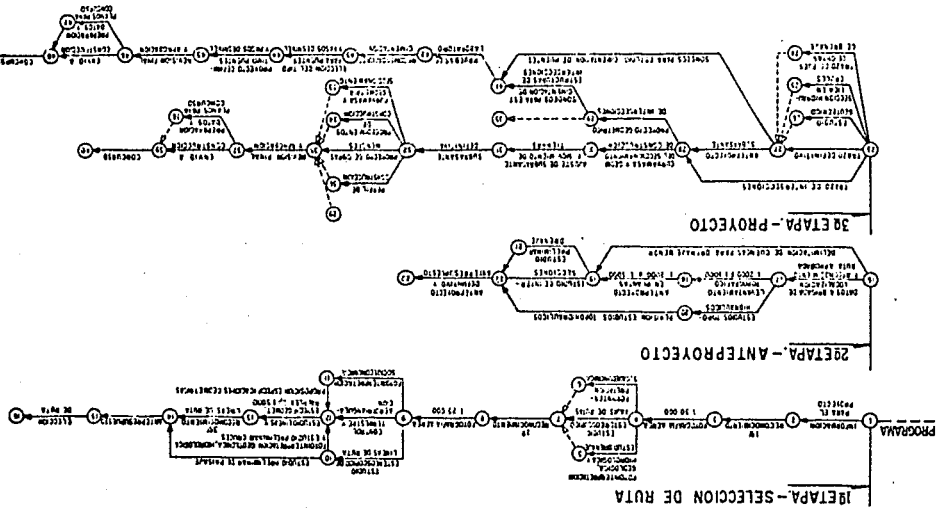
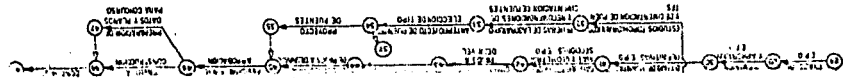


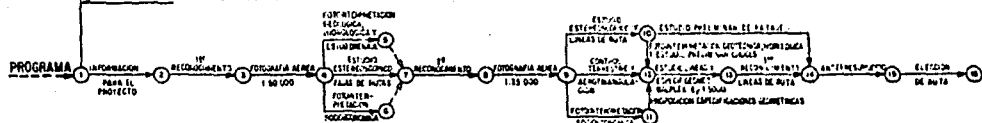
FIGURA 3.2. RED DEL PROYECTO DE CARRETERAS, METODO CONVENCIONAL

FIGURA 3.1. RED DEL PROYECTO DE CARRETERAS, METODO FOTOGRAFOMETRICO-ELECTRONICO

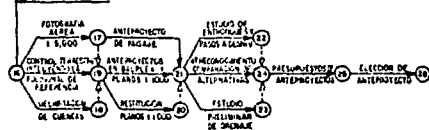




### 1ª ETAPA.- SELECCION DE RUTA



### 2ª ETAPA.- ANTEPROYECTO



### 3ª ETAPA.- PROYECTO

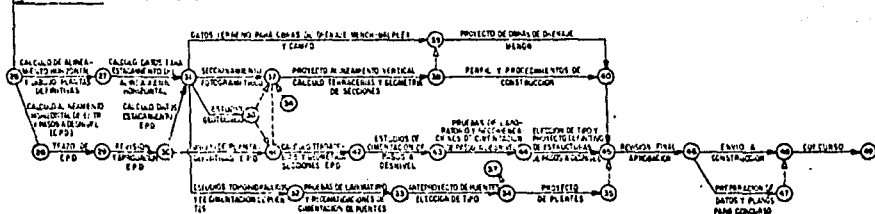


FIGURA 3.1. RED DEL PROYECTO DE CARRERAS. METODO FOTOGRAFICO-ELECTRONICO

Existen una serie de factores tales como los requerimientos -- del derecho de vía, la división de propiedades los cruces con ríos, las intersecciones con otras carreteras ó ferrocarriles, -- las provisiones para lograr un buen drenaje, la naturaleza geológica de los terrenos donde se alojará la carretera, todos éstos factores y otros semejantes, pueden llevar a forzar una línea, así como influir en la determinación de los alineamientos horizontal y vertical de un camino. Alineamientos que dependen mutuamente entre sí, por lo que deben guardar una relación que permita la construcción con el menor movimiento de tierra posible y con el mejor balance entre los volúmenes que se produzcan en excavación y terraplén.

Entendiéndose por alineamiento horizontal, la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino.

3.8 Proyecto.- Es el resultado de los diversos estudios en los -- cuales se han considerado todos los casos previstos y donde se han establecido criterios y normas para la ejecución de la obra.

La etapa del proyecto comienza una vez que se tiene situada -- la línea, donde ya se requieren estudios de gran precisión, con el fin de poder definir las características geométricas del camino, las propiedades de los materiales que lo formarán y las --

condiciones de las corrientes que cruza. Con respecto a las características geométricas, los estudios permitirán definir la inclinación de los taludes de corte y terraplenes y las elevaciones de subrasante.

Referente a las propiedades de los materiales que formarán las terracerías, se proporcionarán las normas para su detección, explotación, manejo, tratamiento y compactación.

Como en toda obra por ejecutar, siempre se busca la mayor economía posible, en la construcción de la carretera, se procede al cálculo de los movimientos de terracerías por medio de diagrama denominado curva masa; asimismo, se dan los procedimientos que deben seguirse durante la construcción.

El perfil se dibuja a las siguientes escalas: escala vertical -- 1:200, y escala horizontal 1:2,000.

Al proyectar una carretera, la sección del tipo de camino, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente de la demanda, es decir del volumen de tránsito que circulará en un intervalo de tiempo dado, su variación, su tasa de crecimiento y su composición.

Todos los datos anteriores deberán ser obtenidos con la mayor precisión posible, ya que un error en la determinación de estos

ocasionará que la carretera funcione durante el periodo de previsión, bien con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para los que se proyectó, o que se presenten problemas de congestamiento.

Para efecto de proyecto el terreno se ha clasificado en: Plano, Lomerío y montañoso. Estos tres tipos representan combinaciones de características geométricas en grado variable, que se refiere principalmente a las pendientes longitudinales y a la sección transversal.

Se estima que la definición de éstos tres conceptos debe estar íntimamente ligada con las características que cada uno de ellos imprime al proyecto, tanto en los alineamientos horizontal y vertical como en el diseño de la sección de construcción.

Se considera terreno plano aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula, en este tipo de terreno el proyecto de la subrasante será generalmente en terraplén, sensiblemente paralelo al terreno, con la altura suficiente para quedar a salvo de la humedad propia del suelo y de los escurrimientos laminares en él, así como para dar cabida a las alcantarillas y puentes. En este tipo de configuración la compensación longitudinal o transversal de las terracerías se presenta excepcio -

nalmente; como consecuencia los terraplenes estarán formados con material producto de préstamo, ya sea lateral o de banco. El proyecto de tramos con visibilidad de rebase generalmente no presenta ninguna dificultad, tanto por lo que respecta al alineamiento horizontal como al vertical.

Como lomerío se considera al terreno cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión, cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de  $25^\circ$ . En este tipo de terreno, el proyectista estudiará la subrasante combinando las pendientes especificadas obteniendo un alineamiento vertical ondulado, que en general permitirá aprovechar el material producto de los cortes para formar los terraplenes contiguos.

El proyecto de la subrasante a base de contrapendientes, la compensación longitudinal de las terracerías en tramos de longitud considerable, el hecho de no representar problema dejar el espacio vertical necesario para alojar las alcantarillas y los puentes, son características de este tipo de terreno.

Asimismo, cuando se requiere considerar la distancia de visibilidad de rebase en el proyecto de alineamiento vertical, se ocasiona un incremento en el volumen de tierra a mover.

Como montañoso se considera al terreno que ofrece pendientes

transversales mayores de  $25^{\circ}$ , caracterizado por accidentes topográficos notables y cuyo perfil obliga a fuertes movimientos de tierra.

El terreno montañoso, como consecuencia de la configuración topográfica, la formación de las terracerías se obtiene mediante la excavación de grandes volúmenes; el proyecto de la subrasante queda generalmente condicionada a la pendiente transversal del terreno y el análisis de las secciones transversales en zonas críticas o en balcón.

Son características del terreno montañoso el empleo frecuente de las especificaciones máximas, tanto en el alineamiento horizontal como en el vertical, la facilidad de disponer del espacio libre para dar cabida a alcantarillas y puentes, la presencia en el diagrama de masas de una serie de desperdicios interrumpidos por pequeños tramos compensados, la frecuencia de zonas críticas, los grandes volúmenes de tierra a mover, la necesidad de proyectar alcantarillas de alivio y el alto costo de construcción resultante, si se requiere considerar en el proyecto la distancia de visibilidad de rebase.

### 3.8.1 Curva Masa.

El estudio de la curva masa se basa en la cubicación de las-

secciones de construcción que se levantan a lo largo del camino, y generalmente a una equidistancia de 20 metros, aun que en algunos casos se tienen que disminuir estas distancias con el fin de poder obtener todas las irregularidades del terreno, las cuales son de suma importancia en la determinación de los volúmenes. Estas secciones se determinan empleando el nivel de mano la cinta, y el estadal, y se sacan a cada lado del eje del camino, esto se hace con el fin de poder cubrir el área suficiente para que queden incluidos dentro de la zona los cerros, para poder proyectar con las secciones típicas que correspondan a corte y las que correspondan a terraplén. El dibujo de las secciones se hará a escala 1:1,000 y en papel milimétrico, y en cada una de ellas se señalará el espesor ya sea de corte o de terraplén.

Por medio de la curva masa podremos determinar los acarrees del material producto de la excavación, así como su sentido y valorización.

La curva masa se traza uniendo los puntos que resultan tomando como abscisas las mismas distancias del perfil de construcción y como ordenadas cantidades proporcionales a la suma algebraica de los volúmenes de corte considerados como positivos y los de terraplenes como negativos, desde la estación de

origen a la estación considerada.

#### Propiedades del Diagrama de Masas.

Las principales propiedades del diagrama de masas, son las siguientes:

- 1) El diagrama es ascendente cuando predominan los volúmenes de corte sobre los de terraplén y descendente en caso contrario.
- 2) Se dice que se forma un máximo cuando predominan los volúmenes de corte, se llega a un punto del diagrama donde empiezan a predominar ya los volúmenes de terraplén. Y se forma un mínimo cuando esto sucede al contrario, es decir cuando después de un tramo descendente donde se han tenido volúmenes mayores de terraplén se llega a un punto en donde empiezan a predominar más los volúmenes de corte.
- 3) En la curva masa se debe poner mucha atención porque gracias a ella, podremos saber donde y como tener una compensación, esto se puede ver por ejemplo donde se tenga cualquier línea horizontal que corte a la curva masa, la cual nos marcará dos puntos entre los cuales habrá compensación, es decir entre ellos del volumen del corte será igual al volumen del terraplén. Esta línea ho-



horizontal se llama compensadora.

- 4) La diferencia entre las ordenadas de la curva masa en dos puntos cualesquiera expresa el volumen de la diferencia de terracerías dentro de la distancia comprendida entre esos puntos.
- 5) El sentido del acarreo será hacia atrás o hacia adelante, dependiendo de donde quede la curva con respecto a la línea horizontal que se estudia, ésto es cuando la curva queda encima de la línea horizontal que se estudia, los acarreos de materiales se harán hacia adelante cuando la curva quede abajo de esa horizontal, los acarreos se harán hacia atrás.
- 6) El área comprendida entre la curva masa y una horizontal cualesquiera, representa el volumen por la longitud media de acarreo.

Estudio para la determinación de los acarreos con base en el diagrama de masas.

- a) Acarreo Libre.- Es la distancia máxima a la que un material puede ser transportado, estando el precio de ésta operación incluido en el de la excavación.

Por convención la S.A.H.O.P. ha adoptado una distancia de acarreo libre de 20 metros, ésta se representa por medio de una horizontal en la zona inmediata a los máximos

o mínimos del diagrama de masas.

- b) Sobre-acarreo.- Para poder cuantificar los movimientos de terracerías, es necesario establecer la distancia de sobreacarreo y la porción del volumen que hay que transportar más allá del límite establecido por el acarreo libre.

En la figura siguiente podemos darnos cuenta como se sacan las distancia de acarreo libre, así como algunos otros detalles que son de suma importancia.

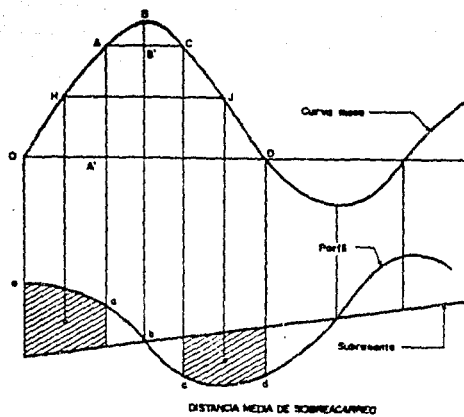
La distancia de acarreo libre es la horizontal que corta a la curva en los puntos A y C, de modo que  $AC = 20$  metros. Así el material que se tenga por encima de la recta AC es el que será transportado sin costo adicional. El volumen de este material viene dado por la diferencia de ordenadas entre la recta AC y el punto B y es una medida de volumen de corte entre a y b, que forma el terraplén entre b y c.

Si ahora consideramos el volumen sobre la línea de compensación OD. El estudio de la curva masa y del perfil correspondiente muestra que el corte de 0 a B formará el terraplén de B a D. El volumen comprendido entre 0 y A debe ser sobreacarreado para formar el terraplén entre C y D. La distancia media de sobreacarreo está

dada por la longitud de la recta HJ, pero habrá que de contar la distancia de acarreo libre dada por AC, ésto - lo podemos ver mucho mejor con la ayuda de la figura, - ésto es el área de contorno cerrado OACDO dividida en tre la ordenada A', dará como resultado la distancia HJ, a la cual como lo mencionamos anteriormente habrá que - restarle la distancia de acarreo libre AC para obtener la - distancia media de sobreacarreo.

Posición económica de la compensadora. En un tramo la compensadora que corta el mayor número de veces al diagrama de masas y que produce los movimientos de tercerías más económicos, recibe el nombre de compensadora general.

Es conveniente obtener una sola compensadora general para un tramo de gran longitud, sin embargo, la economía buscada obliga la mayor parte de veces, a que la compensadora no sea una línea contínua, sino que debe interrumpirse en ciertos puntos para reiniciarla en otros si - tuados arriba o abajo de la anterior, lo que origina tramos que no están compensados longitudinalmente y cu - yos volúmenes son la diferencia de las ordenadas de las compensadoras.



Para el cálculo de terracerías hay que aplicar coeficientes de abundamiento a los cortes o coeficientes de reducción a los terraplenes o sea trabajar con curvas masas abundadas o desabundadas, depende como se desee, aunque se ha generalizado el caso de trabajar con curva masa con cortes que se abundan y al calcular los acarreos se procede a desabundar o sea a dividir los volúmenes entre los coeficientes de abundamiento.

- .9. Proceso de construcción.- Los datos que se requieren para la construcción, están constituidos por una planta en donde se indica el alineamiento horizontal de la carretera y el perfil del terreno que contiene el alineamiento vertical del eje de la carretera.

Para iniciar las actividades de campo, primeramente se organiza el personal, distribuyéndolo en brigadas de topografía y de laboratorio, las cuales se encargan de realizar una serie de trabajos, por ejemplo, la brigada de topografía, es la que se encarga de la relocalización del eje del camino (por lo general en este tipo de obras, la dependencia oficial al momento de localizar y trazar, deja marcas claras sobre el terreno, las que deben ser encontradas por la compañía constructora), una vez localizadas estas señales, la brigada verifica el trazo y colo-

ca los datos de construcción.

La brigada de laboratorio se encarga del muestreo de los materiales para determinar la calidad de los mismos, con el fin de empezar a construir las terracerías con el material aprobado -- por esta brigada.

Terracerías.

Desmante.

Después de haber marcado los datos, se procede a hacer un - desmante completo quitando todos los árboles, arbustos, hierbas y toda materia vegetal, así como suprimir otros bostáculos materiales, todo el producto del desmante deberá ser eliminado quemándose en las orillas del derecho de vía, el cual se marca a 20 metros a ambos lados del eje.

Este tipo de trabajo se hace de la siguiente manera:

Se tiene una brigada de desmante que auxilia a un Bulldozer - D-8, la brigada de desmante equipada con hachas y machetes, desmonta una brecha por el centro de la línea (para evitar, -- que en esta operación destruya el trazo del camino), una vez desmontada esta brecha, entra el tractor desmontando y empujando del centro del camino hacia las orillas del derecho de - vía. la operación se ejecutará en partes del derecho de vía, -

que dependerá de lo accesible que sea el tramo, pero igualmente se ejecutará en la superficie limitada por las líneas trazadas cuando menos a 1 m. fuera de los ceros del camino, contra-cunetas y de las zonas que limitan los préstamos, bancos y otras superficies fuera del derecho de vía.

En los lugares en donde es inaccesible para el tractor efectuar el desmonte, donde se tengan pendientes muy fuertes es necesario ejecutarlos con la brigada de desmonte, esta misma se encarga de quemar el desperdicio que el tractor anteriormente estubo en las orillas del derecho de vía.

Se debe adelantar este trabajo, por lo menos 1 km. con respecto a las terracerías y obras de drenaje, para no entorpecer el avance de las demás operaciones, pero no debe rebasar demasiado el avance programado ya que con frecuencia, después de dejar un tiempo el desmonte vuelve a aparecer hierba, ocasionando la repetición del trabajo.

Despalme.

Consiste en desalojar la capa superficial de tierra vegetal que por sus características no es adecuada para la construcción de terraplenes, esta operación solo se lleva a cabo en los desplantes de terraplenes, en los préstamos y en los bancos. Aún

cuando está considerada como una operación separada del desmonte, ésta se ejecuta casi al mismo tiempo, o sea después - que el tractor empuja el producto del desmonte, regresa, baja la cuchilla y corta una capa de 30 cm. de terreno natural despendiciéndola fuera del derecho de vía, dejando el terreno listo para la operación siguiente:

#### Corte.

Son todas las excavaciones y remoción de los materiales producto de las mismas, ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, con el objeto de preparar y formar la subrasante, las cunetas y los desplantes de los terraplenes.

Es muy importante señalar que conforme se va avanzando, con el corte, el mismo tractor va formando una plantilla por el centro de la línea, o lo más cercano posible de los cerros en los cortes muy altos, con el objeto de dar acceso para el abastecimiento del material para la construcción de alcantarillas y muros de sostenimiento, trabajos que deberán tener un desfase de por lo menos 500 m. adelante del frente de las excavaciones.

La construcción de las contra-cunetas, deberá hacerse simultáneamente con el ataque de los cortes, el fin de que el -



agua de lluvias no escurra sobre los taludes sino que sea captada por las contra-cunetas que a su vez descargarán el agua en las alcantarillas.

Las cunetas se construirán con la oportunidad necesaria, y en tal forma que el desague no cause perjuicios en los cortes y terraplenes.

Cuando se presenta el caso que tenga que compensarse un terraplén con el producto del corte y el material de dicho corte no alcance para la completa compensación, se dará el caso - en el cual tengamos que hacer préstamos de ajuste.

El control de los cortes se lleva a cabo por medio de seccionamientos, conforme vaya avanzando la excavación, será necesario fijar estacas, en la línea de los cerros sobre el terreno natural anotando las distancias del eje del camino a esas estacas, así como la profundidad total de excavación con el régimen de talud necesario.

El afinamiento de los cortes se puede lograr mediante una buena operación, tanto de las motoescrepas, como de los tractores, siempre y cuando se trate de materiales tipo A ó B, pero si se tiene material tipo C, el procedimiento es diferente, -- así como el equipo que se tendrá que emplear.

Hay dos tipos de sección en corte: en cajón o sea aquel en el que se hace la excavación dejando una pared a cada lado, y el corte de ladera o en balcón, en el cual en la excavación se deja la pared en un solo lado.

Al determinar la profundidad del corte y el área que es necesario romper, debe considerarse la operación continua del equipo de rezaga de material sobrante.

En los lugares que se tenga necesidad de efectuar cortes, se hace con la ayuda de perforadoras y por su puesto con el empleo de la dinamita.

Para la perforación se usan las perforadoras de oruga (Track - Drill), para operación en material rocoso en carreteras, este tipo de perforadoras originan costos relativamente bajos y permiten además un espaciamiento más reducido de las barrenas, con lo cual se obtiene una mejor distribución de los explosivos en toda la masa de la roca, y por consiguiente un espaciamiento mejor.

En los lugares en que el tractor no puede operar por lo inaccesible y duro del material, después del desmonte, se procede a hacer una plantilla con perforadoras manuales, las cuales gracias a que es posible alargar las mangueras de salida de los ..

compresores, pueden alcanzar los lugares más neaccesibles, con el fin de poder meter el equipo grande de barrenación.

Por último, para formar la subrasante, si la cama del corte está formada por roca, se tendrá que excavar hasta una profundidad media de 0.30 m. bajo toda la sección de la cama, y deberá tenerse el cuidado de que no queden salientes a menos de 0.15 m. abajo del nivel de la subrasante. Todo el material debe acarreararse fuera del corte, esta operación se realiza con un tractor equipado con una hoja topadora con la que se acarrea el material producto de la excavación, la cual es posible hacer con el mismo tractor equipado con ripper aprovechando que la barrenación fué hecha más allá de la profundidad necesaria. El nivel definitivo de la subrasante se obtendrá relleno la cama del corte con material adecuado, obteniéndose este material de otro corte o de algún préstamo.

#### Terraplén.

Para construir un terraplén lo primero que se tiene que hacer es excavar o remover el material de la superficie no adecuada para el desplante, esta operación se ejecuta con los tractores-Bulldozer, los cuales aflojan el material con el ripper, para después emplear la cuchilla y retirar el material fuera del derecho de vía, para dejar completamente limpia la superficie ex -

puesta, es decir acondicionar la plantilla, consistiendo este trabajo en escarificar con motoconformadora toda la superficie, para después aplicar el agua necesaria hasta obtener la humedad cercana a la óptima, debido a que después de escarificar el material queda extendido y suelto; una vez adicionada el agua, con la cuchilla se acamellona el material y nuevamente se vuelve a tender para ser compactado debidamente; generalmente este proceso de compactación se hace por medio de rodillos vibratorios tipo remolque los cuales son tirados por un tractor agrícola, esta etapa en la construcción se hace con el fin de poder ligar, en forma correcta la plantilla con la primera capa de terraplén.

Una vez compactada la plantilla se sigue con la construcción de la primera capa de terraplén con el material dispuesto para ello ya sea obtenido del corte, del banco de préstamo o de préstamo lateral, las capas así formadas, serán de un espesor de 20 a 30 cm.

En casos y según la topografía del terreno se presentan lugares inaccesibles al equipo de construcción, tales como depresiones profundas y angostas o laderas muy pronunciadas donde no es posible la construcción por capas en toda la altura de terraplén, para estos casos en particular y por las condiciones

antes mencionadas se procederá a rellenar parcialmente a volteo esos lugares inaccesibles, hasta la mínima altura necesaria para formar una plantilla en la que pueda operar el equipo, prosiguiendo la construcción por capas.

En cuanto a la compactación, se ejecuta uniformemente en todo lo ancho la sección, y se da al material la humedad necesaria, ya sea aplicando agua durante el préstamo o en el terraplén mismo. En algunos casos, es necesario escarificar la capa compactada y se agregará agua si es necesario antes de atender la siguiente capa con el fin de tener una liga adecuada entre capas.

En tangente, la compactación se inicia de las orillas hacia el centro, mientras que en las curvas la compactación se inicia de la parte inferior hacia a la exterior de la curva.

En los terraplenes construidos con material no compactado, al formar las colas se procura que el material fino quede distribuido de tal manera que llene los huecos entre la roca evitando vacíos. Ninguna con dimensiones de 10 cm. deberá quedar a menos de 1.5 cm. de la subrasante.

### 3.10

#### Pavimentación

Sobre la terracerfa completamente afinada teniendo cuidado que-

a ésta se le halla dado el bombeo necesario que cuando más es del 2%, habiéndose obtenido de ella una compactación especificada se coloca el material de sub-base mediante unidades de acarreo que generalmente son camiones de volteo, depositándolo en montones formando una hilera a lo largo del tramo que se está construyendo.

De acuerdo con: el ancho de corona y el volumen de tiro la hilera se pone sobre el eje del camino o bien sobre un ala del mismo. El material que se usa en esta capa debe ser revuelto debidamente con el fin de obtener una mezcla homogénea, - ésto se logra con motoconformadora con la misma máquina se procede a tender el material por capas delgadas, las cuales se humedecen por medio de carros-tanque, mezclando nuevamente hasta alcanzar una humedad ligeramente mayor que la óptima - que se ha determinado previamente en el laboratorio. Una vez que se ha alcanzado una distribución uniforme, de esta humedad se acamellona el material ya listo para tenderse.

El siguiente proceso consiste en dar una ligera escarificación a la capa subrasante con el objeto de obtener un mejor ligaje entre las dos capas, extendiéndose el material acamellonado formando una capa de espesor uniforme. De esta manera colocado el material se comienza el proceso de compactación que-

deberá alcanzar el 95% de compactación.

El procedimiento de construcción de la capa de base es el mismo que el descrito anteriormente.

Una vez que se tiene la capa de base perfectamente nivelada y compactada, se efectúa un barrido en ella con el fin de quitar agentes extraños al material.

Después de barrida la superficie de esta capa, se procede a darle una aplicación de un producto asfáltico de fraguado medio que puede ser FM-1, con el objeto de impermeabilizar dicha capa evitando así las posibles filtraciones que se pueden presentar posteriormente y que pueden afectar tanto a esta capa como a las inferiores del pavimento restándole duración y resistencia a éste.

Una vez que se tiene la superficie con el riego de impregnación, se le aplica un producto asfáltico de fraguado rápido -- con el objeto de ligar la base y la carpeta que posteriormente se tenderá a este riego se le llama: "Riego de Liga".

Los productos asfálticos que comunmente se utilizan son: - - FR-2 y FR-3, y temperatura de aplicación especificada es de 60 a 80 grados centígrados, y el tiempo necesario para que los solventes se volaticen es de 2 horas aproximadamente.

Teniendo ya todos los procesos anteriormente descritos se procede al tendido de la carpeta, la que después se compactará con un compactador metálico de rodillos lisos de 12 toneladas, utilizando después de éste el compactador neumático para el cierre de la carpeta y de la compactación.

Para borrar la huella del neumático se le da la última serie de pasadas con un compactador en tanden de rodillos lisos.

### 3.10.1 Estudios del Proyecto del Pavimento.

El proyecto del pavimento se fundamenta en la disponibilidad de los materiales que se encuentran en la zona de influencia del trazo, en las fuentes de aprovechamiento naturales, en las características geológico-regionales y en las condiciones actuales y futuras del tránsito.

Proyecto del pavimento.

De acuerdo con el criterio fijado por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

Este estudio se realiza para definir los materiales que serán empleados en el pavimento por construir, así como localizarlos bancos de donde serán extraídos estos materiales, para ello se toma en cuenta las características geológicas de la



región, se realiza una exploración de las zonas probables, -- consistente en el muestreo de materiales disponibles mediante pozos a cielo abierto. El estudio de los bancos se realiza -- atendiendo a los volúmenes de material requerido, sin perder el aspecto y bajo un punto de vista de lograr las distancias - de acarreo y condiciones de explotación más económicas, los estudios de campo son complementados con las pruebas de laboratorio que se realizan para definir la calidad de los materiales, la cual debe cumplir ciertas normas fijadas por las Especificaciones Generales de Construcción de la S.A.H.O.P.

Datos para el diseño del pavimento.

El diseño estructural del pavimento se lleva a cabo, tomando - en consideración los datos básicos que a continuación se indican:

- a) Tránsito diario promedio anual en dos direcciones, en el año inicial de operación; tendrá un número determinado - de unidades, dependiendo del tipo de camino de que se trate.

Composición del tránsito: tendrá un porcentaje de cada clase - de vehículos que circulen dicho camino.

Periodo de diseño, generalmente 20 años.

Tasa de crecimiento anual promedio: será un porcentaje de --  
acuerdo a la zona y el grado de desarrollo de la misma.

b) Características de la capa subrasante.

Depende del estudio que de los bancos de materiales de préstamo se hace, y de los valores relativos de soporte (VRS) que se obtienen.

c) Características de la estructura del pavimento.- Tomando en consideración la disponibilidad de materiales de la región y en virtud del tipo de camino de que se trate, - la estructura del pavimento estará constituida por sub-base y bases hidráulicas, con agregados pétreos procedentes de los bancos de materiales previamente localizados. La superficie de rodamiento estará formada por una carpeta asfáltica construida por el procedimiento de riego.

3.11 Tipos de Pavimento.

Con el fin de obtener una superficie adecuada de rodamiento, - se construye la carpeta con lo cual es posible obtener comodidad y economía a los usuarios.

Existen dos tipos de pavimentos:

1. Pavimentos Flexibles

## 2. Pavimentos Rígidos

Esta clasificación que se hace a cerca de los dos tipos de pavimentos, es según se construya la carpeta o capa de rodadura ya sea empleando concreto hidráulico o algún otro material.

### 1. Pavimentos flexibles.

Son llamados también pavimentos asfálticos y están formados por material pétreo graduado, y algún producto asfáltico, estos materiales se mezclan y posteriormente se construyen sobre una base apropiada, este tipo de pavimento se adapta y sigue las pequeñas deformaciones del terreno producidas por algún incremento de carga o bien por humedad. Los pavimentos flexibles también se pueden definir como aquellos que están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base; la calidad de estas capas es descendente hacia abajo, en la fig. No. 15 se muestra una sección típica de un pavimento flexible en terraplén.

### 2. Pavimentos Rígidos.

Los pavimentos rígidos están formados por una losa de -

concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado (grava y arena). Estos son más delicados para adaptarse a las pequeñas de formaciones del terreno, ya que los pequeños movimien - tos del mismo causan grietas que facilitan al terreno ad quirir exceso de agua que es la fase inicial de la des - trucción del pavimento.

El método desarrollado por S.A.H.O.P. para el diseño de pavimentos flexibles, toma unicamente dos variables las - cuales hace intervenir en su gráfica de diseño, son las - siguientes:

- a) La intensidad del tránsito
- b) La resistencia a la penetración de los materiales (V.R.S.)

Para determinar la intensidad de tránsito, se hace uso de los aforos del tránsito y estudios de origen y destino que ejecuta S.A.H.O.P. una vez que se cuenta con estos da tos se obtiene lo siguiente:

- a) Volumen de tránsito.

El volumen de tránsito, es el número de vehículos que - pasan por un tramo de camino en un intervalo de tiempo - dado; los intervalos más usuales son la hora y el día. -

Se tienen entonces el tránsito horario (T.H.) y el tránsito diario (T.D.)

b) Tránsito promedio diario.

Es el promedio de los volúmenes diarios registrados en un periodo determinado. Los más usuales son, el tránsito promedio diario anual (T.P.D.A.).

c) Tránsito generado.

Es el volumen del tránsito que se origina por la construcción de la nueva carretera.

d) Tránsito desviado o inducido.

Es la parte del volumen de tránsito que circulaba antes por otra carretera y cambia su itinerario para pasar por la que se va a construir.

Para el conteo de los vehículos, se utilizan contadores manuales o electromecánicos, clasificándolos en: (A) vehículos ligeros; (B) autobuses y (C) vehículos pesados.

Para el diseño de la estructura del pavimento de una carretera es importante la calidad de materiales que se van a usar así como los espesores que deberán darse a las capas de carpeta, base y sub-base con el fin de poder obtener un proyecto económico.

En la S.A.H.O.P. se considera como diseño óptimo a aquel --

que ofrezca un servicio económico para un periodo de 15 años después de su construcción.

Es muy difícil diseñar la estructura del pavimento en una forma exacta debido principalmente a que existen múltiples variables las cuales hacen imposible reducir el problema a los términos matemáticos usados en otro tipo diferente de estructura. Razón por la cual en la práctica actual las fórmulas que se usan son más bien de tipo empírico las cuales se han obtenido a base de pruebas de carga y otros factores tales como observación de pavimentos en servicio.

Determinación de espesores de un pavimento flexible, se utiliza la gráfica de la Fig. No. 16 en la que intervienen dos variables, las cuales se enuncian a continuación: El valor relativo de Soporte (VRS) y la intensidad del tránsito, éste condicionado a vehículos con capacidad igual o superior a 3 toneladas métricas, en un solo sentido.

La gráfica se usa de la siguiente manera:

- a) Se localiza el valor del VRS en la escala horizontal.
- b) Se sube una vertical por el punto, hasta cortar la curva requerida por el tránsito de proyecto.
- c) Por el punto de corte, se lleva una horizontal hasta in -

terceptar la escala vertical, en ese punto se lee el espesor de base más sub-base.

El espesor de la carpeta asfáltica se determina de una manera empírica, basada en la experiencia obtenida al construir caminos semejantes al que se proyecta. Esta capa puede variar desde carpeta construída por el sistema de riegos hasta carpeta de concreto asfáltico de espesor considerable, dependiendo principalmente de la intensidad del tránsito y de las condiciones climatológicas de la región.

Funciones de las distintas capas de un pavimento.

### 3.12 Sub-Base.

Una de las principales funciones de la sub-base de un pavimento flexible es de carácter económico, debido a que reduce el costo del pavimento cuando éste es de espesor considerable. Se trata de formar el espesor requerido del pavimento con el material más barato posible. Todo el espesor podría construirse con un material de alta calidad, como el usado en la base, pero se prefiere hacer esta más delgada y sustituirla en parte por una sub-base de menor calidad, aunque se tenga que aumentar el espesor total del pavimento que sea necesario para soportar los esfuerzos transmitidos.

Otra de las funciones que tiene que cumplir la sub-base es - servir de transición entre el material de base generalmente gra nular más o menos grueso y la propia sub-rasante. La sub-ba se, más fina que la base, actúa como filtro de ésta e impide su incrustación en la sub-rasante. También distribuye las pre siones que le transmite la base a la capa subrasante de tal - modo que no excedan la resistencia estructural de ésta.

Otra función de la sub-base es la de actuar como dren para - desalojar el agua que se infiltre al pavimento y para impedir - la ascensión capilar hacia la base, de agua procedente de la - terracería.

#### Base.

La base permite reducir el espesor de la carpeta, más costosa, pero la función fundamental de la base de un pavimento consis te en proporcionar un elemento resistente que transmita a la -- sub-base y a la sub-rasante los esfuerzos producidos por el - tránsito en una intensidad apropiada. La base en muchos ca- sos debe también drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta o por los acotamientos del pavimento, así como im- pedir la ascensión capilar.

#### Carpeta.

La carpeta debe proporcionar una superficie de rodamiento ade-



cuada con textura y color convenientes y resistir los efectos -  
abrasivos del tráfico.

Debe impedir la infiltración del agua de lluvia hacia las capas inferiores del pavimento, que ocasionaría una disminución en -  
su capacidad para soportar cargas.

También debe resistir la acción destructora de los vehículos y de los agentes del intemperismo.

Con el fin de evitar deformaciones que pueden ser casi siempre permanentes y por lo tanto perjudiciales debido a cargas -  
aplicadas por los vehículos en un suelo que nos interese para la construcción del pavimento y que lo tengamos en estudio, -  
ya sea este el suelo natural, la terracería o la sub-base de -  
pavimento se ha establecido un procedimiento de prueba el - -  
cual deberá seguirse para determinar el valor relativo de soporte  
de un suelo con el fin de calcular el espesor mínimo de la capa o capas que deberán colocarse encima del material antes mencionado.

Para tal efecto, debe tomarse en cuenta las condiciones de hu  
medad cercanas a las más desfavorables que se considere pueda alcanzar el material para una compactación dada, mediante modificaciones a la prueba estandar de valor relativo de soporte  
te.

En el cuadro siguiente, se indican las pruebas que deben efectuarse para obtener el valor relativo de soporte de acuerdo con las condiciones de trabajo y climatológicas a las que se someterá el suelo para construir la capa su-rasante.

Con d i c i o n e s	Pruebas Aplica - bles
En terracerías bien drenadas localizadas en zonas de precipitación baja o media.	1
Suelos cuya estructura vaya a ser alterada -- por compactación o remoción y que permitan la incorporación uniforme del agua en el laboratorio.	En terracerías localizadas en zonas de precipitación media si el drenaje es deficiente o bien las localizadas en zonas de alta precipitación.
En suelos con humedad natural cercana a la óptima, cuando por las características del suelo o las condiciones atmosféricas no se vayan a producir cambios apreciables en la humedad.	2
Suelos cuya estructura no vaya a sufrir alteración que permitan la incorporación uniforme del agua en el laboratorio, y que en la obra puedan adquirir -	En terracerías bien drenadas localizadas en zonas de precipitación baja o media.  En terracerías localizadas en zonas de preci
	3
	1

Condiciones	Pruebas Aplicables
mayor humedad que ocasiona una disminución apreciable de su valor relativo de soporte.	compactación media, si el drenaje es deficiente, o bien localizadas en zonas de alta precipitación.
Suelos cuya estructura no vaya a ser alterada por compactación, si se considera que al tiempo de hacer la prueba contienen ya la mayor humedad que son susceptibles de adquirir.	2

1. Prueba de valor relativo de soporte modificada realizada con humedad igual a la óptima de compactación.
2. Prueba de valor relativo de soporte modificada realizada con incremento en la humedad en 1.5% por cada 5% de disminución del grado de compactación.
3. Prueba de valor relativo de soporte modificada realizada con la humedad del material que tiene el terreno en la obra.
4. Prueba de valor relativo de soporte modificada realizada directamente o en una muestra inalterada.

El mínimo espesor de sub-base y base de pavimento será el que se obtenga de la gráfica, de acuerdo con los datos de V.R.S. y tránsito.

El espesor de la base será el que se determine en función del

valor relativo de soporte de la sub-base para las condiciones de tránsito y grado de compactación considerados.

El espesor de la capa de base no deberá ser menor de 12 cm. en caminos con tránsito inferior a 1 000 vehículos pesados por día, ni de 15 cm. en caminos con tránsito superior a 1 000 - vehículos.

El espesor de la sub-base será la diferencia del espesor total determinado para sub-base y base menos el espesor proyectado para la base, en ningún caso este espesor deberá ser inferior a 10 cm. de material compactado.

El tipo y espesor de carpeta se elige de acuerdo con el tránsito que circulará por la carretera, tomando en cuenta el siguiente criterio:

Intensidad de tránsito de vehículos con capacidad de carga igual o superior a 3 toneladas métricas, considerado en un solo sentido.	Tipo de carpeta asfáltica recomendable.
Mayor de 2,000 vehículos al día.	Mezcla en planta de 7.5 cm. mínimo de espesor.
De 1,000 a 2,000 vehículos al día.	Mezcla en planta de 5.0 cm. mínimo de espesor.
De 500 a 1,000 vehículos al día.	Mezcla en el lugar o en planta de 5 cm. de espesor.
Menos de 500 vehículos al día.	Tratamiento superficial simple o doble.

En este método se consideraron los valores relativos de soporte obtenidos en las pruebas modificadas, de acuerdo con la tecnología indicada en la parte novena de las especificaciones generales de construcción de la S.A.H.O.P., edición 1957, según se establece en el inciso 3.2 (b), con base en la intensidad del tránsito esperado en los próximos quince años, en este método quedó comprendido entre 16 y 29 cm. de espesor de sub-base y base.



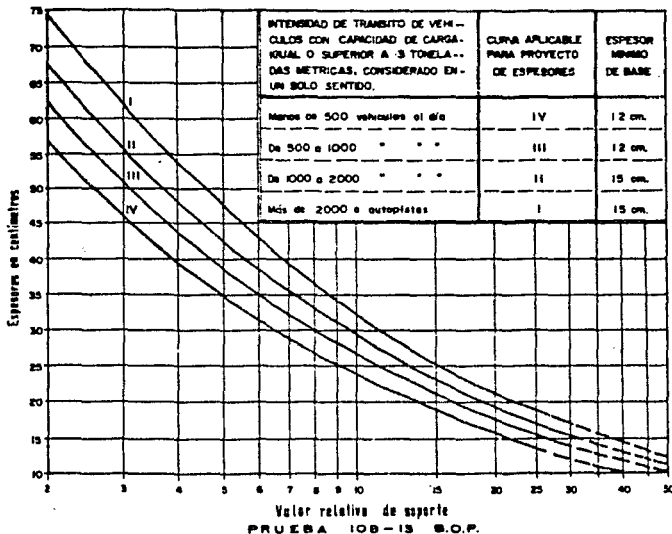
Fig. 1.5 Sección típica de un pavimento flexible en terradura

**DATOS:**

Valor relativo de soporte al \_\_\_\_\_ de compactación del material de la capa sub-  
rasante \_\_\_\_\_

Curva de diseño \_\_\_\_\_

Espesor total de sub-base mas base \_\_\_\_\_



Curvas para calcular el espesor mínimo de sub-base mas base, en pavimentos flexibles para caminos en función del V.R.S. de la subrasante.

CAPITULO 4.D R E N A J E

El drenaje de los caminos tiene por objeto, en primer lugar, reducir en lo posible la cantidad de agua que llega a las diferentes partes de un camino y, en segundo lugar, dar salida espedita al agua cuyo acceso al camino sea inevitable.

Ahora bien, el agua llega al camino, a) por precipitación directa, b) por escurrimiento del agua del terreno adyacente, c) por crecientes de ríos o arroyos y d) por filtración a través del subsuelo del camino. Así pues, el objetivo que debe perseguir el Ingeniero de drenajes es conseguir, en primer lugar, reducir la entrada del agua de cualquiera de las fuentes mencionadas y, en segundo lugar, desalojar rápidamente el agua que pueda llegar al camino.

Para que un camino tenga buen drenaje debe evitarse que: a) - el agua circule en cantidades excesivas por el camino destruyendo el pavimento y originando la formación de charcos o baches, b) que el agua de las cunetas laterales remoje y reblandezca los terraplenes originando asentamientos con el consiguiente perjui -



- c) de revestimientos y pavimentos, c) que los cortes se saturan de agua con peligro de derrumbes, deslizándose los cortes y en algunos casos deslizándose el camino, d) que el agua de arroyos y hondonadas sea remansada por los terraplenes con el peligro de lavarlos o destruirlos y e) que el agua sub-terránea reblandezca la sub-rasante o destruya el pavimento o se formen baches o charcos, etc.

Como se ve, el drenaje adecuado es una de las faces más importantes en un camino por lo que debe procurarse por todos los medios el mejor drenaje que sea posible. La experiencia ha enseñado que el drenaje inadecuado, más que ninguna otra causa, ha hecho que muchos caminos hayan sido dañados o bien hayan perdido su eficiencia o dejado de usarse. El drenaje imperfecto es el máximo defecto en la construcción de caminos modernos.

El drenaje debe preverse y estudiarse desde la localización misma del camino, siendo éste uno de los puntos que constantemente debe tener en la mente el Ingeniero Localizador con el fin de evitar en lo posible el trazo de caminos por terrenos que no se drenen por sí mismos, pues en este caso se requerirá drenaje artificial. Así pues, el Ingeniero siempre tratará de localizar el camino en suelos estables, permeables y naturalmente drenados,

sin embargo, la necesidad de rutas más directas, de reducciones de pendiente y la poca uniformidad de las condiciones topográficas requieren hacer grandes cortes y terraplenes en toda clase de suelos, por tal motivo no puede impedirse que los caminos -- atraviesen suelos permeables o impermeables, manantiales, filtraciones y exceso de humedad, por lo tanto se necesita emplear sistemas propiamente diseñados de drenaje artificial para dar al suelo la estabilidad necesaria y obtener las condiciones más económicas de cimentación.

Las principales normas que deben guiar al Ingeniero Localizador en lo relativo al drenaje de los caminos, se refieren a: a) la localización en planta y b) a lo que podría llamarse localización en perfil o sea el proyecto de rasante.

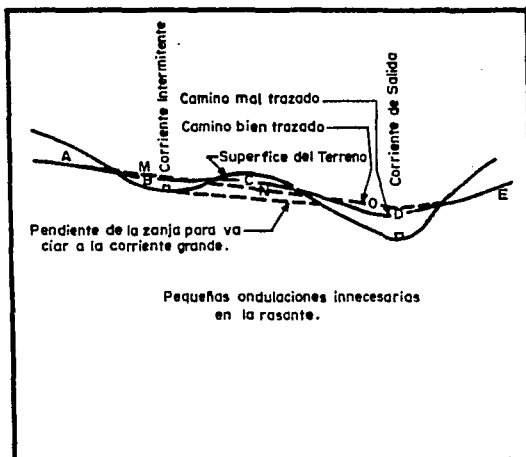
- a) Cuando el camino deba seguir el curso de un valle o corriente de agua, las terracerías deben quedar a una altura conveniente sobre el nivel de aguas máximas del río o valle, ya sea que se admita o no que el agua llegue hasta mojar las terracerías; el mismo problema se presenta en el caso de que el camino tenga que bordear algún lago o cualquiera otra extensión considerable de agua, en cuyo caso es patente el problema de drenaje en relación con la estabilidad de los terraplenes. Además, al trazar un ca -

mino en la ladera de una montaña o loma, el Localizador debe evitar en cuanto sea posible el paso por lugares su-  
mamente húmedos en los que hubiera el peligro de la exis-  
tencia de manantiales, los cuales casi siempre son perju-  
diciales para el camino. Debe asimismo evitarse que los  
cortes debiliten la estabilidad de la estructura geológica -  
del terreno y evitar que los terraplenes lleguen a cargar -  
o sobrecargar demasiado alguna capa de detritus o mate-  
riales sueltos que estén en las pendientes de las monta-  
ñas. Por último una face importantísima del drenaje con-  
siste en hacer una localización adecuada del camino para  
que el cruce de ríos, cañadas, arroyos, hondonadas, etc.,  
se haga con estructuras de drenaje eficiente y económicas.

- b) En cuanto al perfil de la rasante también debe estudiarse-  
cuidadosamente en relación con el drenaje. En efecto, -  
frecuentemente bastan ligeros cambios en la rasante para-  
facilitar la remoción rápida y completa del agua superfi-  
cial. Además es mucho más importante que la superficie  
sea rápida y correctamente drenada y protegida contra las  
inundaciones que logran que las terracerías tengan el cos-  
to mínimo.

La figura muestra una situación que surge a menudo: para  
ahorrar terracerías se sigue la rasante ABCD y se instala

una alcantarilla en B para llevar el agua superficial de una corriente a través del camino.



La rasante directa AMNOE no sólo se ve mejor y la sigue -- mejor el conductor de un coche, sino que inclusive puede -- costar menos porque se puede eliminar la alcantarilla B y -- vaciar el agua directamente a la corriente más grande de sa -- lida.

- 4.1 Drenaje Superficial.- En el drenaje superficial se estudiarán -- las dos fases mencionadas desde un principio para el drenaje en general: en primer término, la manera de reducir al mínimo el -- agua que afluye, lo cual se realiza mediante la captación de las aguas que puedan llegar al camino o a sus inmediaciones y la -- defensa de las distintas partes del camino contra la acción de -- las aguas corrientes o almacenadas que puedan llegar a afectar -- lo.

Las obras de drenaje superficial que a veces se llama también -- de drenaje longitudinal, comprenden las cunetas que se constru -- yen en las orillas de los cortes, o sea, en la intersección del -- talud con la cama del camino, las contracunetas que son canales auxiliares que se construyen generalmente a lo largo del camino, pero especialmente en los cortes.

Además, tenemos obras de defensa como son: bombeo del camino, cajones de entrada y desarenadores, vertedores, lavaderos, guar -- niciones.

Cunetas.- Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino -- con el único objeto de recibir el agua pluvial de la mitad del ca -- mino ( o de todo él en las curvas ), el agua que escurre por los cortes del camino y a veces también la que escurre en pequeñas

áreas adyacentes. Según se indica, el objeto de las cunetas -- deberán colocarse al borde del acotamiento del camino pudiendo así recibir: 1/o. el agua que escurre del centro del camino hacia los lados; 2/o. en los cortes el agua que escurre por los taludes y 3/o. el agua que escurre con dirección al camino en pequeñas áreas adyacentes al mismo. Al pasar las cunetas del -- corte al terraplén, se prolongan a lo largo del pie del terraplén o sea siguiendo una dirección paralela a la intersección del terraplén con el terreno natural, dejando una berma o banquetta conveniente entre dicho pie y el borde de la zanja o cuneta y además se aconseja que la salida de la cuneta a los cortes se haga antes de la línea de paso cortando una zanja inclinada sobre los taludes para evitar que el agua vaya a dar directamente a los cerros de los terraplenes que generalmente los remojan y destruyen fácilmente provocando asentamiento de los mismos terraplenes.

Como el área de las porciones de terreno cuya agua va a dar a -- las cunetas es relativamente pequeña, ordinariamente pequeña, y se proyectan estas para que den capacidad a fuertes aguaceros -- de 10 a 20 minutos de duración. Generalmente se considera suficientemente seguro proyectar las cunetas para que tomen del 70- al 80% de la precipitación pluvial de la mitad del ancho total del derecho de vía, sin embargo en algunos casos puede llegarse al-

100%. En suelos arenosos el escurrimiento varía considerablemente.

En los casos en que se conozca la altura de lluvia local conviene estimar los coeficientes de escurrimiento y combinar estos datos con la pendiente y forma de la cuenca para definir el área hidráulica necesaria en forma análoga a como se hace para las alcantarillas y se aplicará la fórmula de Burkli-Ziegler.

Siendo tan inciertos los factores que intervienen en la determinación del área hidráulica ordinariamente la forma y dimensiones de las cunetas las determina el Ingeniero a su juicio de acuerdo con las condiciones climatológicas del lugar de preferencia por comparación con lugares similares.

La práctica usual en nuestro país es hacer las cunetas en forma de V con una tirante de 30 cm., talud 1:3 del lado del camino y del otro lado el talud del corte, en esa forma el fondo de la cuneta queda a unos 40 ó 45 cm. abajo de la sub-rasante y lleva la misma pendiente del camino. Se ha seguido la costumbre de zampear con mortero de cemento las cunetas y en algunos casos este zampeado se hace con suelo cemento en proporción 1:8 y en casos muy especiales de concreto. El zampeado con mortero de cemento se considera de 30 cm. de espesor con pie-

dra de buena calidad y con un mortero con 65 kg. de cemento - como consumo por m<sup>3</sup>. La piedra debe ser bien acomodada y procurar que el mortero que se use sea manejable y penetre por todos los espacio que dejan libres las piedras y al final se le da un espesor de 4 a 5 cm. en la parte superior.

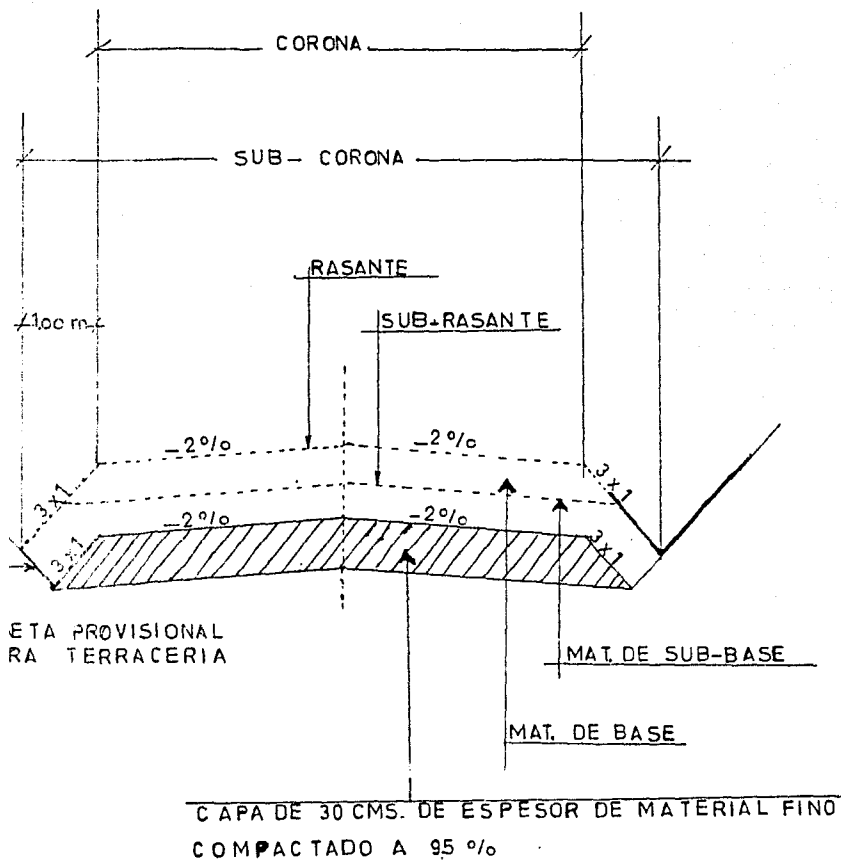
Una cuneta de las dimensiones indicada y zampeada puede servir o proporcionar buenos resultados en longitudes de 300 a 400 mts. como máximo. Estas longitudes se contarán desde una cresta -- hasta un desfogue. Cuando hay necesidad de construir cunetas- en tramos mayores se aconseja construir obras de alivio o en ca- so extremo aumentar la sección de la cuneta hasta transformarla- a una trapezoidal pero se cuidará de construir una guarnición pa- ra proteger a los vehículos de algún accidente.

Los diferentes materiales se deslavan a las siguientes velocida - des:

Arena	de 0.60 a 0.90 m/seg.
Lama	de 0.60 a 1.10 m/seg.
Grava	de 1.50 a 1.80 m/seg.

Y con una pendiente de 1% se obtiene una velocidad de 0.60 -- m/seg., como se ve es muy fácil obtener una velocidad de des- lave para suelos comunes, por lo que se aconseja zampear las -

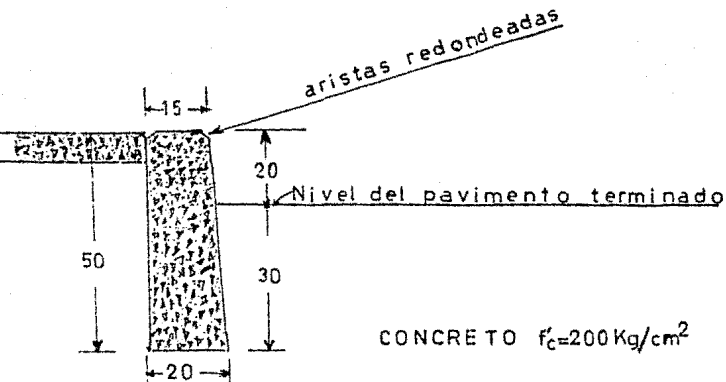




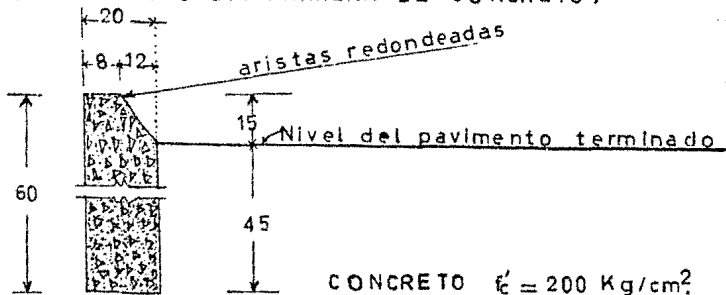
SECCION TIPO

GUARNICIONES EN CAMELONES LATERALES Y BANQUETAS

216.



GUARNICIONES EN CAMELLON CENTRAL  
(CON SETO VIVO SIN BARRERA DE CONCRETO)



NOTAS: En los 2 tipos de guarniciones se colocaran juntas de dilatación de carton asfaltado de 0.3 cm. de espesor, cada 6 m.  
Ambos tipos de guarniciones se colaran en el sitio  
Dimensiones en cms.

cunetas. Se aconseja completar este zampeado de cunetas hasta 1.50 o 2.00 mts. fuera del nivel de las cunetas para que el agua se encauce mejor y no erosione los taludes o los fondos de las cunetas o de los ceros de los terraplenes.

4.1.2 Guarniciones.- Así como se construyen cunetas zampeadas en los cortes, para los terraplenes hay que prever que no se erosionen y entonces se aconseja la construcción de guarniciones que generalmente se construyen a lo largo de los caminos y a ambos lados en tramos rectos y se interrumpen en curvas puesto que el agua superficial drena hacia la cuneta o hacia la parte interior del camino en donde sí se construirán guarniciones.

Las guarniciones pueden construirse de: concreto hidráulico, concreto asfáltico, mezcla de arena y FR3, mampostería de 3/a, --suelo-cemento, todo depende de la importancia del camino. La sección más usual de guarniciones es trapezoidal y son de 15 x 30 x 20 para concreto hidráulico, de 12 x 15 x 15 para concreto asfáltico y las de mampostería pueden tener dimensiones diferentes. Estas guarniciones de concreto pueden ser de mayor altura y entonces se desplantan sobre la terracería o sobre la sub-base y en el caso de las de concreto asfáltico o mampostería se pueden construir sobre la base terminada aunque en algunos casos se construyen a posteriores hincándolas sobre la base para-

que resistan a los llantazos u otros golpes.

Como complemento a las guarniciones se construirán lavaderos - que podrán ser de mampostería o concreto y en algunos casos -- metálicos; se construyen de 30 cm. de ancho cada bordo en forma de U y de 50 cm. de altura y en el caso de concreto de -- 0.10 m. de ancho los bordos y de 30 cm. de piso y para los la vaderos metálicos se usan medios tubos. Los lavaderos deberán construirse generalmente de 100 a 150 mts. uno de otro y debe -- procurarse localizarlos lo mejor posible para evitar fallas en la -- localización pues por las tolerancias de bases a veces hay ondu -- laciones de la misma, por lo que se aconseja localizar los lava deros por medio de nivelación.

4.1.3 **Contra-cunetas.**- Son pequeños canales que se construyen a un lado del camino y únicamente en la parte superior de éste, para evitar que llegue a las cunetas más agua que aquella para la -- cual esté proyectada.

Las contra-cunetas se colocan en la parte superior de los taludes del corte, debiendo construirse más o menos normales a la pendiente del terreno con el fin de evitar que llegue al camino el -- agua que corre por los taludes de los cortes.

Cuando el camino sigue la dirección de la pendiente del terreno, no son necesarias las contra-cunetas, porque el agua corre en la misma dirección del camino hacia los talweges y depresiones para escurrir hacia las alcantarillas.

Las alcantarillas por lo tanto, son necesarias en terreno montañoso o en lomerío.

El área hidráulica de las contra-cunetas se determinan también en función del área por drenar y de la precipitación. Por ser obras que conducen mayor gasto que las cunetas, tienen mayor sección. En material muy compacto, usualmente la sección está formada -- por una base de 0.50 m. de ancho con taludes de 1 x 1.

Conviene dar una profundidad pequeña a la contra-cuneta en la cima aumentándola gradualmente hasta llegar a descargar a la alcantarilla

tarilla.

El tipo más económico de contra-cuneta es aquel con pendiente - uniforme, de tal manera que no tenga socabación ni depósito. -- Una socavación continuada, puede ocasionar derrumbes sobre la - cuneta y sobre el camino, los cuales agravan y encarecen la con - servación. Tampoco es conveniente la presencia de azolves en las contra-cunetas porque disminuyen el área hidráulica.

Cuando se proyectan las contra-cunetas, no solamente es impor - tante conocer el sitio en que deben construirse, sino buscar tam - bién la pendiente más adecuada para su correcto funcionamiento.

#### 4.2 DRENAJE SUPERFICIAL TRANSVERSAL.

Este drenaje tiene por objeto dar paso expedito al agua que por - no poder desviarse en otra forma, tiene que cruzar de uno a otro lado del camino.

Ordinariamente se denominan Obras de Arte y comprenden: Los - Puentes y Alcantarillas.

Los Puentes, son estructuras más o menos grandes (de más de - 5 m. ó 10 m. de claro) que se usan para salvar un obstáculo -- natural o artificial.

Las alcantarillas, son estructuras pequeñas (de menos de 5 m. ó 10 m.) que se usan para dar paso al agua de pequeños arroyos o al agua de lluvia a través del camino.

La diferencia precisa que más distingue a los puentes de las alcantarillas, es que éstas llevan colchón de tierra y los puentes no.

- 4.2.1 Alcantarillas.- Una alcantarilla consiste en dos partes: el cañón y los muros de cabeza. El cañón forma el canal de la alcantarilla y es la parte esencial de la estructura.

Los muros de cabeza sirven para evitar la erosión alrededor del barril, para guiar la corriente y para evitar que el terraplén invada el canal. No obstante, los muros de cabeza se pueden omitir alargando el cañón.

Según la forma del cañón, las alcantarillas se pueden dividir en:

- a) Alcantarillas de tubo
- b) Alcantarillas de cajón
- c) Alcantarillas de bóveda

- a). Alcantarillas de tubo.- Las alcantarillas de tubo tienen el cañón hecho con algunos de los siguientes materiales: Barro, concreto reforzado, metal corrugado o hierro colado. Todos

estos tipos son adecuados para cimentaciones firmes. En general son económicos para pequeñas áreas de drenaje en ciertos casos, también resultan económicos para grandes áreas de drenaje empleando tubos o batería de tubos hasta el máximo tamaño disponible.

Tubos de Barro.- Se usan tubos de barro, ya sea colados a tope o bien machihembrados. Estos últimos son preferibles porque conservan el alineamiento mejor, pero en cambio son más costosos. A veces van estos tubos ahogados en concreto, sirviendo entonces principalmente como moldes para el concreto.

Tubos de Concreto.- Estos son los más durables. Se hacen de concreto reforzado y se colocan ya sea a tope o machihembrados.

Tubos de Lámina Corrugada.- Aunque su precio no es suficientemente bajo en la actualidad, sin embargo son de aconsejarse en muchos casos. Tienen como grandes cualidades, su facilidad de instalación y el poder utilizar inmediatamente, lo que hace que su empleo sea lógico y económico en ciertos lugares.

Tubos de Hierro Colado.- Son muy costosos, pero en cambio -- adecuados para cargas muy fuertes.

b) Alcantarillas de Cajón.- Los dos tipos generalmente favore-



cidos de alcantarillas de cajón, son el tipo de fondo y lados de concreto simple con cubierta de concreto reforzado y el tipo de cajón reforzado en sus cuatro lados.

Las alcantarillas de cajón, se van usando cada vez más en nuestro país a causa de su larga vida y gran adaptabilidad. Las alcantarillas de cuatro lados de concreto reforzado son las menos comunes, usándose sobre todo en nuestro país, -- las de muros laterales de mampostería o de concreto simple con una cubierta de losa, debido a que resultan muchas veces más económicas que las otras.

- c) Alcantarillas de Bóveda.- Son los tipos más indicados cuando el terraplén es alto y la cimentación firme. Las bóvedas son semejantes a las alcantarillas de cajón, salvo que las cubiertas van en arco. Se usan arcos de mampostería, de concreto simple o de concreto reforzado. Se usan cuando las condiciones de apariencia lo requieren o cuando resultan económicas por disponer de materiales a la mano.

Otros tipos de Alcantarillas:

Cajones de Madera.- En construcciones provisionales suelen usarse alcantarillas de cajón de madera; antes se usaban con mucha frecuencia, son de poca duración y en relación -

con su corta vida son costosas, pero como el costo inicial suele ser bajo, se justifica su empleo como construcción temporal.

En las alcantarillas de cajón y bóvedas se construyen partes suplementarias, aguas arriba y aguas abajo de la estructura para evitar la erosión del terraplén, formando un ángulo terminado con el eje de la alcantarilla. Estas partes suplementarias se llaman aleros.

Los requisitos que debe llenar un buen proyecto de alcantarilla, se refieren a los mismos que son necesarios para el proyecto de drenaje longitudinal.

#### Localización.

Las alcantarillas se localizan en el fondo de un cauce, bien sea arroyo o canal, procurando no forzar los cruces con objeto de hacerlos normales, porque éstos encarecen la conservación, no debiendo tratar de reducir el número de alcantarillas concentrado en una sola el agua proveniente de una cuneta larga, es decir, que conviene construir varias alcantarillas pequeñas que llenan mejor función que una alcantarilla grande.

Dirección del cruce.- Todo cruce que tenga un ángulo menor de  $5^\circ$ , puede hacerse normal al camino. Cuando la forma del cauce coincida con el eje de la alcantarilla (normal al eje del camino) basta encauzar el agua con muros de cabeza o aleros.

Cuando el cauce es esviado, conviene alinear la alcantarilla con el fondo del cauce aún cuando se alargue evitando canalizar el cauce con codos más o menos forzados que son sometidos a la erosión o destruidos.

#### 4.3 Área Hidráulica Necesaria.

Hay cuatro procedimientos para proyectar hidráulicamente una alcantarilla y son los que a continuación se numeran:

- a) Por comparación.- Se aplica cuando se trata de construir una nueva alcantarilla en un lugar donde ya había otra; o bien cerca de otra alcantarilla existente en el mismo arroyo. En este caso, sirven de base las huellas visibles o los informes de genté del lugar, relativos al nivel más alto alcanzado por el agua durante un periodo de tiempo razonable, en la alcantarilla existente.
- b) Procedimiento empírico.- Consiste en emplear una fórmula por medio de la cual se calcula el área hidráulica de la al-

cantarilla en función del área por drenar y de las características de la cuenca. Este procedimiento es el único aplicable si no existe ninguna estructura y especialmente cuando no hay datos respecto del gasto máximo del arroyo, ni de la precipitación pluvial.

Generalmente se usan las fórmulas de Talbot para calcular el área hidráulica.

$$a = 0.183 C \sqrt[4]{A^3}$$

- a = área hidráulica que deberá tener la alcantarilla.  
 A = superficie por drenar en hectáreas.  
 C = coeficiente que depende de las características topográficas del terreno.

c) Procedimiento de Sección y Pendiente.- Reporta datos exactos, cuando el cauce es bien definido y las huellas de los niveles extraordinarios sean claras y precisas; que correspondan realmente a la creciente máxima y que se escoja un coeficiente de rugosidad adecuado a las características del arroyo.

El gasto máximo se calcula en función de la pendiente hidráulica que es aproximadamente igual a la del fondo del-

arroyo y de los elementos hidráulicos de la sección: Área hidráulica, perímetro.

Obteniéndose la velocidad por medio de la siguiente fórmula:

$$H = v^2 \left[ \frac{L}{C r} + \frac{1}{2G} \left( \frac{A_1^2}{A^2} - \frac{A_2^2}{A^2} \right) \right]$$

H = desnivel de la superficie del agua entre las dos secciones - consideradas para obtener los datos necesarios.

v = velocidad promedio en m/seg.

L = longitud entre las mismas secciones.

A<sub>1</sub> = área de la primera sección.

A<sub>2</sub> = área de la segunda sección.

A = promedio de las áreas A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>

r<sub>1</sub> = radio hidráulico de la primera sección.

r<sub>2</sub> = radio hidráulico de segunda sección.

r = radio hidráulico promedio.

El radio hidráulico es igual al área entre el perímetro mojado.

$$r = \frac{A}{P} \quad v = \frac{1}{N} r^{2/3} S^{1/2}$$

El valor del gasto se obtiene por la fórmula de la continuidad:

$$Q = v A$$

Conviene obtener el gasto máximo en más de dos secciones del arroyo para comprobación, aceptando el mayor de los valores obtenidos.

- d) Procedimiento Racional, mediante la precipitación pluvial. -- Este método es aplicable cuando se cuenta con datos de precipitación, en función de los cuales se calcula el escurrimiento muy probable, tomando en cuenta la característica de la cuenca para proporcionar la alcantarilla. Este método se aplica principalmente en aquellos casos en que las huellas de las aguas máximas no son precisas.

En este método la alcantarilla se proyecta de tal manera que pueda dar paso a una cantidad de agua de lluvia.

Las fórmulas de escurrimiento más usuales son:

Burkli-Ziegler.- Se emplea para calcular el gasto máximo producido en una alcantarilla, debido a un aguacero intenso en una área tributaria pequeña (menos de 250 ha.)

$$Q = 0.022 \quad C A \quad h \sqrt{\frac{A}{L}}$$

Q = gasto de la alcantarilla en m<sup>3</sup>/seg., aportando por cada hectárea tributaria.

El coeficiente "C" depende de la clase de terreno que forma

la cuenca o área tributaria de la alcantarilla.

$h$  = Precipitación en cm/hora correspondiente al aguacero más intenso (de 10 minutos de duración total).

$S$  = Pendiente del terreno en metros por km.

$A$  = Número de hectáreas tributarias.

CAPÍTULO 5SEÑALAMIENTO

Durante los últimos 30 años, el acelerado desarrollo del sistema vial de nuestro país y el uso creciente del autotransporte se han traducido en un constante incremento de los viajes por carretera, al grado de que los usuarios de los caminos han venido a depender cada día más de la existencia de dispositivos de control de tránsito para su protección e información. Tan grande es esta dependencia, que es ya indispensable el uso de dispositivos uniformes para obtener el máximo rendimiento de cualquier camino, ya sea de altas especificaciones, como las modernas autopistas, o de especificaciones modestas, como los caminos vecinales. Esta necesidad de dispositivos uniformes es sensible tanto en esfera nacional como internacional, sobre todo entre los países de nuestro continente. Tomando como base la proposición de 1952 de la Organización de las Naciones Unidas, se adicionaron todos aquellos dispositivos que la práctica mexicana ha considerado convenientemente y, aprovechando la buena disposición del Departamento de Comercio de los E.Y., se utilizó una parte importante del manual publicado por la Oficina de Caminos Públicos.

Cabe hacer notar que no todas las señales o símbolos propuestos por la



ONU fueron adoptados, sino que unicamente se aprovecharon aquellos -- que se consideraron operantes. Por otro lado, se introdujeron otros símbolos, no considerados por la ONU, que respondían a necesidades previstas en nuestro sistema vial.

#### Requisitos Generales.

Es conveniente advertir que cualquier dispositivo para el control del -- tránsito exige la concurrencia de cinco requisitos fundamentales:

1. Satisfacer una necesidad importante.
2. Llamar la atención.
3. Transmitir un mensaje claro.
4. imponer respeto a los usuarios del camino.
5. Estar en el lugar apropiado a fin de dar tiempo para reaccionar.

Existen cuatro consideraciones básicas para asegurarse que tales requisitos se han cumplido. Ellos son: proyecto, ubicación, uniformidad y -- conservación.

El proyecto de los dispositivos para el control del Tránsito debe asegurar que características tales como tamaño, contraste, colores, forma, -- composición, iluminación o efecto reflejante donde sea necesario, se -- combinen para llamar la atención del conductor. Que la forma, tamaño, colores y simplicidad del mensaje se combinen para proporcionar un sig

nificado comprensible. Que la legibilidad y el tamaño se combinen con la ubicación a fin de dar tiempo suficiente para reaccionar. Y que la uniformidad, racionalidad, tamaño y legibilidad impongan respeto.

La ubicación de la señal deberá estar dentro del cono visual del conductor del vehículo, para provocar su atención y facilitar su lectura e interpretación, de acuerdo con la velocidad a la que vaya el vehículo.

La uniformidad en el señalamiento de los caminos y calles, ayude a las reacciones de los usuarios al encontrar igual interpretación de los problemas del tránsito a lo largo de la ruta. Esto facilita la resolución de los problemas de señalamiento y economiza en la construcción y colocación de señales. Debe recordarse que el tránsito se genera fundamentalmente en las ciudades, que los caminos en zona rural no son más que una prolongación de las calles y que el conductor es el mismo en uno y otro caso.

Las normas que aquí se han tratado de precisar y detallar deben servir de base nacional. Todo esfuerzo en la tarea de uniformar el señalamiento vial perderá fuerza y valor sin cumplir con los requisitos aquí estipulados. El éxito sólo se logrará cuando se reconozca esta necesidad y se encuentre la forma de resolver cada proyecto de señalamiento con los medios que aquí se proporcionan, sin recurrir a soluciones improvisadas o de índole personal. En algunos casos habrá que sacrificar algún-

aspecto pero se ganará en la presentación de situaciones simplificadas - que faciliten al usuario sus viajes. En términos generales, pero especialmente tratándose de intersecciones complicadas y soluciones particulares, los problemas de señalamiento deben estar a cargo de los Ingenieros Proyectistas de caminos o de especialistas en la materia.

Además, debe tenerse cuidado de no usar un número excesivo de señales, sobre todo preventivas y restrictivas, limitándose siempre a las estrictamente necesarias.

Por lo que respecta a la conservación, ésta deberá ser física y funcional; esto es, que no sólo se deberá procurar la limpieza y legibilidad de las señales, sino que éstas deberán colocarse o quitarse tan pronto como se vea la necesidad de ello.

#### ESPECIFICACIONES GENERALES.

Las señales son tableros fijados en postes o estructuras, con símbolos, leyenda o ambas cosas, que tienen por objeto prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia de peligros, su naturaleza, la existencia de determinadas restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos sobre el camino y proporcionarles la información necesaria para facilitar su viaje. Estas señales podrán usarse en caminos o en calles.

Clasificación:

En cuanto a su función, las señales se clasifican en:

- a) Preventivas.
- b) Restrictivas.
- c) Informativas.

Ubicación Longitudinal.

Las señales deberán colocarse como se indica a continuación:

A) Las señales preventivas se colocarán antes del riesgo que se trate de señalar, generalmente a las siguientes distancias del camino:

1. En zona urbana, de 50 a 100 metros.
2. En zona rural, de 50 a 100 metros en caminos de baja velocidad, de 100 a 150 para caminos de velocidad media, de 150 a 200 metros en caminos de alta velocidad.

En zona rural, cuando se coloque una señal de otro tipo entre la preventiva y el riesgo, aquella deberá colocarse a la distancia en que iría la preventiva y ésta al doble.

Si son dos señales de otro tipo las que se vayan a colocar entre la preventiva y el riesgo, la primera de aquellas se colocará a la distancia de la preventiva, la segunda al doble de esta distancia y la preventiva al triple.

B) Las señales restrictivas, por regla general, se colocarán en el

punto mismo donde existe la restricción o prohibición. Debe -- estudiarse cuidadosamente su colocación para evitar señales innecesarias.

- C) Las señales informativas se colocarán en donde un estudio previo indique las necesidades de su uso. Cuando en una intersección de importancia las señales informativas de destino se usen en conjunto con una preventiva, se colocará una informativa previa entre la preventiva y el lugar de decisión. Se colocará otra de decisión en este lugar y por último una confirmativa después de la decisión.

Las señales informativas se situarán de tal manera que estén -- cuando menos a una distancia mínima de 60 m. de otra, aunque en zona urbana deben hacerse ajustes en ciertos casos de espacio muy limitado.

Las informativas de servicios se podrán colocar en caminos de alta velocidad y autopistas en general, a un kilómetro, a 500 m. y en el lugar donde se proporcione el servicio.

#### Distancia Lateral.

La distancia lateral entre la orilla del pavimento y el extremo inmediato del tablero se determinará como sigue:

- A) Para caminos en terraplén o en corte, con acotamiento de 2.40 m. o más, el poste se colocará en el hombro; si la señal lleva dos postes, el interior irá en el hombro.
- B) Para caminos con acotamientos menores de 2.40 m. en terraplenes de 0 a 1 m. contado el desnivel entre el hombro y el 0 del talud, el poste se colocará en el talud o en el terreno natural, de manera que la orilla interior de la señal quede en 2 m. de la carpeta. Para terraplenes mayores de 1 m. de alto, la señal se colocará de modo que su orilla interior coincida con la vertical del hombro; cuando el camino esté en corte, el poste deberá colocarse en el talud al nivel del hombro.
- C) En zonas urbanas, la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta deberá ser de 30 centímetros.
- D) En señales elevadas el poste o soporte de ella deberá estar de 2 a 3 m. de la orilla de la carpeta y en autopista preferentemente fuera del acotamiento.

#### Altura.

En caminos, la parte inferior del tablero de la señal quedará --

a 1.50 m. sobre el hombro y en calles a 2.00 m. sobre el nivel de la banqueta. La altura de las señales elevadas será 4.50 m. sobre el nivel del pavimento.

Angulo de Colocación.

El tablero de las señales deberá quedar siempre en posición vertical, a 90° con respecto al eje del camino. En señales elevadas conviene darle cierta inclinación hacia abajo.

Letrero en el Reverso de las Señales.

Todas las señales llevarán, en la parte posterior encerrado en un rectángulo de 15 por 8 centímetros, con letras negras el texto que figura a continuación:

No Dañar.

Se impondrá de 15 días a 2 años de prisión, o multa de \$ 10,000 a \$ 5,000.00 al que de cualquier modo destruya, inutilice, apaque, quite o cambie una señal establecida por la seguridad de las vías generales de comunicación o medio de transporte. Art. 536 de la Ley de Vías General de Comunicación.

Colores.

Independientemente de los colores característicos de cada tipo -

dé señales, todas llevarán el poste y el reverso pintado en color aluminio.

## 5.1 SEÑALES PREVENTIVAS.

### Definición:

Las señales preventivas tienen por objeto advertir al usuario de existencia y naturaleza de un peligro en el camino.

### Uso.

En cuanto a su objeto, las señales preventivas se usarán en los siguientes casos:

- A) Cambios de alineamiento horizontal.
- B) Intersecciones de caminos o cales.
- C) Reducción o aumento en el número de carriles.
- D) Cambios del ancho del pavimento.
- E) Pendientes peligrosas.
- F) Condiciones deficientes en la superficie de rodamiento.
- G) Escuelas y cruces de peatones.
- H) Cruces de ferrocarril a nivel.
- I) Accesos a vías rápidas.
- J) Posibilidad de encontrar ganado en el camino.



- K) Proximidad de un semáforo.
- L) Cualquier otra circunstancia que pueda representar un peligro en el camino.

Forma.

Los tableros de las señales preventivas serán cuadrados y se colocarán con una diagonal vertical. Se fijarán en postes colocados a un lado del camino o sobre la banqueta. Dichos soportes deberán llenar las condiciones necesarias de resistencia, durabilidad y presentación.

Tamaño.

Los tamaños de las señales preventivas, ya sea que lleven ceja perimetral, doblada o sean placas planas sin ceja, tendrán las siguientes dimensiones en centímetros:

DIMENSIONES	LAMINA COMERCIAL PARA UN DESPERDICIO MINIMO	U S O
60 x 60 ( sin ceja )	122 x 244	Caminos estatales y urbanos.
71 x 71 ( con ceja )	152 x 305	Caminos federales y vías rápidas urbanas.
86 x 86 ( con ceja )	91 x 183	Caminos de alta velocidad y autopistas.

DIMENSIONES	LAMINA COMERCIAL PARA UN DESPERDIO MINIMO	U S O
117 x 117 ( con ceja )	122 x 244	Caminos de alta - velocidad y auto - pistas.

#### Color.

Los colores de las señales preventivas serán en acabado mate, como sigue: amarillo tránsito para el fondo y negro para los símbolos, caracteres y filete. En caminos de tipo especial, en vías de acceso controlado y en protección de obras, el fondo de la señal opcional. El color del material reflejante deberá aproximarse lo más posible al color amarillo tránsito aprobado.

#### 5.2 SEÑALES RESTRICATIVAS.

##### Definición.

Las señales restrictivas son las que tienen por objeto indicar al usuario, tanto en zona rural como urbana, la existencia de ciertas limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tránsito en las mismas.

##### U s o.

Las señales restrictivas se usarán para reglamentar los siguien

tes casos:

- A) El derecho de paso.
- B) El movimiento a lo largo del camino.
- C) Los movimientos direccionales.
- D) Las limitaciones de dimensiones y peso de vehículos.
- E) La prohibición de paso a ciertos vehículos.
- F) Las restricciones a peatones.
- G) Las restricciones de estacionamiento.
- H) Restricciones diversas.

Forma.

Los tableros de las señales restrictivas, excepto las señales de ALTO Y CEDA EL PASO, serán de forma rectangular, con su mayor dimensión en sentido vertical.

La señal ALTO será de forma octágonal y la de CEDA EL PASO tendrá la forma de triángulo equilátero con un vértice hacia abajo.

Los tamaños y colores, irán de acuerdo con lo aprobado en el manual de tránsito editado por la SAHOP.

### 5.3 SEÑALES INFORMATIVAS.

#### Definición:

Las señales informativas son aquellas que sirven para guiar al usuario a lo largo de su ruta e informarle sobre las calles o caminos que encuentre y los nombres de poblaciones, lugares de interés, etc., y sus distancias; también le proporcionarán ciertas recomendaciones que debe observar.

#### Clasificación y Uso.

Las señales informativas se clasifican en cuatro grandes grupos:

- A) Identificación.- Se usarán para identificar los caminos - según el número que les haya asignado. Tendrán forma de escudo, pudiendo éste ser pintado sobre una placa rectangular o recortado según la silueta correspondiente.- El escudo será de dos formas, según sea camino federal o estatal.

Las flechas complementarias se usarán en conjunto con los escudos para indicar el sentido que sigue un camino. Estos conjuntos de escudo y flecha podrán usarse en zona urbana, para indicar el trayecto que debe seguir el usuario para no salirse de su ruta.

- B) De destino.- Se usarán para indicar al usuario el nombre de las poblaciones que encuentre sobre la ruta, el número de ésta y la dirección que deberá seguir. Podrán usarse en repetición y en este caso se llaman previas, de decisión y confirmativas, según su colocación a saber: antes de la intersección, en el lugar de la decisión y después de la intersección.
- C) De servicios.- Son aquellos que identifican lugares donde se prestan servicios generales, como gasolineras, puestos de socorro, teléfonos, etc.
- D) De información general.- Son las que identifican lugares, ríos, puentes, poblaciones, nombre de calles, sentidos del tránsito, desviaciones, postes de kilometraje, etc.

#### Forma.

Las señales informativas serán de forma rectangular, con su mayor dimensión horizontal, excepto los escudos, las señales de servicios y los postes kilometraje que tienen su mayor dimensión vertical.

El tamaño de las señales, será el que señale el manual de diseño.

positivo de tránsito, en calles y carreteras; editado por SAHOP- así como el tamaño y características de los símbolos o leyendas que contengan.

#### Colores.

Las señales informativas deben ser, en general, de fondo blanco con filete, leyenda flechas y números en negro. En autopistas y otras arterias importantes, el fondo blanco será reflejante, de preferencia. Las señales informativas elevadas serán de fondo mate y filete, leyenda, flechas y números en blanco reflejante. Las señales de servicios tendrán marco azul y símbolo negro, dentro de un cuadro blanco, excepto la señal puesto de socorro, que llevará símbolo rojo. Cuando la señal lleve la distancia o flecha en la parte superior, ésta será blanca sobre fondo azul, en cuyo caso el cuadro blanco irá desplazado hacia la parte superior.

#### 5.4 Iluminación.

La iluminación de una señal se hará necesaria en aquellos casos en que la altura de la misma sea de más de cuatro metros y ciertas condiciones especiales hagan insuficiente el reflejo de los fanales del vehículo.

Los medios usados para la iluminación son los siguientes:

- A) Una fuente de luz detrás de la señal, que ilumine el fondo, el símbolo o la leyenda, o una combinación determinada de éstos a través de un material traslúcido.
- B) Una fuente de luz montada al frente sobre la señal, destinada a dar una iluminación uniforme.
- C) Cualquier artefacto como tubos luminosos, que sigan el contorno, el símbolo o la leyenda, o cualquier efecto luminoso que haga visible la señal durante la noche.

#### Leyenda.

La leyenda, en términos generales, deberá tener un máximo de tres palabras por renglón y no más de tres renglones. La separación y distribución dentro del tablero de la señal quedará de acuerdo con lo recomendado, en el ya mencionado manual editado por SAHOP.

#### 5.5 MARCAS, ISLETAS Y OBRAS DIVERSAS.

Marcas.- Las marcas son las rayas, los símbolos y las letras que se pintan o colocan sobre pavimentos, estructuras, guarniciones u objetos dentro o adyacentes a las vías de circulación, a fin de indicar ciertos riesgos, regular o canalizar el tránsito o complementar las indicaciones de otras señales.

Tienen la ventaja de que bajo condiciones de tiempo favorables proporcionan el mensaje preventivo o informativo sin desviar la atención del conductor; en cambio tienen el inconveniente de que por mal tiempo pueden desaparecer completamente o disminuir su visibilidad especialmente cuando están mojadas.

#### Clasificación.

Las marcas se clasifican como sigue:

- A) Marcas en el pavimento.
  - 1. Rayas centrales.
  - 2. Rayas separadoras de carriles.
  - 3. Rayas en las orillas de la carpeta.
  - 4. Rayas canalizadoras.
  - 5. Rayas de parada.
  - 6. Rayas para cruce de peatones.
  - 7. Rayas de aproximación a obstáculos.
  - 8. Marcas para cruce de F.C.
  - 9. Marcas para estacionamiento.
  - 10. Marcas para regular el uso de carriles.
  
- B) Marcas en guarniciones para prohibición de estacionamiento.



C) Marcas en obstáculos dentro de la superficie de rodadura o adyacentes a ella.

D) Indicadores.

1. Indicadores de peligro.

2. Indicadores de alineamiento ( fantasmas ).

#### Materiales.

La pintura es el material que más se emplea para las marcas en pavimentos, guarniciones y objetos situados sobre las vías de circulación o adyacentes a ellas. Para aumentar la visibilidad de las marcas, en la noche o en condiciones desfavorables de tiempo, se usarán micro-esferas de vidrio adheridas a la pintura, para hacerlas reflejantes al incidir en ellas las luces de los fanales. Para las rayas en el pavimento podrá también emplearse polvo de mármol adherido al pavimento con un asfalto rebajado adecuado, o con algún otro aglutinante. Los materiales termoplásticos se están empleando cada vez con mayor frecuencia, para las marcas en pavimentos sujetas a fuerte desgaste. Principalmente en las zonas urbanas, donde el intenso tránsito borra las rayas en poco tiempo y su frecuente repintado además de resultar costoso, causa trastornos al tránsito, podrán utilizarse tachetas metálicas, de vidrio o de plástico, en -

lugar de la raya continúa pintada en el pavimento.

En los caminos son preferibles las rayas pintadas. Por la rapidez de su aplicación, por su menor costo inicial y porque se causan menores trastornos al tránsito durante el trabajo. No es recomendable el uso de marcas permanentes en el pavimento, a base de concreto blanco o de color o con tabiques o bloques incrustados, debido a que no pueden hacerse reflejantes ni cambiarse cuando se alteren las condiciones del tránsito y por lo general sufren deterioro cuando se hacen trabajos de conservación en el pavimento.

Las marcas en obstáculos generalmente se pintarán directamente sobre ellos y en caso de que ésto no sea posible, o que se desee que las marcas sean reflejantes, se usarán uno o más indicadores de peligro, colocados sobre el propio obstáculo o inmediatamente frente al mismo.

Los indicadores de alineamiento o fantasmas, consistirán en postes de concreto con una franja de material reflejante colocada cerca de su extremo superior. Provisionalmente, como fantasmas, podrán emplearse piedras pintadas con lechada de cal.

#### Colores.

Las marcas en el pavimento siempre deberán ser de color blanco,

aún en aquellos casos en que el pavimento sea de color claro. En zonas urbanas, las marcas en guarniciones para indicar que está prohibido el estacionamiento, deberán ser de color amarillo.

Las marcas sobre superficies verticales, de objetos sobre las vías de circulación u obstáculos peligrosos, podrán consistir en rayas blancas y negras alternadas o únicamente de pintura blanca palicada sobre dichas superficies, debiendo ser reflejantes - las áreas blancas.

Los objetos adyacentes a las vías de circulación, tales como - defensas, árboles y rocas, podrán pintarse de blanco o con rayas diagonales alternadas blancas y negras como una guía eficaz para el tránsito nocturno.

Los indicadores de peligro deberán tener franjas alternadas en colores negro y blanco reflejante, inclinadas a 45°.

Los fantasmas, en su parte visible, deberán ser blancos, con una franja negra perimetral en su extremo inferior y otra reflejante cerca de su extremo superior. Los colores serán mate, pudiéndose pintar la parte blanca con lechada de cal o de cemento blanco o con pintura vinílica, empleándose ésta última para la parte negra.

La franja reflejante podrá pintarse con pintura reflejante premez-

clada o con pintura y micro-esferas de vidrio.

#### Tipos de Rayas.

Las rayas pintadas en el pavimento podrán ser interrumpidas o continuas.

La raya interrumpida, que permite cruzarse a discreción del conductor, se empleará en el eje de vías de circulación de dos carriles para dividir el tránsito de sentidos opuestos, o para separar los carriles con tránsito en el mismo sentido. En ambos casos, la raya se pintará en tramos de 5 m. separados entre sí 10 m. pudiéndose reducir esta distancia en zonas urbanas, pero conservando la relación 1 a 2 de raya a espacio.

La raya continua, que generalmente hace las veces de una barrera y por consiguiente no debe cruzarse, salvo en casos particulares, se empleará en ciertos lugares, sobre el eje de vías de circulación de dos carriles, cuando por algún peligro no deba cruzarse; para analizar el tránsito; para marcar las orillas del pavimento; para indicar la aproximación a obstrucciones o intersecciones y para las rayas transversales.

#### Anchura de Rayas.

Las rayas en el pavimento serán de 10 cm. de anchura, con - -

recepción de los siguientes casos:

- A) Las rayas para canalizar el tránsito podrán variar de 10 a 30 cm. de anchura, de acuerdo con la importancia del caso.
  
- B) Las rayas transversales deberán ser considerablemente - más anchas que las longitudinales, para mejorar su visi-  
bilidad.

Las rayas de parada podrán tener entre 30 y 60 cm. de anchura - y las de cruce para peatones entre 15 y 25 cm.

Reflexión de las Rayas.

En todas las carreteras federales y estatales las marcas en pa - vimento deberán ser reflejantes. En las zonas urbanas también - deberán ser reflejantes todas las marcas en pavimento.

Conservación.

Todas las marcas deberán conservarse siempre en buenas condi - ciones. La frecuencia con que deban pintarse depende del tipo de superficie, calidad y cantidad de la pintura empleada, condi - ciones climáticas y volumen de tránsito. Deberá tenerse cuida - do, especialmente al repintar las rayas interrumpidas, de que - la pintura se aplique lo más exactamente posible sobre las mar

cas anteriores, para que no se vean defectuosas.

#### Rayas Centrales.

Son aquellas que sirven para separar los dos sentidos de tránsito en una vía de circulación, debiéndose situar siempre al -- centro del pavimento, tanto en tangentes como en curvas. Se -- clasifican como sigue:

- A) **Discontinuas.** Se emplearán en vías de circulación de -- dos carriles, cuando haya suficiente visibilidad para permitir el rebase.
- B) **Continuas sencillas.** Se emplearán en vías de circulación de dos carriles, en los casos siguientes:
  1. En todas las curvas horizontales, a un lado de la línea central, en el tramo donde la limitación de visibilidad no permite el rebase.
  2. En todas las curvas verticales, en cima, a un -- lado de la línea central donde la limitación de -- visibilidad no permite el rebase.
  3. En los lugares del camino o calle, en que por -- condiciones especiales sea conveniente impedir la invasión del carril opuesto, tales como escue

las, tramos de tránsito intenso, zonas de cruce de movimientos, etc.

C) Contínuas dobles. Se emplearán para separar los dos -- sentidos de circulación en caminos o calles de cuatro o -- más carriles, haciendo las veces de un camellón, excepto en calles sujetas a que, en ciertas horas del día, se cambie el sentido del tránsito en algunos carriles, en cuyo caso la raya deberá ser contínua pero sencilla. Irán separadas 10 cm. entre sí.

D) Cuando una marca longitudinal consiste en una línea contínua a un lado de una línea discontinua, los conductores deben respetar la línea que está situada de su lado.

#### Rayas Separadoras de Carriles.

Podrán ser discontinuas o contínuas, según se permita cruzar -- las o no, y se emplearán como sigue:

A) A los lados del eje, en vías de circulación de cuatro o -- más carriles, para separarlos del mismo sentido de tránsito.

#### Rayas en las Orillas de la Carpeta.

Deberán ser contínuas, con ancho de 10 cm. y se emplearán --

con los siguientes objetos:

- A) Para guiar a los conductores dentro de su carril durante la noche, o cuando las condiciones de visibilidad sean deficientes.
- B) Para reducir el tránsito sobre los acotamientos, principalmente de vehículos pesados.
- C) Para ayudar al usuario a percibir condiciones especiales por puentes angostos, vados y accesos a poblaciones importantes.

Rayas Canalizadoras.

Deberán ser continuas, con anchos que podrán variar de 10 a 20 cm. de acuerdo con la importancia del caso.

Rayas Transversales.

Debido al pequeño ángulo vertical con que se ven las marcas pintadas en el pavimento, desde un vehículo que se aproxima a ellas, será necesario que todas las rayas transversales sean -- más anchas que las longitudinales, para que se aprecien del -- mismo ancho que éstas y evitar la aparente distorsión cuando -- se combinan rayas longitudinales y transversales para formar --



símbolos o letras. Deberá darse especial atención a la conservación de las rayas transversales, ya que por su posición en el pavimento estarán sujetas a un constante desgaste.

#### Rayas Separadas.

Deberán ser blancas y continuas y su ancho podrá variar de 30 a 60 cm. según se requiera. Deberán trazarse cruzando todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido. En calles en que se transite a baja velocidad, será suficiente con que -- las rayas tengan de 30 a 45 cm. de ancho.

#### Rayas para Cruce de Peatones.

Tanto en caminos como en calles, deberán ser blancas y continuas y de un ancho entre 15 y 25 cm. Serán dos rayas paralelas transversales a la vía de circulación, trazadas a una separación que se determinará generalmente por el ancho de las banquetas entre las que se encuentren situadas, pero en ningún caso dicha separación será menor de 1.80 m. Cuando antes de -- las rayas, no exista la de parada, será conveniente aumentar -- hasta 0.60 m. el ancho de la raya del lado por donde se aproxima el tránsito, especialmente cuando la velocidad sea mayor de 60 km/h o en caminos donde no se espere encontrar estas rayas. Las rayas para peatones se marcarán en todas las interseccio --

nes donde pueda presentarse confusión entre el movimiento de los vehículos y el de los peatones, así como en algunos otros lugares en donde el movimiento de estos últimos sea considerable, como en pasos a isletas o donde se les permita cruzar la calle entre intersecciones.

#### Rayas de Aproximación a Obstáculos.

Consisten en una o dos rayas oblicuas continuas, trazadas desde la raya central o separadora de carril, hasta un punto situado entre 30 y 60 cm. a uno o ambos lados del obstáculo. Estas rayas podrán variar de 10 a 30 cm. de ancho, según se requiera.

#### Marcas para cruce de ferrocarril.

Las marcas en el pavimento para indicar la aproximación a un cruce a nivel con un ferrocarril, deberán ser blancas y consistirán en una X con las letras F y C una a cada lado de la misma, la raya central continua y rayas transversales. El símbolo FXC deberá pintarse en cada carril antes del cruce, en el sentido del tránsito.

#### Marcas para Estacionamiento.

Las marcas para limitar los espacios, para estacionamiento de -

vehículos serán blancas y se emplearán para obtener un uso más eficiente y ordenado de las zonas de estacionamiento, tratando de evitar que se invadan los sitios de paradas de autobuses, de zonas para maniobras comerciales y las proximidades a las esquinas. Una zona de estacionamiento podrá indicarse por medio de rayas blancas en el pavimento, perpendiculares a las guarniciones, con una longitud que podrá variar de 2.50 a 3.00 m. requerida por el ancho de un vehículo estacionado, debiendo estar espaciadas de 6.70 a 7.90 m. Como un refinamiento delo anterior, podrá pintarse una raya continua paralela a la guarnición, uniendo los extremos de las rayas perpendiculares a la misma, indicando el límite exterior de la zona de estacionamiento.

#### Marcas para Regular el Uso de Carriles.

Estas marcas en el pavimento serán blancas y se emplearán sólo en zonas urbanas en el acceso a una intersección, para complementar las señales correspondientes, indicando los diversos movimientos que se permitan desde ciertos carriles. Estas marcas podrán repetirse a suficiente distancia, antes de una intersección, con objeto de que los conductores puedan escoger con anticipación el carril apropiado. El número de palabras deberá limitarse al mínimo, sin pasar de tres. No deberán emplearse-

en zonas urbanas en el acceso a una intersección, para complementar las señales correspondientes, indicando los diversos movimientos que se permitan desde ciertos carriles. Estas marcas podrán repetirse a suficiente distancia, antes de una intersección, con objeto de que los conductores puedan escoger con anticipación el carril apropiado. El número de palabras deberá limitarse al mínimo, sin pasar de tres. No deberán emplearse como mensaje obligatorio, excepto cuando confirmen lo indicado por señales de tipo común.

#### Marcas en Guarniciones para Prohibición de Estacionamiento.

Las marcas en guarniciones para indicar los sitios en que está prohibido legal y permanentemente el estacionamiento de vehículos, deberán ser de color amarillo tránsito, debiéndose emplear en paradas de autobuses, sitios contiguos a esquinas u opuestos a isletas para pasajeros, entradas a espectáculos o en donde existan señales de no estacionarse. Estas marcas cubrirán tanto la cara vertical como la horizontal de la guarnición.

#### Marcas en Obstáculos.

Las marcas en obstáculos, dentro o adyacentes a las vías de circulación, se utilizarán para indicar a los conductores la presencia de los mismos, cuando constituyan un serio peligro para

el tránsito. Los obstáculos podrán ser pilas o estribos de puentes en pasos inferiores, monumentos, isletas, semáforos, soportes de señales elevadas, extremos de parapetos en puentes puentes, árboles, rocas o estructuras con una altura libre reducida.

Los obstáculos que se encuentren dentro de la vía de circulación, se deberán marcar con indicadores de peligro pintados directamente sobre el obstáculo. Si éste no se presenta para aplicar la pintura directamente sobre él, se colocará un indicador de peligro encima o inmediatamente frente al mismo. Además de las marcas sobre el obstáculo o del indicador de peligro, se podrán pintar rayas de aproximación a obstáculos. Cuando éstos estén situados directamente sobre la línea de tránsito, si son muy peligrosos, podrá emplearse un semáforo de destello de color ambar. En algunos casos, aunque los obstáculos no estén situados directamente sobre la vía de circulación, sino adyacentes a la misma, podrán estar tan cercanos a ella, que constituyan un peligro, como las pilas y estribos de puentes en pasos inferiores, por lo que se marcarán con rayas diagonales negras y blancas. Los objetos cercanos a las vías de circulación, contra las cuales un vehículo pueda chocar sólo en caso de desviarse mucho, tales como defensas, árboles o piedras, podrán pintarse de blanco.

### Indicadores.

Se emplearán para señalar obstáculos y otros peligros o para -- mostrar el alineamiento horizontal del camino. Podrán consistir en tableros o postes con un recubrimiento reflejante o algunos otros dispositivos semejantes. Por su función pueden agruparse en:

- A) Indicadores de peligro.
- B) Indicadores de alineamiento.( fantasmas )

#### Indicadores de Peligro.

Podrán colocarse encima de los obstáculos o inmediatamente -- frente a los mismos o en bifurcaciones muy agudas para señalar la presencia de algún peligro. Deberán colocarse en forma tal, que sean claramente visibles a una distancia de 300 m. en condiciones atmosféricas ordinaria, al alumbrarse en la noche con las luces altas de los vehículos.

Para señalar el extremo de una isleta situada dentro de la línea de tránsito o la bifurcación de un camino, en los casos en que ésta represente un peligro, deberá colocarse sobre la isleta, en el extremo que dé frente al tránsito o en el vértice de la bifurcación, un indicador de peligro consistente en un tablero de 30 por 120 cm. colocado en sentido vertical, con rayas alternadas

en colores negro y blanco reflejante, de 10 cm. de ancho, inclinadas a 45° bajando hacia la derecha. La distancia entre la parte inferior del tablero y la superficie de la isleta o del acotamiento del camino, será de 20 cm.

#### Indicadores de Alineamiento. ( Fantasmas )

Se emplearán para delinear la orilla de una vía de circulación, en cambios de alineamiento horizontal; para señalar los muros de cabeza de alcantarillas, cuando los mismos queden ubicados dentro de los acotamientos o para marcar estrechamientos de una vía de circulación. Los fantasmas se ubicarán en las curvas horizontales, únicamente en el lado exterior de las mismas, desde el principio de la transición de entrada hasta el final de la salida.

#### Isletas.

Definición.- Las isletas son superficies limitadas, situadas en las intersecciones de vías de circulación o en las inmediaciones de las mismas, que sirven para hacer más seguro y expedito el tránsito de vehículos o para refugio de peatones. Deben considerarse como partes integrantes de una isleta, tanto la protección de sus extremos como las marcas que indiquen la proximidad de las mismas.

### Clasificación.

En cuanto a su función, las isletas se clasifican como sigue:

- A) De refugio. Son áreas para el servicio y seguridad de los peatones. Las isletas que sirven para que las personas esperen para abordar cualquier vehículo de transporte público, o para alojar a las que desciendan del mismo, se considerarán como de refugio.
- B) Separadoras. Son las que se encuentran situadas longitudinalmente a una vía de circulación y separan el tránsito que circula en el mismo sentido o en sentidos opuestos.
- C) Canalizadoras. Son las que tienen por objeto encauzar el tránsito en la dirección adecuada, principalmente para dar vuelta.

### Elementos Generales para Proyecto.

La necesidad de isletas se deberá determinar por medio de estudios cuidadosos. La zona adecuada para ubicar una isleta deberá elegirse tomando en cuenta varios elementos como son: función, tamaño, situación y características de la superficie adyacente. Preferentemente el proyecto de las isletas será consecuencia del de las vías de circulación o de la intersección, pero podrá haber casos en que-



se tenga que proyectar sobre vías o intersecciones ya construídas, para mejorar las condiciones de transitabilidad existentes. El proyecto de las isletas deberá hacerse con todo cuidado para que su forma se adapte a las trayectorias naturales del tránsito y para que cuando sobresalgan del nivel del pavimento, no constituyan un peligro en las vías de circulación. Una isleta colocada convenientemente sobre una calle ancha, en las proximidades de una intersección, podrá eliminar la necesidad de semáforos, al canalizar el tránsito en forma adecuada. Las isletas deberán ser perfectamente visibles, así como los dispositivos que indiquen la proximidad a las mismas, para evitar sorpresas a los conductores y deberán tener el tamaño apropiado para su objeto, sin ser demasiado pequeñas para hacerlas notables y evitar que los vehículos pasen sobre ellas.

Se recomienda que para cada caso, las isletas se complementen con dispositivos adecuados, ya sean marcas en el pavimento, indicadores de peligro, iluminación, señales o semáforos.

Las isletas podrán delimitarse por medio de guarniciones, rayas pintadas en el pavimento, topes de fierro fundido, tachuelas, etc. Las isletas de tamaño mínimo se delimitarán con rayas en el pavimento, topes o tachuelas, pero cuando se usen para refugio de peatones o para instalación de dispositivos para control del tránsito, deberán delimitarse con guarniciones de paramento vertical. Las is

letas grandes podrán delimitarse con guarniciones, arbustos, mon-  
tículos de tierra, fantasmas o cualquier combinación de estos ele-  
mentos.

#### Forma y Tamaño.

Las isletas podrán tener diversas formas y tamaños y generalmente-  
estarán situadas fuera de las trayectorias normales de los vehículos  
debiéndose proyectar como partes integrantes de la intersección o -  
de la calle, dándose preferencia a isletas grandes en lugar de va --  
rias pequeñas.

### 5.5 OBRAS DIVERSAS.

Definición.- Las obras diversas son las que se construyen, co-  
locan o dejan dentro de una obra vial o en sus inmediaciones,-  
para proteger a los vehículos y peatones y/o dar mayor fluidez-  
al tránsito.

Clasificación.- En cuanto a su función, las obras diversas se-  
clasifican como sigue:

- A) Fajas separadoras de tránsito:
1. Camellones.
  2. Barreras centrales.
  3. Terreno natural o acondicionado.

- B) Defensas laterales.
- C) Vibradores.
- D) Bordos.
- E) Reglas para vados.
- F) Cercas.
- G) Guardaganados.

Camellones.- Se utilizarán a lo largo de una vía de circulación, en el centro y/o a los lados de la misma, para separar el tránsito que circula en sentidos opuestos o en el mismo sentido.

El camellón estará limitado por guarniciones de concreto que sobresalgan del nivel del pavimento de 15 a 20 cm. y su superficie podrá pavimentarse, zampearse o bien plantar en ella cualquier especie vegetal.

Barreras centrales.- Son dispositivos que se colocan en el eje de una vía de circulación de cuatro o más carriles, para separar el tránsito de sentidos opuestos.

Se emplearán como complemento de las fajas separadoras cuando se requiera una mayor seguridad para los usuarios, o lo permitan las condiciones económicas. Pueden ser de cualquiera de los tipos que existen en el mercado.

En el extremo de la dirección por donde se aproxima el tránsito, el límite de la defensa deberá empotrarse en el suelo.

Terreno natural o acondicionado.- El terreno que constituye la faja separadora central, y las barreras centrales, se utilizarán únicamente en aquellos casos en que por la topografía del lugar o por razones económicas, sea más conveniente la elección de este tipo. La faja de terreno, por condiciones topográficas, de ornato, de seguridad o de drenaje, podrá quedar en su forma natural o sembrarse con algunas especies vegetales para decoración, estabilizar el terreno o para formar una valla antideslumbrante. Para facilitar el drenaje podrá conformarse en forma de cuneta, en cuyo caso la superficie del terreno podrá cubrirse con pasto o zampearse.

Defensas laterales.- Son dispositivos que se emplean para evitar en lo posible que los vehículos se salgan del camino, por lo que se utilizarán en los lugares en que exista mayor peligro, ya sea por el alineamiento del camino o por accidentes topográficos. Deberán colocarse en la orilla exterior de las curvas peligrosas o en tangentes con terraplenes altos o en balcón, en una o ambas orillas según se requiera. Podrán ser de alguno de los tipos que se encuentran en el mercado.

En el extremo de la dirección por donde se aproxima el tránsito -

to, el límite de la defensa deberá empotrarse en el suelo.

**Vibradores.**- Son acanalamientos de concreto hidráulico simple, contruidos normalmente al eje de una vía de circulación y sin sobresalir de la superficie de la carpeta. Su objeto es advertir a los conductores, mediante la vibración y el ruido que se produce al cruzarlos, de ciertas condiciones particulares del camino. Podrán construirse en casos muy especiales, como para -- anunciar la llegada a una caseta de cobro en las autopistas, an tes de un cruce a nivel con el ferrocarril o en caminos secunda rios de poco tránsito, antes de que entronquen en otro de mayor importancia, siempre que por haberse presentado accidentes, se vea la imperiosa necesidad de llamar la atención del conductor- para evitar que continuen.

Los vibradores se construirán a todo lo ancho de la corona. En autopistas con camellón, se construirán de la guarnición al lí - mite de corona.

**Bordos.**- Son elementos de concreto simple de forma alargada - y poca anchura, que sobresalen como máximo 7 cm. de la su - perficie de rodamiento. Su longitud podrá ser variable y se em plearán en zonas urbanas, exclusivamente para indicar la aprox mación a una isleta y para encausar a los vehículos en las sa - lidas de vías de alta velocidad, evitando que se estrellen con-

tra el extremo del camellón o isleta que forme la salida o contra la señal que indique la misma. Estos bordos se emplearán a semejanza de la pintura "cebreada" recomendada anteriormente para marcas en obstáculos. En ningún caso se construirán a través de los carriles de circulación.

Reglas para vados.- Se utilizarán en caminos para indicar a los conductores el tirante máximo de agua que se van a encontrar sobre el vado, por lo cual las reglas deberán estar graduadas y fijadas a postes, debiéndose colocar antes de entrar al vado, las que sean necesarias, de acuerdo con el nivel que alcancen las crecientes máximas ordinarias, como se muestra en la figura correspondiente. Los tubos se pondrán en ambos lados del vado y a todo lo largo del mismo, a una separación aproximada de 10 m. para que sirvan como guía para marcar el ancho del vado, por lo que su extremo superior deberá quedar a una altura de 75 cm. sobre la parte más baja del vado y se colocarán como se indica en la figura, en la cual se muestran también la forma y dimensiones de las reglas y de los tubos. (Ver figura 5.1)

Cercas.- Son dispositivos constituidos por postes de concreto hidráulico reforzado, metálicos o de madera, situados a distancias que varían de 3 a 5 m. que sostienen varios hilos de alambre de púas espaciados verticalmente de 25 a 40 cm. o tela de

El nombre. Las constituidas por alambre de puas se emplearán en las zonas donde abunde el ganado, para evitar que los animales invadan o crucen la carretera. Se colocarán en los límites del derecho de vía a lo largo y a ambos lados del camino.

En las autopistas, además del fin mencionado en el párrafo anterior, las cercas son necesarias para evitar que la faja del derecho de vía sea invadida por construcciones de particulares; -- que los peatones crucen la carretera y que los vehículos puedan tomar esta en cualquier lugar diferente de los proyectados para dicho fin, para controlarlos y cobrarles la cuota que les corresponda. En los lugares en que las autopistas crucen alguna zona urbana, la cerca deberá estar formada por postes metálicos, generalmente de tubo y tela de alambre, para evitar el paso de peatones y pequeños animales.

Guardaganados.- Son estructuras que se emplearán para evitar que el ganado entre de un camino libre a otro de acceso controlado, o pase por las puertas para entrada de peatones a los paraderos de autobuses, o bien para que no cruce sobre un camino, los linderos de propiedades. En el primero y último casos, se construirán abarcando toda la corona del camino; en el segundo caso, se construirán en el lugar de la puerta. Tendrán la forma y dimensiones que señale el proyecto correspondiente.

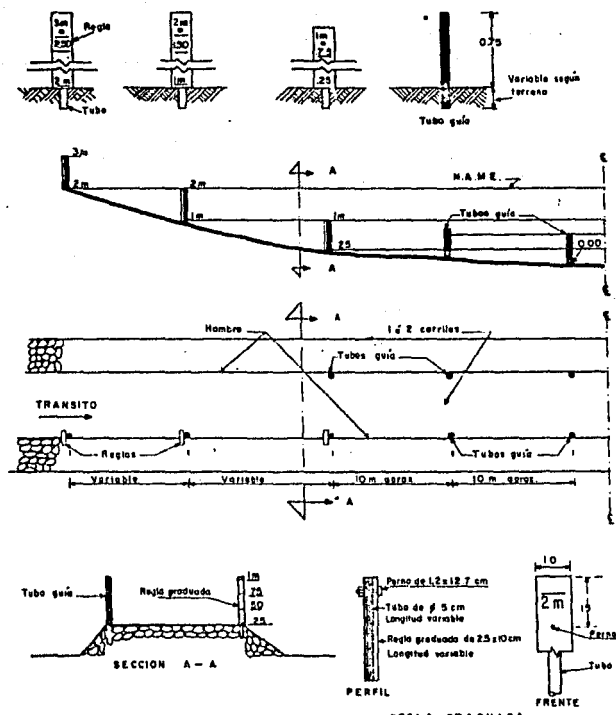
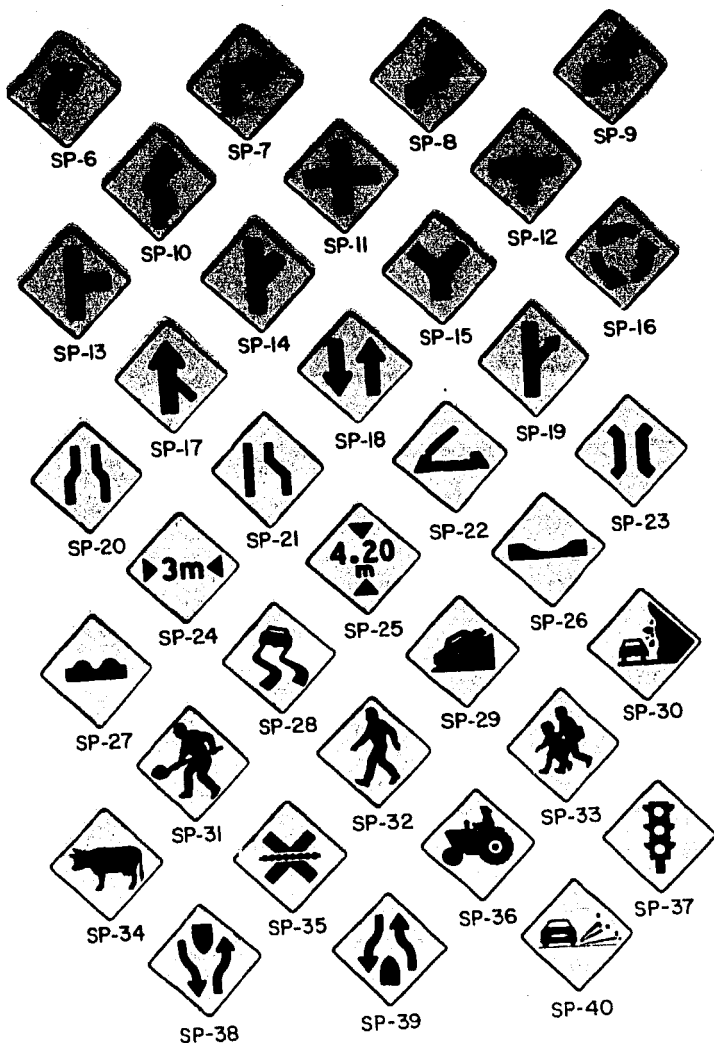


FIG. 5.1 REGLAS PARA VADOS



# SEÑALES PREVENTIVAS



# SEÑALES RESTRICTIVAS



SR-6



SR-7



SR-8



SR-9



SR-10



SR-11



SR-12



SR-13



SR-14



SR-15



SR-16



SR-17



SR-18



SR-19



SR-20



SR-21



SR-22



SR-23



SR-24



SR-25



SR-26



SR-27



SR-28



SR-29



SR-30



SR-31



SR-32



SR-33



SR-34

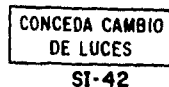
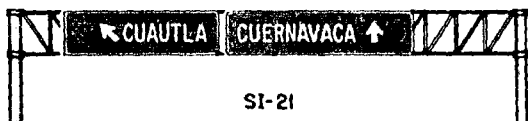
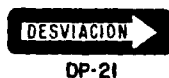
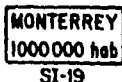
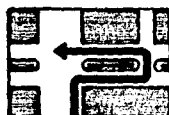
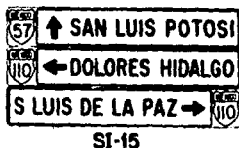
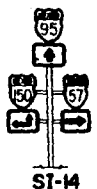
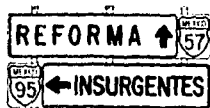
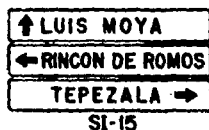


SR-35



SR-36

# SEÑALES INFORMATIVAS



CAPITULO 6.CONSERVACION

## 6. INTRODUCCION.

En la época actual, para el desarrollo de los trabajos de ingeniería de una cierta magnitud, se parte en todos los casos de un programa que contempla los distintos aspectos de los problemas a resolver.

Las técnicas existentes para hacer esa programación han sido establecidas con la idea de resolver problemas constructivos, lo cual coloca en desventaja a los problemas de conservación. Tipos de programación como los diagramas de barras y la ruta crítica, llevan implícito el conocimiento detallado de las diversas fases al trabajo así como de las etapas inicial y final del mismo, que están separadas por un lapso relativamente corto. Otra condición de tipo general es que una vez concluidos los trabajos de un cierto tipo ya no se repiten. Los trabajos de conservación presentan aspectos totalmente distintos de los anteriores. Ya que es difícil conocer con precisión la magnitud de las labores por realizar, labores que además tienen la característica de

de ser cíclicas.

La existencia de técnicas tan específicas para los trabajos de construcción se explica por las inversiones tan elevadas que este renglón requiere, lo que hace necesario un procedimiento adecuado para su manejo. En cambio generalmente, una vez concluida una obra, el mantenimiento requerido por la misma, así como la inversión consecuente son proporcionalmente muy pequeños.

Entre las excepciones a lo anterior está la conservación de carreteras, ya que por las especiales condiciones de este tipo de obras, requiere de grandes inversiones, mantenerlas en las condiciones adecuadas de servicio. De esta situación se deduce la necesidad de aplicar a la programación de los trabajos de conservación técnica desarrollada con tal objeto, debiéndose en caso necesario recurrir a los trabajos de investigación, semejantes en su objetivo, a los desarrollados para nuevas construcciones.

En la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Organismo al que la ley respectiva asigna la conservación de carreteras, existe una conciencia plena de la necesidad de optimizar el empleo de los recursos disponibles para esa conservación,

buscando con ello que las inversiones en la red de carreteras -  
hagan en la forma debida en su finalidad como en su oportu-  
nidad.

Dentro de la SAHOP la conservación de 44,000 km. que inte --  
gran la red de carreteras federales es asignada a la Dirección -  
General de Conservación. Esta Dirección cuenta con cuatro De-  
partamentos; el Departamento de Obras, el Departamento Técnico,  
el Departamento de Proyectos y el Departamento de Programación  
y Presupuesto.

Los trabajos de campo dependen directamente del Departamento -  
de Obras, el cual los canaliza a través de 31 Residencias Gene-  
rales de Conservación. La sede de cada una de estas Residenc-  
cias corresponden a una capital de Estado.

Cada Residencia General cuenta según la longitud de caminos -  
a su cargo, con varias Residencias de Conservación, cada una-  
de ellas encargada de conservar de 350 a 450 km. de carreteras  
aproximadamente. A su vez una Residencia se divide en dos o-  
tres Sobrestantías encargadas cada una de la mitad o la tercera-  
parte de la longitud de carreteras asignada a la Residencia.

Para cumplir con las labores que tienen a su cargo, la Direc --  
ción de Conservación ha asignado a cada Residencia una planti-  
lla de personal, otra de maquinaria y una serie de partidas a -

ejercer de acuerdo con las necesidades de cada caso. Estas - disponibilidades se complementan con las asignaciones hechas - a cada Residencia General y que en lo correspondiente, se apli - can a la Residencia que pueda requerirlo.

Los trabajos de conservación de carreteras se han venido divi - diendo en: "Trabajos de Reconstrucción" y "Trabajos de Conser - vación Normal".

Se consideran trabajos de Reconstrucción a los necesarios para - proporcionar a un tramo de carretera las características requeridas por el volumen de tránsito existente o previsto y para los cuales generalmente se tiene un nuevo proyecto. Dentro de este caso - pueden englobarse las repavimentaciones, las ampliaciones y las modificaciones de carreteras existentes. Estos trabajos son rea - lizados por contrato o bien a través de una Sobrestantía de Re - construcción, dependiente de la Residencia General.

Los trabajos de Conservación Normal, son los efectuados de ma - nera sistemática y continua con el fin de mantener, en un tramo de carretera, las características del proyecto original mediante - la reparación de fallas locales o la realización de pequeños tra - bajos accesorios. Estos trabajos son ejecutados por el perso - nal asignado a cada Sobrestantía y con el equipo de la plantilla correspondiente.

En muchos casos es difícil definir hasta donde un trabajo es de Conservación Normal y a partir de qué límite corresponde a Reconstrucción.

En la publicación de la SAHOP "Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstrucción de Carreteras" a la que aquí nos referimos como "Las Normas", se indica en muchos casos el límite entre los trabajos de Conservación Normal y los de Reconstrucción. En los demás casos, será necesario emplear el criterio del personal a cargo de los trabajos para hacer la delimitación.

#### 6.1 CONSERVACION NORMAL.

La importancia relativa de los trabajos de Conservación Normal dependerá fundamentalmente del tipo de carretera a que se refiere y de la región donde se encuentre localizada. El conocimiento detallado de los trabajos por ejecutar y su consecuente realización con toda oportunidad, haciendo uso de los elementos disponibles, además de permitir de manera segura el tránsito de vehículos, impedirá el incremento de las fallas en el camino y disminuirá considerablemente, la necesidad de los trabajos que pueden considerarse de reconstrucción.

Buscando unificar, en principio, los trabajos de conservación normal a realizar en cada Residencia, la Dirección General de -



Conservación de Obras Públicas, ha dividido los elementos del camino en que deben realizarse en la siguiente forma:

- 1) Superficie de rodamiento
- 2) Acotamientos
- 3) Drenaje
- 4) Taludes
- 5) Zonas laterales
- 6) Señalamiento

Cada uno de estos elementos del camino requiere distintas labores de conservación, lo que ha llevado hasta cincuenta y cuatro trabajos de conservación normal por realizar en un camino.

La determinación de los trabajos a realizar y la secuela que se de a los mismos será responsabilidad directa del Jefe de la Residencia de Conservación respectiva.

El conocimiento de las necesidades de un camino requiere indudablemente, del conocimiento detallado del camino en todas las partes que lo integran. Para esto último es necesario que el Jefe de la Residencia, acompañado del Sobrestante correspondiente, haga recorridos sistemáticos del tramo que se está analizando, en los cuales se irán estudiando las fallas del camino y la evolución de las mismas.

Para lograr la máxima eficiencia en los recorridos es indispensable lograr previamente un conocimiento de tipo general de la zona, recabar toda la información adicional posible y definir las referencias necesarias.

El conocimiento de tipo general de la zona correspondiente a la sobrestantía se logrará al determinar las poblaciones cercanas a la carretera y la importancia relativa de estas, las zonas de siembra y el tipo de cultivo en ellas, las zonas industriales y mineras y en general todos aquellos aspectos de la región que en alguna forma influyan en las distintas facetas del mantenimiento de la carretera.

La información adicional que se debe recabar es principalmente la relativa a precipitaciones pluviales, temperaturas y demás aspectos meteorológicos que afecten tanto los elementos del camino como la organización de los trabajos de conservación. Es conveniente tener una idea clara del funcionamiento de las corrientes que cruzan el camino en lo que se refiere tanto a los gastos y velocidades máximas como a las épocas en que esto ocurre. Así mismo es muy útil saber si estas corrientes tienden a azolvar o a erosionar el cauce.

Antes de iniciar el inventario se deben haber definido todos los datos referentes al trabajo; así deben haberse colocado todos -

los postes de kilometraje, se requiere tener completo un censo de todos los puentes y obras de drenaje en el que se indique su localización, tipo y dimensiones principales; igualmente se determinarán los volúmenes de materiales en los bancos de que se disponga y se definirán oportunamente las características de esos mismos materiales. En general deberán conocerse al detalle todas las partes del trabajo que previsiblemente serán elementos del problema a resolver.

Como ya se ha mencionado, se considera recomendable que las programaciones de los trabajos abarquen el lapso de un semestre. La fecha precisa en que hagan las programaciones se verá influido por la zona del país en que se encuentre ubicada la Residencia, pero en general, la primera programación del año se efectuará en la segunda quincena de abril o en la primera de mayo y la segunda programación a fines de octubre o principios de noviembre.

Cada programación será consecuencia de un recorrido minucioso realizado por el Residente en compañía del Sobrestante a cuyo cargo se encuentra el tramo. El recorrido, inicialmente, deberá hacerse a pié en cada obra de drenaje y haciendo todas las mediciones necesarias. De todo debe tomarse nota, indicando de la manera más explícita el trabajo necesario en cada caso.

Los conceptos que deben programarse son los indicados en cada caso ya que para dos tramos distintos serán diferentes conceptos.

A continuación se hará una breve descripción de los trabajos incluidos, indicándose en cada caso las unidades en que deberán valorarse.

#### 6.1.2 SUPERFICIE DE RODAMIENTO.

Calafateo de grietas.

El calafateo de grietas tiene por objeto evitar que el agua se introduzca a través de ellas a las capas inferiores del pavimento, propiciando su saturación con el consiguiente peligro de falla.

En el caso de grietas aisladas, para efectos de programación se deberá tomar como unidad el metro lineal.

En el caso de grietas abundantes, su corrección se hará de - - acuerdo con lo indicado en las normas y por lo tanto, para efectos de programación se deberán considerar en lo correspondiente a riego de sello o a bacheo de caja asfáltica según correspon - da.

Renivelaciones.

Conjunto de labores requeridas para reponer la porción de la su-

perficie de rodamiento que ha sufrido alguna deformación y/o desplazamiento en su nivel original.

En el caso de deformaciones pequeñas, del orden de a a 3 cm., de acuerdo con lo indicado en las normas podrán corregirse mediante rietos, en cuyo caso, para efectos de programación se deberán considerar en lo correspondiente a riego de sello.

Cuando las deformaciones sean superiores a 3 cm. se usará como medida para su programación el m<sup>3</sup>. refiriéndose éste al volumen suelto de mezcla asfáltica que se requiera para su corrección.

#### Calavereo.

al conjunto de labores requeridas para reponer una porción de superficie de rodamiento que ha sido destruída y removida por el tránsito, se le denomina en forma genérica bacheo.

Cuando las porciones no exceden en su dimensión mayor de 15-cm. se denominan calaveras y por ende calavereo es el conjunto de labores requeridas para su corrección.

Como es lógico, por su tamaño, las calaveras no afectan a las capas inferiores de pavimento, limitándose siempre a la carpeta; por lo mismo las calaveras siempre deberán rellenarse con mezcla asfáltica, y para efectos de programación se usará como me

dida el número de m<sup>3</sup>. requeridos.

En el caso de baches que afecten sub-base y/o base, podrá elegirse entre combinar material de base hidráulica para esas capas y mezcla asfáltica para la carpeta, o bien hacer la reparación con mezcla asfáltica exclusivamente. Lo anterior dependerá de la frecuencia, tamaño y profundidad de los baches.

En cualquier caso, para efectos de programación, en este concepto únicamente se usará como medida de los trabajos por efectuar los m<sup>3</sup>. de mezcla asfáltica que se requieran. En caso de requerirse material para base hidráulica, este volumen se programará en el siguiente concepto.

Bacheo de Caja Hidráulica.

Como ya se dijo, cuando los baches afecten las capas de base y/o sub-base, podrá efectuarse el bacheo en el espesor correspondiente a esas capas, con materiales de base hidráulica.

No es posible dar un valor numérico que indique cuando es económico usar, en conservación normal, este tipo de materiales, pues dependerá de la facilidad para su obtención; sin embargo puede decirse que en términos generales es preferible que en conservación normal, aún en las capas de sub-base y base se use mezcla asfáltica.

Cuando por condiciones especiales, como podría ser: baches en gran número que requieran un considerable volumen de material para su reparación y disponibilidad económica de este tipo de materiales, se decida efectuar estas labores, la unidad para su medida será el m<sup>3</sup>. de material suelto para sub-base y/o base.

No hay que olvidar, que en este tipo de baches, siempre la última capa será de mezcla asfáltica, por lo que deberá considerarse el volumen correspondiente a esta última capa en los materiales del inciso anterior.

#### Reparación de Tramos Cortos Fallados.

Se entiende por tramos cortos fallados aquellos cuya longitud no sobrepase los 10 m. y en los cuales existan fallas que trasciendan a la capa sub-rasante y a las terracerías.

Para su corrección deberán removerse las distintas capas de pavimento hasta llegar a aquella en que se localiza la falla, y proceder a la reconstrucción cuidando de utilizar los materiales para cada capa. Por lo mismo, aún cuando para efectos de programación la unidad de medida será el m<sup>2</sup>. de zona fallada, se deberá considerar el hecho de que se necesitan distintas calidades y tipos de materiales para su corrección.

#### Riego de Sello sobre Baches y Renivelaciones.

Como complemento a los trabajos de bacheo se deberá conside-

rar el riego de sello de las zonas que hayan sido reparadas. -- Esto deberá hacerse a la brevedad posible para lograr una impermeabilización adecuada y evitar que el bache vuelva a producirse.

En el caso de renivelaciones que hayan sido hechas mediante -- mezcla asfáltica, es necesario sellar la zona correspondiente -- por las mismas razones explicadas para los baches; también no olvidarse que las renivelaciones pequeñas pueden ser efectuadas mediante riegos. Para efectos de programación, la unidad para medir los trabajos será el m<sup>2</sup>. de área por sellar.

#### Riego de Sello.

De acuerdo con lo asentado en las normas, el riego de sello se considera labor de conservación cuando la superficie tratada no exceda de mil metros cuadrados continuos.

Es muy importante hacer notar, que en este inciso se deberá -- anotar lo que se requiera de riego de sello, aparte del ya consi--  
derado para las superficies bachadas o reniveladas.

Al igual que en el inciso anterior, la unidad para medir los trabajos por efectuar será el m<sup>2</sup>. de área por sellar.



### Correcciones del Exceso de Asfalto.

Son múltiples las causas que pueden originar exceso de asfalto en la superficie de rodamiento, por lo que, en cada caso particular, se deberá proceder a estudiar la causa de la falla antes de llevar a cabo su corrección.

Para efectos de programación se usará el m<sup>2</sup>. de área por reparar, como medida de los trabajos por efectuar.

### 6.1.3 ACOTAMIENTOS.

#### Reposición de Acotamientos.

En un tramo de camino, en el que se hayan perdido los acotamientos, por causas tales como son un deslave, la reconstrucción ó limpieza de un dren, se deberá proceder a su reposición no solo por la función primordial que el acotamiento tiene para el usuario del camino, sino por evitar los daños colaterales que la falta de acotamiento produce en las distintas capas de pavimento.

Para efectos de programación, se deberá considerar como labor de conservación normal la reposición de tramos de acotamiento que no excedan de 100 m. de longitud continúa, en caso de mayor longitud deberá considerarse como reconstrucción. El m<sup>3</sup>. será la unidad que deberá usarse como medida de los trabajos -

por efectuar.

#### Recargue o Refuerzo de Acotamiento.

Es frecuente que los acotamientos, principalmente cuando no están pavimentados, sufran disminución respecto a su nivel original, por diversas causas como son el tránsito y la erosión. Por lo mismo deberán efectuarse labores de recargue y refuerzo para volverlos a su nivel original, logrando con ello que la sección del camino coincida con la original de proyecto.

El refuerzo o recargue de acotamientos siempre deberá hacerse con material que cumpla las especificaciones para base, cuidando de darle la compactación adecuada.

Para efectos de programación el m<sup>3</sup>. de material de base será la unidad para su medición.

#### Pavimentación de Acotamientos.

Siempre que sea posible, deberán pavimentarse los acotamientos para que éstos ofrezcan adecuada resistencia, aumente su duración y por consiguiente además de prestar mejor servicio requieran menos atención.

La pavimentación de los acotamientos se podrá hacer mediante riegos o mediante mezcla asfáltica según se considere conveniente.

Para efectos de programación de las labores respectivas, se deberá considerar el m<sup>2</sup>. de área por pavimentar.

#### Bacheo de Acotamientos.

Los acotamientos pavimentados requieren de bacheo para su conservación, entendiéndose en este caso por bacheo el relleno de coquedades aisladas cuyo espesor no sobrepase el del pavimento, el bacheo deberá efectuarse siempre mediante mezcla asfáltica.- Cuando las fallas de un acotamiento sobrepasen en espesor el del pavimento, se deberá considerar su corrección dentro del inciso 2.2.

Para efectos de programaciónse deberá usar como medida de lo requerido, el número de m<sup>3</sup>. de mezcla asfáltica.

#### Riego Asfáltico de Protección.

Como ya se mencionó, los acotamientos deberán construirse con material que cumpla las especificaciones de material para base y de ser posible deberán pavimentarse mediante una carpeta asfáltica de un riego para su mayor protección.

Sin embargo cuando no sea factible pavimentarlos, o se trate de caminos de bajo tránsito en que esto no se justifique, se les protegerá mediante un riego de asfalto, que deberá cumplir en

términos generales las características de un riego de impregnación.

Será muy importante tener especial cuidado en que los tramos regados se cierren al tránsito hasta que se haya obtenido una adecuada penetración y fraguado del producto. Una vez que el producto asfáltico haya penetrado podrán ser cubiertos con arena.

Para efectos de programación el m<sup>2</sup>. de área por proteger será la unidad para su medición.

Es frecuente, que al realizar las labores de conservación en los acotamientos y en los taludes, la traza entre los dos planos deje de ser una recta y pase a ser una línea irregular. Esto además de tener mal aspecto, puede reducir el ancho de la corona del camino, con todos los inconvenientes que ello represente.

Por ello, se deberá considerar como labor de conservación normal perfilar el límite de la corona mediante recarague de material en el extremo exterior del acotamiento y el extremo superior del talud, cuidando de obtener el ancho de la corona original del proyecto del camino.

Para programar su realización, el perfilado de la corona se medirá tomando como unidad el metro lineal.

### Remoción de Derrumbes .

Las normas indican claramente, cuando la remoción de un derrumbe debe considerarse como labor de emergencia, en cuyo caso - tendrá preferencia sobre las labores de conservación normal.

Sin embargo, los derrumbes pequeños, que no invaden la superficie de rodamiento sino únicamente los acotamientos, deben ser programados como labor de conservación normal. Se ha agrupado este concepto en lo correspondiente a acotamientos por ser ahí donde generalmente se encuentra depositado el material.

Para efectos de programación, la unidad para medir este trabajo, será el m<sup>3</sup>. referido al material que haya que desalojar.

### 6.1.5 DRENEJE.

#### Desazolve de Contracunetas .

Las contracunetas son canales de sección y ubicación determinada, que se construyen en los laderos aguas arriba de una obra-vial y que tienen por objeto impedir que el agua que escurre lleve a la obra.

Se entiende por desazolve de contracunetas a la remoción de materiales ajenos, tales como tierra, piedras, hierbas, troncos u otros que reduzcan la sección de contracuneta impidiendo el es-

currimiento libre del agua.

La ejecución de las labores respectivas deberá ajustarse a lo -  
indicado en las normas.

Para efectos de programación, será el metro lineal de contracuna, la unidad a la cual referir los trabajos por efectuar.

Desazolve de Cunetas.

Las cunetas son las zanjas de sección determinada construidas -  
en uno o ambos lados de la corona en los cortes destinadas a -  
captar y encauzar hacia afuera del corte el agua que escurre - -  
tanto de la superficie de la corona como de los taludes del corte.

Como en el mismo caso de contracunetas, el desazolve de cunetas consiste en la remoción de los materiales ajenos, que reducen la sección hidráulica y obstaculizan el libre escurrimiento -  
del agua. También en este caso, las normas indican claramente los lineamientos que deberán seguirse para ejecutar esta operación.

El metro lineal de cuneta será la unidad a la cual referir, estos trabajos de desazolve.

### Construcción de Contracuneta.

Cuando un corte no tenga contracunetas y presente problemas -- tales como que el agua que escurre por el terreno descargue so bre la superficie del camino, se tendrá la necesidad de cons -- truir las contracunetas en forma que capten el escurrimiento y lo conduzcan fuera de la superficie del camino.

La decisión de construir contracunetas y en su caso la selec -- ción del trazo para la excavación de las mismas, deberá ser he cho por personal técnico experimentado pues si bien un tramo de contracuneta soluciona los problemas de escurrimiento, puede -- originar la falla de los cortes donde se ha excavado, ocasionando . entonces problemas de más difícil solución.

Los trabajos respectivos, se medirán tomando como unidad el -- m3, de material por excavar.

### Reposición de Cunetas.

Cuando las cunetas no están revestidas, el arrastre originado - por la elevada velocidad a que escurre el agua hace que pier - dan su sección original, por lo mismo, en estos casos, la la - bor de conservación no deberá limitarse a la eliminación del ma terial extraño, sino que, deberá incluir la reconstrucción de la - sección transversal hasta obtener la de proyecto, cuidando al -

mismo tiempo, de que en el sentido longitudinal, se obtenga la pendiente adecuada.

Esta labor tendrá como unidad el m<sup>3</sup>. de material por excavar.

#### Revestimiento de Contracunetas.

Una contracuneta excavada en material permeable propiciará la saturación del terreno en el que se encuentre, reduciendo así el factor de seguridad del corte respectivo, aumentando la posibilidad de distintas fallas en el mismo. Por lo anterior es siempre conveniente el revestimiento de contracunetas con la finalidad de impermeabilizarlas; desde luego, cuando la contracuneta se encuentra excavada en material impermeable no se requiere revestirlas por esta razón. Una cuneta revestida permite adicionalmente mayor velocidad de agua y reduce grandemente los trabajos de limpieza.

Para efectos de programación, se usará el m<sup>2</sup>. de área por cubrir como unidad a la cual referir los trabajos necesarios.

#### Revestimiento de Cunetas.

Como es lógico, una cuneta revestida además de tener un mejor funcionamiento requiere menos atención, pues únicamente será necesario desazolvarla para conservar siempre la sección trans -



versal y la pendiente longitudinal de proyecto.

Por lo mismo, será conveniente revestir las cunetas que no lo estén, empleando siempre para ello los materiales y procedimientos indicados en las especificaciones.

Se usará el m<sup>2</sup>. de área por revestir, como unidad para los trabajos por efectuar.

#### Construcción de Guarniciones.

Las guarniciones tienen por objeto encauzar el agua hacia los lavaderos, por los cuales ésta escurre sin provocar daños al talud. Como es lógico, las guarniciones y su complemento los y su complemento los lavaderos se justifican cuando hay algunas condiciones tales como terraplenes altos o construídos con materiales fácilmente erosionables.

En términos generales, puede decirse que la guarnición se justifica en aquellos tramos de terraplen en que hayan ocurrido deslaves que afecten a la corona del camino. Las guarniciones deberán construirse cuidando de cumplir tanto en los materiales -- a usar como en los procedimientos a seguir con lo indicado en las especificaciones. Para efectos de programación, será el metro lineal la unidad a la cual referir los trabajos.

### Reparación de Lavaderos.

Los lavaderos son canales que llevan el agua que cae en la corona del camino fuera del pie del talud, en donde no pueda causar daño el terraplén.

Deberá cuidarse que la sección transversal del lavadero se mantenga constante sin presentar cambios en el revestimiento que -- puedan afectar el funcionamiento de este elemento. Asimismo, -- deberá vigilarse la zona de descarga del lavadero para obtener -- un rápido encauzamiento del agua fuera del pie del terraplén.

Un motivo frecuente de daños a los lavaderos es la filtración -- del agua debajo de los mismos sobre el talud del terraplén, provocando la erosión y arrastre de suelos dejando sin apoyo una -- parte o la totalidad del lavadero.

Como estos daños ponen en peligro la estabilidad del terraplén, deberá prestarse especial cuidado a su corrección; refiriéndo como unidad de los trabajos por efectuar la pieza.

### Construcción de Lavaderos.

Como se dijo en el inciso correspondiente a construcción de -- guarniciones, los lavaderos son complemento de las mismas y -- por tanto habrá que programar su construcción en forma conjunta.

La construcción de lavaderos deberá sujetarse siempre a lo indicado en las especificaciones. Para efecto de programación se usará la pieza como unidad.

#### Desazolve de Alcantarillas.

A la remoción de materiales ajenos tales como tierra, piedras, hierbas, troncos u otros que obstruyan la entrada salida o el interior de la alcantarilla, impidiendo el libre escurrimiento del agua, se le denomina desazolve.

La ejecución de las labores respectivas deberá ajustarse a lo indicado en las normas.

Para efectos de programación, se referirán los trabajos a el número de m<sup>3</sup>. de material por remover.

#### Reparación de Alcantarillas.

Son múltiples las labores que deben ejecutarse en una alcantarilla y que se consideran como de conservación normal; su descripción está en las normas y los trabajos deberán efectuarse siguiendo los lineamientos que ahí se dan.

Para programar las labores correspondientes, deberá considerarse la pieza como la unidad.

Acondicionamiento de los Canales de Entrada y Salida a las Alcantarillas.

Se entiende por acondicionamiento a la remoción de azolve u otro material que obstruya la sección de un canal, así como el perfilamiento de sus paredes y plantilla para obtener su sección transversal y pendiente longitudinal de proyecto.

Las labores correspondientes deberán efectuarse siguiendo los lineamientos dados en las normas. El metro lineal de canal será la unidad a usar para programar los trabajos.

Reparación de Zampeados.

Es frecuente que en los caminos se requieran zampeados para proteger de la erosión el pie del talud de un terraplén, ó bien, en los accesos de los puentes para protección de las terracerías susceptibles de ser erosionadaa; en algunas ocasiones, cuando en un corte haya zonas de material fácilmente erosionable, podrá ser conveniente el zampeado como solución para lograr la estabilidad del corte.

Se comprende la importancia de mantener en buen estado esos zampeados, vigilándolos cuidadosamente a fin de encontrar y reparar a la brevedad posible cualquier oquedad que presenten.

Estos trabajos deberán considerarse y programarse por separado de los zampeados en cunetas o contracunetas, ya incluidos en los incisos respectivos. El m<sup>2</sup>. de área por reparar será la unidad de su medición.

#### Construcción de Zampeados.

La revisión cuidadosa de las zonas a las que se ha hecho referencia en el inciso anterior, principalmente en época de lluvias y en especial después de una fuerte precipitación, será la manera lógica de detectar en donde se requiere construir un zampeado.

En la construcción de zampeados, deberá seguirse lo indicado al respecto en las especificaciones. El m<sup>2</sup>. de área por zampear - será la unidad para su medición.

#### Desazolve de Puentes.

El cauce natural de una corriente, generalmente sufre modificaciones con la construcción de un puente que al cambiar el régimen hidráulico provoca erosiones ó depósitos que pueden influir negativamente en el funcionamiento de la estructura.

Por lo mismo, el cuidado de la zona del cauce en la vecindad del puente será necesario.

Antes de programar cualquier remoción de materiales en el cauce,

es indispensable consultar al Departamento de Proyectos de la -- propia Dirección, para asegurarse que lo que se piensa realiza - no afecte negativamente el funcionamiento estructural del puente.

La unidad para medir los trabajos correspondientes será el m3.

#### Limpieza de Drenes.

Como se asienta en las normas, la vigilancia de la descarga de un dren algunas horas después de una fuerte precipitación será - la manera de comprobar si su funcionamiento es correcto.

Si el dren tiene tubo y no funciona, se deberá intentar limpiarlo mediante varillas, esto se considerará labor de conservación nor - mal y se usará la pieza como unidad al respecto.

Si es necesario destapar el dren y por lo tanto reconstruirlo, los trabajos necesarios ya no se pueden considerar de conservación - normal y no deberán por lo tanto incluirse en esta programación.

#### 6.1.5 TALUDES.

##### Afinamiento.

Por afinamiento de taludes en corte se entiende la remoción de - todas las piedras o materiales sueltos que presenten peligro de - caer a la corona del camino. En el caso de taludes de terra -

plén, el afinamiento consiste en efectuar las labores necesarias con objeto de obtener en ellos una superficie uniforme.

En ambos casos, al efectuar labores de afinamiento de taludes - deberán seguirse los lineamientos dados en las normas.

Para efectos de programación, se usará el m<sup>2</sup>. como unidad para medir los trabajos por ejecutar.

Retiro de obstáculos laterales para mejorar visibilidad. Es frecuente, que dentro de los límites del derecho de vía, existan - obstáculos que impidan una adecuada visibilidad al usuario. Como labor normal de conservación se pueden realizar tareas que - ayudan mucho no solo al buen aspecto del camino, sino que en la mayoría de los casos aumentan su seguridad.

Como ejemplo de lo anterior, está el caso de un tramo en corte, en el cual el volumen que se requiere mover para dejar el terreno del lado aguas abajo de la ladera al mismo nivel de la corona del camino es pequeño, consiguiéndose al hacerlo mejorar la visibilidad y en algunos casos proporcionar zonas para estacionamiento. Otro obstáculo frecuente son los árboles situados en el lado interior de las curvas que impiden la visibilidad.

Por la variedad de casos que pueden presentarse, para considerar los trabajos respectivos dentro de una programación se usa-

rá como unidad la pieza.

#### Recargues en Taludes de Terraplenes.

Como se dijo en lo correspondiente a finamiento, en los taludes de los terraplenes se deberá buscar obtener una superficie uniforme, que ayude a su estabilidad.

Para lograrlo muchas veces no es suficiente con afinar los materiales existentes, principalmente porque parte del material pueda haberse perdido por asentamientos, erosiones o deslaves; por lo tanto será necesario efectuar recargues, cuidando de que el material que se use cumpla con especificaciones y que en procedimiento se siga lo indicado en las normas.

El m<sup>3</sup>. será la unidad a usar para programar los trabajos.

#### Estabilización.

Sucede, sobre todo en los taludes de cortes y terraplenes contruidos en materiales fácilmente erosionables, que la realización de las tareas de conservación ya descritas no es suficiente para asegurar completa estabilidad.

Por lo mismo, será necesario buscar dicha estabilidad, mediante la siembra de pastos o especies vegetales, adecuados tanto el material como el clima de la región, que permitiendo el libre es-



currimiento del agua, evite la erosión.

Para la programación, los trabajos respectivos se medirán tomando como unidad el m<sup>2</sup>.

Construcción y reparación de bermas.

Se llama berma a un escalón que se construye en un talud y cuyo objeto es lograr su estabilidad.

La berma será una solución que deberá intentarse en el caso de todos aquellos taludes en cortes hechos en materiales fácilmente erosionables, en los cuales las siembras de especies vegetales no haya sido suficiente para lograr su estabilidad.

En el caso de bermas existentes, la conservación consistirá en retirar el material que en ellas se haya acumulado, buscando obtener una superficie horizontal.

El metro lineal de berma que se requiera construir o reparar, será la unidad para programar los trabajos.

Construcción y Reparación de Muros.

Los taludes inestables, principalmente los de los terraplenes, - cuando son demasiado altos y cuando por métodos como los ya indicados, siembra de especies vegetales o construcción de guar

niciones o lavaderos, no es posible conseguir su estabilización harán necesaria la construcción de muros.

Los muros, requerirán de estudios y proyectos cuidadosos antes de su construcción, para obtener la solución más adecuada, por lo que, en general, para su realización deberá recurrirse al Departamento de Proyectos de la propia Dirección.

Los muros existentes, deberán ser objeto de revisión cuidadosa, por lo menos cada seis meses, y como resultado de ella se efectuarán las reparaciones que requieran. Será muy importante vigilar y mantener limpios los drenes de los muros, cuyo descuido puede originar un grave desperfecto.

Para efectos de programación, será el m<sup>3</sup>. la unidad para medir los trabajos.

Relleno de Deslaves.

Se llama deslave, a la erosión y socavación del material del talud de un terraplén producida por el escurrimiento del agua superficial.

Como queda asentado en las normas, si un deslave afecta la corona del camino, se considerará como situación de emergencia y su corrección tendrá preferencia sobre las labores de conser -

vacación normal.

Cuando el deslave no afecte la corona del camino, se programará su arreglo utilizando como unidad para los trabajos por efectuar el m3. se deberán considerar los lineamientos dados al respecto en las normas.

#### 6.1.6 ZONAS LATERALES.

Desyerbe.

Al despeje de la vegetación existente en el derecho de vía para evitar la presencia de materia vegetal en el cuerpo de la obra, impedir daños a la misma y permitir buena visibilidad, se le denomina en forma genérica desmonte.

La roza es una de las operaciones que comprende el desmonte y consiste en quitar la maleza, hierba, zacate o residuos de las siembras.

Las labores de roza, deberán efectuarse de acuerdo con los lineamientos y siguiendo los procedimientos indicados en las normas. Para efectos de programación será la hectárea de unidad para medir los trabajos.

Tala.

Otra de las operaciones que comprende el desmonte, es la tala,

que consiste en cortar los árboles y arbustos.

Los lineamientos y procedimientos para efectuar la tala, están indicados en las normas.

Para efectos de programación, será asimismo la hectárea la unidad para medir los trabajos.

#### Canalización de Zonas Inundables.

El que se inundan las zonas laterales del derecho de vía o zonas aledañas fuera del mismo, pueden causar serios perjuicios al camino, por lo que el drenar esas zonas será una labor de -- conservación muy importante.

Debe tomarse muy en cuenta, antes de proceder en este tipo de obras, que su ejecución puede causar perjuicios a propietarios -- de terrenos contiguos al camino, por lo que, al proyectarlos se deberá evitar que ésto suceda. Para lograrlo, en general la canalización en su caso se deberá llevar por el derecho de vía -- hasta algún cauce natural en el que pueda dársele salida sin -- que ocasione problemas. Los trabajos por ejecutar, se medirán tomando como unidad el m3.

#### Mantenimiento de Obras Marginales.

Las obras marginales son aquellas situadas en las zonas latera-

les del derecho de vía, que contribuyen a una mejor utilización del camino por los usuarios.

Su mantenimiento, deberá ser parte de las labores de conservación normal, y se deberá efectuar siguiendo los lineamientos y procedimientos indicados en las normas.

Se deberá utilizar el lote, como unidad de medida de los trabajos por efectuar.

#### Retiro de Obstáculos.

Así como en los taludes, pueden existir obstáculos que limiten la visibilidad del camino, sobre todo en el lado interior de las curvas, también puede darse el caso, que existan esos obstáculos fuera de los ceros del talud, pero dentro del límite del Derecho de Vía.

En tal caso, y de acuerdo a lo que se dijo en lo concerniente a taludes, deberá procederse a su retiro, y se usará para efectos de programación, la pieza como unidad de medida de los trabajos.

#### Retiro de Anuncios.

Una de las bases legales que norman el derecho de vía de las carreteras dice: "El uso del derecho de vía será exclusivamente

el derivado de la operación del camino. Está por ello prohibido, que los colindantes a la carretera u otras personas o entidades lo ocupen para cualquier otro fin".

Como puede verse, colocar anuncios dentro del derecho de vía queda claramente prohibido por la disposición anterior por lo que deberá procederse de inmediato a su retiro.

Para efectos de programación será la pieza la unidad a la cual referir los trabajos por efectuar.

Retiro de Cercas.

Con base en la disposición mencionada en el inciso anterior, deberán retirarse las cercas que invadan el derecho de vía; para efectos de programar los trabajos se usará el metro lineal como unidad.

Será muy importante, en este caso, distinguir entre las cercas que invaden el derecho de vía y aquellas colocadas en su límite, pues estas últimas evitan el cruce de peatones y la invasión por el ganado de la carretera. Por lo mismo debe buscarse que las cercas que se construyan o bien las que se cambien de ubicación se encuentren siempre en el límite del derecho de vía.

## 6.1.7 SEÑALAMIENTO.

### Pintura de Raya Central.

Las rayas centrales son aquellas que sirven para separar los dos sentidos de tránsito en una vía de circulación. La pintura de - raya central, deberá efectuarse siguiendo los lineamientos y pro - cedimientos dados para ese efecto en el "manual de dispositivos para el control del tránsito", al que aquí se denominará el ma - nual.

Para efectos de programación será el metro lineal la unidad de - medida de los trabajos por efectuar.

### Pintura de Rayas Laterales.

Las rayas laterales, son las que limitan la superficie de roda - miento de el acotamiento y su objeto está claramente expuesto - en el manual.

Asimismo, en el manual se indican los procedimientos que debe - rán regir para su pintura.

Para efectos de programación, será el metro lineal la unidad de - medida de los trabajos por efectuar.

### Pintura de Elementos de la Sección Transversal.

Los elementos que constituyan un obstáculo y que formen parte-

En la sección transversal de un camino como puede ser: pilas o estribos de puentes en pasos inferiores, monumentos, isletas, semáforos y soportes de señales elevadas, se deberán pintar siguiendo los lineamientos dados en el manual, del inciso "M-21\_ Marcas en obstáculos".

Para efectos de programación, será el m<sup>2</sup>. la unidad para medir los trabajos por efectuar.

Reparación de Señales en el lugar.

Una de las cosas que más mala impresión puede causar al usuario de un camino, es el hecho de que permanezcan señales dañadas. Por lo mismo, cuando el desperfecto sea menor y susceptible de arreglarse en el lugar, ésto deberá hacerse de inmediato; en caso contrario deberá retirarse la señal y llevarse al taller para su arreglo.

El arreglo de señales en el lugar, deberá programarse usando como unidad la pieza.

Colocación de Señales

La colocación de señales, deberá efectuarse cuidando de cumplir integralmente los lineamientos dados al respecto en el manual, ya que una señal mal colocada no solo causa mala impresión sino que puede originar accidentes.



Para efectos de programación, se usará la pieza como unidad.

#### Colocación de Fantasmas.

También en este caso, el manual contiene todos los lineamientos y procedimientos a que deberá ajustarse la colocación de fantasmas.

Para efectos de programación, se usará la pieza como unidad de medida de los trabajos por ejecutar.

#### Colocación de Postes de Kilometraje.

Asimismo, este caso está cubierto en el manual, por lo que únicamente cabe indicar que la pieza será la unidad para programar los trabajos respectivos.

#### Pintura de Puentes.

La conservación adecuada de los puentes, es esencial para lograr un tránsito ininterrumpido y para proteger la inversión hecha en ellos.

Por lo mismo, se deberán inspeccionar de acuerdo con lo asentado al respecto en las normas, y como resultado de esa inspección programar los trabajos que se requieran; en general estos trabajos no se considerarán como labor de conservación normal.

Como excepción a lo anterior, está la pintura de los parapetos: la que sí deberá considerarse como labor de conservación normal y efectuarse con la frecuencia necesaria para que estos presenten buen aspecto.

Para efectos de programación, será el m<sup>2</sup>. la unidad para medir los trabajos por efectuar.

Una vez conocidas las necesidades del camino para cada uno de estos conceptos y para cada uno de los kilómetros que lo integran, el Residente deberá iniciar la preparación del programa de trabajo necesario para solucionar las necesidades de conservación normal.

Es bastante pertinente indicar que el programa no podrá incluir las labores necesarias para la solución de una emergencia en el camino que impida la circulación de vehículos. En este caso debe recurrirse a todos los elementos disponibles para restablecer el tránsito en sus condiciones normales, posponiendo para ello, si es necesario, cualquier trabajo que se haya programado anticipadamente.

## BIBLIOGRAFIA

1. Apuntes de la Clase de Sistemas de Transportes del Ing. Gonzalo N. Cruz Beristain
2. Infraestructura Carretera: Dirección General de - Análisis de Inversiones S.A.H.O.P.
3. Manual de Caminos Vecinales  
Ing. René Etcharren G.; Asociación Mexicana de Caminos
4. Carreteras y Transportes de México:  
Asociación Mexicana de Caminos
5. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras:  
S.A.H.O.P. 1976
6. Planes Estatales de Carreteras; Dirección General de Análisis de Inversiones; S.A.H.O.P.
7. Esquema Director de Carreteras; Dirección General de Análisis de Inversiones; S.A.H.O.P.
8. Tesis de: Rafael Tellez Romero  
Construcción de la Carretera Playa Azul-Coahuayana en el Estado de Michoacán
9. Manual de Drenaje de Caminos; S.A.H.O.P.  
Dirección Nacional de Caminos, 1945  
Ing. Salvador Mosqueira R.
10. Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras; S.A.H.O.P. 1977
11. Conservación: Dirección General de Conservación de Obras Públicas; S.A.H.O.P.
12. Modernización de Carreteras; Dirección General de Análisis de Inversiones; S.A.H.O.P.

13. **Infraestructura para el Transporte**  
Ing. José Luis Moctezuma
14. **Impacto de las Carreteras en el Desarrollo Económico y Social de México.**
15. **Política de Inversiones en Carreteras**  
Ing. Francisco Javier Gorostiza
16. **Integración de Zonas Rurales del País al Proceso de Desarrollo**  
Lic. José Antonio Aysa Bernat
17. **Justificación Económica de las Inversiones**  
Ing. José G. Zarco Masetto  
Ing. Gonzalo N. Cruz Beristain