

32  
2 y



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ARAGON"

PROYECTO GEOMETRICO DEL ENTRONQUE  
"PARRAL"

T E S I S

Que para obtener el título de  
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

JOSE HERIBERTO VELEZ TORRES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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

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

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

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

# PROYECTO GEOMETRICO DEL ENTRONQUE

"PARRAL"

## Capítulos

Introducción.

I. Antecedentes.

II. Estudios de ingeniería de tránsito.

III. Capacidad y niveles de servicio.

IV. Alternativas de solución.

V. Proyecto geométrico de la alternativa óptima.

VI. Señalamiento.

VII. Conclusiones y recomendaciones.

Bibliografía.

## C O N T E N I D O

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3

## C A P I T U L O S

I.	ANTECEDENTES.	
I.1	Localización.....	4
I.2	Situación actual.....	12
II.	ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO.	
II.1	Inventarios.....	15
II.1.1	Características geométricas.....	15
II.1.2	Características operacionales.....	16
II.1.3	Señalamiento.....	18
II.1.4	Fotográfico.....	19
II.2	Estudios de volúmenes de tránsito.....	23
II.2.1	Tipos de contadores mecánicos portátiles.....	24
II.3	Clasificación vehicular.....	24
II.3.1	Movimiento direccional.....	32
II.3.2	Método de placas.....	32
II.4	Estudios de accidentes de tránsito.....	38
II.4.1	Accidentes de tránsito en el entronque "Pa-- rral".....	40
III.	CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.	
III.1	Capacidad y niveles de servicio (actual).....	54
III.2	Capacidad y niveles de servicio (futuro).....	58
III.3	Proyección de volúmenes de tránsito.....	65
III.4	Conclusiones preliminares.....	73

	Pag.
IV. ALTERNATIVAS DE SOLUCION.	
IV.1 A nivel.....	74
IV.2 A desnivel.....	74
V. PROYECTO GEOMETRICO DE LA ALTERNATIVA OPTIMA.	
V.1 Objetivos del proyecto geométrico de un entronque.....	79
V.2 Elementos de un entronque.....	82
V.3 Alternativa óptima.....	84
VI. SEÑALAMIENTO.	
VI.1 Señales preventivas.....	91
VI.2 Señales restrictivas.....	93
VI.3 Señales informativas.....	94
VI.3.1 SII de identificación.....	94
VI.3.2 SID de destino.....	95
VI.3.3 SIR de recomendación.....	96
VI.3.4 SIG de información general.....	96
VI.4 SIST de servicios y turísticas.....	97
VI.5 Señalamiento de un entronque.....	97
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
BIBLIOGRAFIA.....	102

## I N T R O D U C C I O N

La causa fundamental que motivó el presente trabajo es que debido al crecimiento urbano de la ciudad de Parral se producen congestionamientos vehiculares, tanto de los vehículos locales como de los que son de largo y mediano itinerario.

A consecuencia de esto actualmente se construye el libramiento poniente de la ciudad de Parral, para que así los vehículos que no tengan necesidad de pasar por la ciudad de Parral, lo hagan a través del libramiento disminuyendo gradualmente los conflictos ocasionados en una zona urbana.

El libramiento llega hasta la carretera Parral-Altata y al cruce de ambos caminos se le denomina entronque Parral, considerado como suburbano. Para que éste entronque tenga una mejor operación vehicular se proponen dos alternativas de solución, una a nivel y la otra a desnivel, sugiriéndose la alternativa a nivel por considerarse la más apropiada para esta situación.

Por otro lado éste trabajo contiene: siete capítulos de los cuales, en el capítulo I se mencionan los antecedentes (localización y situación actual); en el capítulo II se habla de las características actuales y de los estudios de ingeniería de tránsito utilizados para el proyecto geométrico del entronque "Parral" (inventarios, volúmenes de tránsito, etc.); en el capítulo III se indica el cálculo de la capacidad y niveles de servicio actuales y futuros, por el método de 1965 del Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras.

El capítulo IV trata de las alternativas de solución, siendo dos, una a nivel y otra a desnivel; en el capítulo V se presentan las partes fundamentales que forman un entronque, además del proceso para elaborarlo; el capítulo VI trata de las señales básicas tanto horizontales como verticales que lleva un entronque y se aplican a la alternativa óptima,

( solución a nivel); hasta llegar al capítulo VII de las conclusiones y recomendaciones. Finalmente se incluye la bibliografía utilizada.

## OBJETIVOS

- 1.- Dar a conocer el procedimiento requerido en la modificación geométrica de un entronque ya existente, basándose en el ejemplo del entronque "Parral", localizado en el municipio de Hidalgo del Parral en el Estado de Chihuahua. Así como la selección del señalamiento utilizado y los estudios de tránsito necesarios. En donde actualmente se está construyendo el libramiento poniente de la ciudad de Parral.
- 2.- Hacer notar, que éste trabajo fue realizado solamente desde el punto de vista vial.
- 3.- Que éste trabajo sirva como material didáctico a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil, especialmente en el área de vías terrestres.



## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

#### I.1 Localización.

##### Hidalgo del Parral.

Esta población se localiza en la región sur del Estado de Chihuahua, ubicada entre los  $28^{\circ}57'$  de latitud norte y los  $107^{\circ}50'$  de longitud oeste, a 1740 metros sobre el nivel del mar. Guarda una distancia por carretera de 301 km. con la ciudad de Chihuahua, capital del Estado; de 313 km. con la ciudad de Torreón; y con la ciudad de Durango de 411 km.

Se encuentra asentada en una zona montañosa formada por rocas volcánicas y algunas rocas sedimentarias, esta población es centro de un importante distrito minero del Estado, que junto con San Francisco del Oro y Santa Bárbara han producido, desde la época de la colonia, grandes cantidades de oro, plata, plomo y zinc.

El clima imperante es de tipo semiseco templado, la precipitación anual total se aproxima a los 467 mm, con régimen de lluvias de verano, presentando la mayor precipitación en el mes de agosto; es más seco en el mes de marzo.

El régimen térmico medio anual es de  $17.8^{\circ}\text{C}$ , registrándose en junio la mayor temperatura promedio de  $24.6^{\circ}\text{C}$ . y la menor, en enero con una media de  $10.4^{\circ}\text{C}$ .

Los fenómenos meteorológicos que afectan a ésta población son: las heladas, granizadas y nevadas.

El abastecimiento de agua potable proviene principalmente de la presa "Parral", cuya capacidad es de 10.2 millones de metros cúbicos.

Existe buena disponibilidad de agua subterránea para diferentes fines, tales como los domésticos, industriales y agropecuarios. La extracción anual es de 2 millones de metros cúbicos y aún es posible extraer más agua.

Hacia el norte, sur y este los suelos son poco profundos debido a la presencia de un lecho rocoso, siendo aptos para los asentamientos humanos.

Al noroeste de la región existe vegetación de matorrales; al sureste de la misma, ocupando una pequeña área, se encuentra un bosque de encinos. El resto de la zona está cubierto por pastizales.

Con excepción de una pequeña área ubicada al este de la zona, en donde es posible desarrollar agricultura y ganadería intensivas, el resto de la misma, presenta condiciones adversas para efectuar estos tipos de utilización; sin embargo la presencia de pastizales, se puede aprovechar para el pastoreo extensivo con ganado bovino y caprino. La vegetación natural existente en la región es de condición pobre, por lo que no es posible su aprovechamiento con fines forestales, salvo los domésticos.

El municipio de Parral absorbe también una parte signi-

ficativa de las actividades industriales y de servicios del Estado, cuenta con una estructura productiva más diversificada de la entidad y es uno de los principales productores de minerales metálicos (plomo, zinc, oro y plata), en los que Chihuahua sobresale como el primer Estado productor del país. Esta última característica la comparte Parral con los municipios de Santa Bárbara y San Francisco del Oro.

Posteriormente se hace mención de la división municipal del Estado, aquellos con mejores condiciones de vida y la distribución poblacional.

Casi la mitad de la población de Chihuahua vive en las ciudades de Juárez y Chihuahua, añadiendo a los municipios de Cuauhtémoc, Delicias, Parral y Camargo se llega al 63% de los habitantes.

Chihuahua cuenta con una división de 67 municipios (fig. I.1).

De acuerdo a su nivel de desarrollo o alto bienestar social con las mejores condiciones de vida en la entidad, se ubican 9 municipios, en orden descendente: Chihuahua, Juárez, Parral, Delicias, San Francisco del Oro, Santa Bárbara, Aquiles Serdán, Camargo y Nuevo Casas Grandes.

Mediante estimaciones para 1986, dadas por CONAPO e INEGI, las ciudades de Juárez, Chihuahua y Delicias superan los 30.0 habitantes por km<sup>2</sup>; Parral está por encima de los 45.0, Coyame y Ahumada no llegan a 1.0 habitantes por km<sup>2</sup>. (fig. I.2)

Otro tipo de actividades productivas del Estado de Chihuahua en la que de alguna manera sobresale el municipio de

Hidalgo del Parral son:

### Construcción.

La actividad se encuentra fundamentalmente concentrada - en Juárez (34%), Chihuahua (22%), Parral, Delicias y Cuauhtémoc (cada uno con 4%) (cemento, varilla corrugada, yeso, block y ladrillos).

### Turismo

Arquitectura colonial ---- Aldama, Cd. Juárez, Chihuahua, Hidalgo del Parral.

Lugares históricos ---- Chihuahua, Hidalgo del Parral.

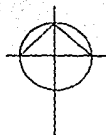
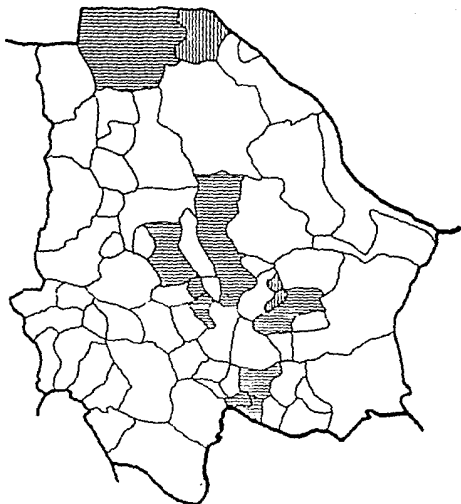
A nivel municipal, Chihuahua y Juárez reúnen el 68% de los vehículos del Estado. Si se agregan Cuauhtémoc, Delicias, Parral y Nuevo Casas Grandes se llega al 85%.

A continuación se mencionan (tabla 1.1) la población y densidad demográfica de los siguientes municipios.

CHIHUAHUA: DIVISION MUNICIPAL

01 Ahumada	33 Huejotitán	65 Urique
02 Aldama	34 Ignacio Zaragoza	66 Uruachi
03 Allende	35 Janos	67 Valle de Zaragoza.
04 Aquiles Serdán	36 Jiménez	
05 Ascención	37 Juárez	
06 Bachiniva	38 Julimes	
07 Balleza	39 López	
08 Batopilas	40 Madera	
09 Bocoyna	41 Maguarichi	
10 Buenaventura	42 Manuel Benavidez	
11 Camargo	43 Matachi	
12 Carichi	44 Matamoros	
13 Casas Grandes	45 Meoqui	
14 Coronado	46 Morelos	
15 Coyame	47 Moris	
16 La Cruz	48 Miquiquipa	
17 Cuauhtémoc	49 Nacozari	
18 Cusihuiriachi	50 Nvo. Casas Grandes	
19 Chihuahua	51 Ocampo	
20 Chinipas	52 Ojinaga	
21 Delicias	53 Praxedis Gro.	
22 Doc. Belisario Dquez.	54 Riva Palacio	
23 Galeana	55 Rosales	
24 General Trias	56 Rosario	
25 Gómez Farías	57 San Fco. de Borja	
26 Gran Morelos	58 San Fco. de Conchos	
27 Guachochi	59 San Fco. del Oro	
28 Guadalupe	60 Santa Bárbara	
29 Gpe. y Calvo	61 Satevo	
30 Guazapares	62 Saucillo	
31 Guerrero	63 Temosachi	
32 Hidalgo del Farral	64 El Tule	





DENSIDAD  
DEMOGRAFICA



ALTA



MEDIA



BAJA

RANGO  
Hab /Km<sup>2</sup>

50.1 y más

10.1- 50.0

0-10

UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON
	PROYECTO GEOMETRICO DEL ENTORNO URBANO
CHIHUAHUA: DENSIDAD DEMOGRAFICA POR MUNICIPIO	
FECHA DE ELABORACION	FECHA DE IMPRESION
ELABORADO POR	FIG. N.º 1.2

MUNICIPIO	POBLACION 1970-1980	PORCENTAJE DEL TOTAL ESTATAL 1980	TASA DE CRECIMIENTO 1970 - 1980	DENSIDAD POR Km . 1980
Hidalgo del Parral	61817-78594	3.9	2.4	45.2
Santa Bárbara	19862-17365	0.9	-1.3	40.9
Valle de Zaragoza	6229-8015	0.4	2.5	1.9

Tabla: I.1 Población y densidad demográfica.



## I.2 Situación Actual.

Como ya se vió anteriormente, el municipio de Parral es uno de los principales centros mineros del Estado de Chihuahua, tiene una densidad poblacional media alta, es considerado como lugar turístico e histórico y con crecimiento industrial.

Dentro del Estado reúne un buen porcentaje de vehículos, aunque no sea el mayor.

Esta localizado en una zona montañosa, lo cual hace que - en una parte del entronque exista menor visibilidad, además de la existencia de desniveles que aunado a lo anterior propician inseguridad y algunos accidentes.

Por otro lado la mayoría de los entronques o cruces carreteros fueron diseñados para otro tipo de condiciones tanto vehiculares como poblacionales, en donde los vehículos tenían di mensiones, peso y velocidades diferentes a las actuales.

La población también era menor y actualmente estos entron ques provocan maniobras erróneas o están mal canalizados, originando frecuentes accidentes.

Se considera al entronque como de tipo suburbano, debido a su cercanía con la ciudad de Parral y se pretende unirlo con el libramiento de la ciudad de Parral. (fig. I.3)

A causa de lo anteriormente señalado, en éste entronque se requiere dar una mejor canalización y se proponen algunas - alternativas de solución.

Para esto se realizaron algunos estudios que se mencionan más adelante.



## CAPITULO II

### ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO

Algunos estudios están formados por diferentes métodos, donde el uso específico de alguno de ellos, depende de los re cursos humanos, materiales y económicos disponibles, todos encauzados con la misma finalidad, estos estudios pueden aplicarse varios a la vez si así lo requiere el problema por solucionar.

Por otra parte todo estudio debe planearse y organizarse antes de su ejecución, planteando las posibles variables con sus respectivas soluciones, además de ser importante capacitar al personal necesario, también hay que programar la fecha de ejecución. Para ello se recomienda hacer una revisión de los aparatos y herramientas a utilizar.

Mediante el aforo de tránsito se obtiene: el número, tipo de vehículos y la dirección seguida por cada uno de ellos al pasar por el tramo de un camino, toda esta información se debe analizar para obtener: volumen, clasificación vehicular y comportamiento tanto vehicular como peatonal, que esta operando en las carreteras. Esta información es básica para determinar espesores de pavimento, construcción y mantenimiento de carreteras, proyectar sistemas de control de tránsito, tránsito futuro, clasificación de caminos, planeación de nuevas ru tas, proyectos geométricos, establecer programas de educación vial, etc.

## II.1 Inventarios.

Inventario es una serie de mapas, que sirven como referencia para ubicar diferentes datos que son complementados con fotografías indicando los detalles.

Estos mapas se encuentran en oficinas estatales, municipios de vialidad y transporte; entre los datos que se incluyen se mencionan los siguientes: el sistema vial, los tipos de pavimento, el derecho de vía, el programa de mejoras, los límites de carga, límites de velocidad y puntos críticos (puentes angostos, pasos con altura restringida, etc.), (fig. II.1).

Otros datos que también se pueden incluir son: reportes sobre accidentes, aforos de tránsito, reporte de kilometraje y todo lo que se relacione con el tránsito.

### II.1.1 Características Geométricas.

Ruta: Mex. 024

Carretera: Parral-Altata

Tramo: Parral-El Vergel.

Ancho de la corona= 9.50 m.

Ancho de la calzada= 7.00 m.

Número de carriles=2

Ancho de carril= 3.50 m.

Número de acotamientos= 2

Ancho de acotamiento= 1.25 m.

Tipo de terreno: montañoso

Libramiento Oriente (dirección: Durango)

Ancho de corona= 9.50 m.

Ancho de calzada= 7.00 m.

Número de carriles= 2

Ancho de carril= 3.50 m.

Número de acotamientos= 2

Ancho de acotamiento= 1.25 m.

Tipo de terreno: montañoso

Libramiento Poniente (dirección: Chihuahua)

Ancho de corona= 9.50 m.

Ancho de calzada= 7.00 m.

Número de carriles= 2

Ancho de carril= 3.50 m.

Número de acotamientos= 2

Ancho de acotamiento= 1.25 m.

Tipo de terreno: montañoso.

## II.1.2 Características Operacionales

Ruta: Mex. 024

Carretera: Parral-Altata

Dirección: Parral

\*VHP (1951) = 239 veh/h

Clasificación vehicular:

A= 75%

B= 6%

C= 19%

Tasa de crecimiento anual del tránsito  $i = 3\%$

Ruta: Mex. 024

Carretera: Parral-Altata

Dirección: Santa Bárbara

\*VHP (1951) = 261 veh/h

Clasificación vehicular:

A= 69%

B= 6%

C= 25%

Tasa de crecimiento anual del tránsito  $i = 3\%$

Libramiento Oriente (dirección: Durango)

\*VHP (1991) = 97 veh/h

Clasificación vehicular:

A= 67%

B= 1%

C= 32%

Tasa de crecimiento anual del tránsito  $i = 3\%$

Libramiento Poniente (dirección: Valle de Zaragoza y Chihuahua)

\*VHF (1991) = 25 veh/h

Clasificación vehicular:

A= 64%

B= 0%

C= 36%

Tasa de crecimiento anual del tránsito  $i = 3\%$

\* Volumen horario máximo de proyecto combinado, expresado en vehículos por hora, en donde:

A: Automóviles

B: Autobuses

C: Camiones de carga y de 2 ejes en adelante.

### II.1.3 Señalamiento.

El señalamiento que se aprecia en el lugar donde está ubicado el entronque es elevado e informativo y por encontrarse en el lugar del cruce de ambos caminos, se clasifican como señales decisivas.

Una es de tipo bandera y la otra bandera doble, ambas indicando los lugares de destino respectivamente.

De manera similar se encuentra otro tipo de señal de información general baja, donde se indica la construcción del libramiento.

#### II.1.4 Fotográfico



Foto 1. En la fotografía se nota el cruce de ambos caminos, con su respectivo señalamiento y se ve el desnivel existente en las ramas - que forman el entronque.





Foto 2. Otra vista del entronque en que se aprecia mejor el desnivel del terreno, además de - la rama donde se construye el libramiento de Parral.



Foto 3. Esta fotografía fué tomada en las cercanías del entronque, se distingue el tipo de terreno montañoso y la creciente mancha urbana.



Foto 4. Vista parcial del libramiento, esta parte -  
no está pavimentada, se puede notar además  
el crecimiento urbano.

## II.2 Estudios de Volúmenes de Tránsito.

Existen dos métodos de aforo:

- a) Mecánico.
- b) Manual.

Aforo mecánico.

Generalmente se usa para:

- 1.- Determinar la hora de máxima demanda.
- 2.- Determinar tendencias de crecimiento.
- 3.- Determinar el tránsito anual.

Instalación de los aparatos registradores de tránsito.

La instalación puede ser para funcionamiento permanente - (estación maestra), con antena (gizas) o para funcionamiento - en tiempos limitados, con manguera.

Las estaciones maestras se ubican en lugares previamente seleccionados de manera que abarquen diferentes tramos de la - red carretera, de modo que entre todas las estaciones quede cu - bierta gran parte de la red carretera pavimentada nacional.

Para la instalación de una estación maestra se debe bus-- car que exista seguridad en el cuidado del aparato y que no -- quede expuesto a daños por accidentes de tránsito ni perjuicios por vandalismo. El aparato se instalará protegido con una es- tructura metálica que permite la ventilación conveniente, evi- tando humedades que puedan afectar el tiempo de duración de --

las pilas.

En la instalación de un aparato para funcionamiento con lapsos de tiempo limitado, se escogen lugares anteriormente analizados, de acuerdo con los objetivos que se pretendan, identificando el lugar por el nombre del paraje, kilometraje del tramo carretero, entronque o cruce de que se trate. Una vez elegido el lugar para la instalación, el aparato se coloca asegurándolo con cadena y candado en alguna señal del camino, poste o barra anclada, siempre perpendicular al eje de la carretera y bien adherida a la superficie de rodamiento.

#### II.2.1 Tipos de Contadores Mecánicos Portátiles.

Existen tres:

- 1.- Contador menor.
- 2.- Contador periódico.
- 3.- Contador mayor.

Estos contadores usan tubos neumáticos colocados sobre el camino, los cuales transmiten impulsos generados al pasar los vehículos, por cada dos impulsos de aire.

#### II.3 Clasificación Vehicular.

Mediante éste método se cuentan los vehículos que pasan por un punto dado y a la vez se hace una clasificación vehicular.

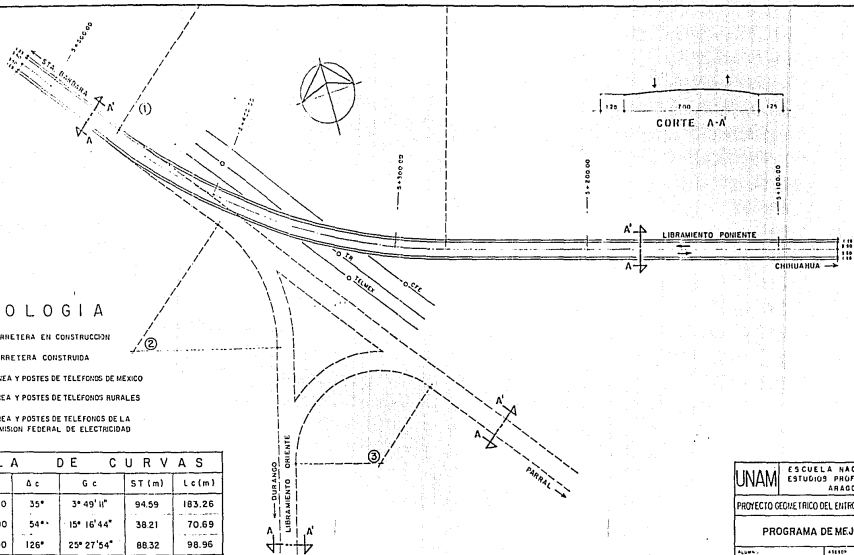
En su forma más simple se requiere de una persona con un

lápiz anotando rayas en una hoja de campo (fig. II.1.1) donde se pone una raya vertical por cada vehículo que pase, colocando hasta cuatro rayas y se cruzan estas con la correspondiente al quinto vehículo, y así sucesivamente, para cada renglón se utiliza un periodo de quince minutos.

La clasificación vehicular un poco detallada es:

- A para automóviles, jeep, combi y guayín.
- P para camionetas, pick-up y panel.
- B para autobuses.
- C<sub>2</sub> para camiones de dos ejes.
- C<sub>3</sub> para camiones de tres ejes.
- C<sub>10</sub> para camiones de diez ejes.
- Vnc para vehículos no clasificados.

En muchas oficinas de tránsito, se utiliza una descripción más detallada de los vehículos por su número de ejes - (fig. II.2), la mayoría de los aforos se toman durante una o dos horas en los periodos de máxima demanda. Finalmente se presentan los aforos realizados en el entronque "Parral".



### SIMBOLOGIA

- CARRETERA EN CONSTRUCCION
- CARRETERA CONSTRUIDA
- LINEA Y POSTES DE TELEFONOS DE MEXICO
- LINEA Y POSTES DE TELEFONOS RURALES
- LINEA Y POSTES DE TELEFONOS DE LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Nº CURVA	R(m)	Δ c	G c	ST (m)	Lc (m)
1	300.00	35°	3° 49' 11"	94.59	183.26
2	75.00	54°	15° 16' 44"	38.21	70.69
3	45.00	126°	25° 27' 54"	88.32	98.96

<b>UNAM</b>	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON
	PROYECTO GEOMETRICO DEL ENTORQUE "RURAL"
PROGRAMA DE MEJORAS	
PLANIMETRIA	ALTIMETRIA
COTE VELES PLANES	NO ENLACE BALIZADO
FIG. Nº II I	





# AFORO DE TRANSITO CON CLASIFICACION GENERAL DE VEHICULOS

CARRETERA : \_\_\_\_\_  
 ESTACION : \_\_\_\_\_  
 ESTADO DEL TIEMPO : \_\_\_\_\_

TRAMO : \_\_\_\_\_  
 SENTIDO : \_\_\_\_\_  
 FECHA : \_\_\_\_\_  
 Y DEL PAVIMENTO : \_\_\_\_\_

L A P S O		A	B	C <sub>2</sub>	C <sub>3-6</sub>	T	A	B	C <sub>2</sub>	C <sub>3-6</sub>	T
h	m										
00	15										
15	30										
30	45										
45	00										
00	15										
15	30										
30	45										
45	00										
00	15										
15	30										
30	45										
45	00										
00	15										
15	30										
30	45										
45	00										
00	15										
15	30										
30	45										
45	00										
00	15										
15	30										
30	45										
45	00										
00	15										
15	30										
30	45										
45	00										
00	15										
15	30										
30	45										
45	00										

(Fig. II.2)

# AFORO DE TRANSITO CON CLASIFICACION GENERAL DE VEHICULOS

CARRETERA: PARRAL-ALTATA  
 ESTACION: T. PARRAL  
 ESTADO DEL TIEMPO: DESPEJADO

TRAMO: PARRAL-STA. BARBARA  
 SENTIDO: \_\_\_\_\_  
 FECHA: 17-4-51  
 Y DEL PAVIMENTO: REGULAR.

L A P S O				STA. BARBARA- DURANGO					STA. BARBARA-PARRAL				
				A	B	C <sub>2</sub>	C <sub>3-6</sub>	T	A	B	C <sub>2</sub>	C <sub>3-6</sub>	T
13	00	13	45	6	0	1	1	8	39	4	10	2	55
13	15	13	30	7	0	4	0	11	28	3	6	1	38
13	30	13	45	7	0	2	0	9	33	2	3	0	38
13	45	14	00	10	0	5	0	15	42	2	6	0	50
				30	0	12	1	43	142	11	25	3	181
14	00	14	15	6	0	2	1	9	31	3	1	1	36
14	15	14	30	7	0	3	1	13	22	2	5	0	32
14	30	14	45	5	0	4	2	11	29	4	3	0	36
14	45	15	00	4	0	4	1	14	21	1	7	0	29
				27	0	15	5	47	103	10	14	1	133
15	00	15	15	7	0	4	0	11	30	3	11	0	44
15	15	15	30	3	0	2	2	7	26	2	10	0	38
15	30	15	45	7	0	4	1	12	30	5	8	1	44
15	45	16	00	2	0	0	1	5	49	7	4	0	58
				12	0	12	4	35	134	13	32	1	141
	00		15										
	15		30										
	30		45										
	45		00										
				STA. BARBARA-V. ZEPAGOZAKCHIH					DURANGO-STA. BARBARA				
13	00	13	15	0	0	0	0	0	9	0	1	0	10
13	15	13	30	2	0	0	0	2	13	0	1	0	14
13	30	13	45	3	0	1	1	5	5	2	3	0	10
13	45	14	00	3	0	3	0	4	10	0	6	0	16
				2	0	4	1	13	37	2	11	0	50
14	00	14	15	2	0	2	0	4	4	0	4	0	8
14	15	14	30	0	0	1	1	2	6	1	5	1	15
14	30	14	45	4	0	0	0	4	3	0	1	0	4
14	45	15	00	2	0	1	0	3	6	0	2	1	9
				6	0	4	1	13	21	1	12	2	36
15	00	15	15	1	0	2	1	4	10	0	4	0	14
15	15	15	30	0	0	0	0	0	5	0	4	0	12
15	30	15	45	1	0	2	0	3	3	0	2	0	5
15	45	16	00	1	0	0	0	1	9	0	2	0	11
				3	0	4	1	8	30	0	12	0	42
	00		15										
	15		30										
	30		45										
	45		00										



# AFORO DE TRANSITO CON CLASIFICACION GENERAL DE VEHICULOS

CARRETERA PARRAL-ALTATA  
 ESTACION T. PARRAL  
 ESTADO DEL TIEMPO DESPEJADO

TRAMO PARRAL-STA. BARBARA  
 SENTIDO   
 FECHA 12-1-91  
 Y DEL PAVIMENTO REGULAR

LA P S O		V. DE ZARAGOZA CHIH.-STA. BARBARA. PARRAL-V. DE ZARAGOZA CHIH.											
h	m	h	m	A	B	C <sub>2</sub>	C <sub>3-6</sub>	T	A	B	C <sub>2</sub>	C <sub>3-6</sub>	T
3	00	13	15	1	0	1	1	6	0	0	0	0	0
3	15	13	30	1	0	1	1	3	1	0	0	0	1
3	30	13	45	0	0	1	1	2	1	0	0	0	1
3	45	14	00	1	0	2	0	6	1	0	0	0	1
				3	0	5	3	17	3	0	0	0	3
4	00	14	15	1	0	1	1	5	0	0	0	0	0
4	15	14	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	30	14	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				1	0	1	1	5	1	0	0	0	1
				1	0	1	2	10	1	0	0	0	1
5	00	15	15	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	15	15	30	0	0	1	1	5	0	0	0	0	0
	30	15	45	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0
5	45	16	00	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
				1	0	1	1	10	0	0	0	0	0
	00		15										
	15		30										
	30		45										
	45		00										
				PARRAL-STA. BARBARA					PARRAL-DURANGO				
13	00	13	15	23	2	10	1	36	5	0	0	0	5
13	15	13	30	23	3	15	0	41	5	0	2	0	7
13	30	13	45	14	2	5	1	47	3	0	1	0	4
13	45	14	00	35	3	10	0	42	8	0	1	0	9
				119	11	40	2	172	21	0	1	0	25
14	00	14	15	39	5	12	2	55	0	0	1	0	1
14	15	14	30	22	0	11	0	33	1	0	0	0	1
14	30	14	45	27	2	4	0	28	7	0	1	0	4
14	45	15	00	30	1	0	1	41	9	1	3	0	13
				118	8	40	3	170	17	1	5	0	23
15	00	15	15	30	2	10	1	44	8	0	1	0	7
15	15	15	30	39	0	9	3	51	7	0	1	1	9
15	30	15	45	30	1	8	2	41	10	0	1	0	11
15	45	16	00	20	3	0	4	46	6	1	0	0	7
				129	7	36	10	181	31	1	3	1	36
	00		15										
	15		30										
	30		45										
	45		00										

### II.3.1 Movimiento Direccional.

Mediante éste método se cuentan y clasifican los vehículos que entran o salen de un entronque, cada vehículo se anota de acuerdo con la dirección de su viaje y de acuerdo con el lugar de acceso al entronque.

En cada acceso se colocan uno o más aforadores, según los volúmenes de tránsito y éstos se aforan de acuerdo a la trayectoria del vehículo que puede ser: de frente, de vuelta a la derecha, vuelta a la izquierda, las vueltas en "U" se cuentan como vueltas izquierdas.

Las hojas de resumen son de acuerdo al tipo de entronque, es una hoja para cada hora, por lo tanto se obtiene también, - volumen horario, (figs. II.3, II.4 y II.5).

También pueden emplearse contadores mecánicos manuales para contabilizar sólo los mayores movimientos de automóviles.

No es recomendable que los aforos de tránsito se lleven a cabo en días festivos ni un día anterior o posterior a ellos.

Cuando los entronques son de grandes dimensiones o glorietas y no se puede seguir la trayectoria de los vehículos es utilizado el método de aforo de placas.

### II.3.2 Método de Placas.

Si la ruta es corta sólo se necesitan cuatro personas: - dos anctadores y dos cronometrístas, pero si es grande y tiene

varias entradas y salidas se requiere de más personas para cubrir todas las entradas y salidas.

Se forman varios grupos y al inicio del estudio todos sincronizan sus cronómetros al mismo tiempo, cuando finaliza el estudio se reúnen nuevamente y detienen sus cronómetros al mismo tiempo, la lectura de cada uno se anota en la hoja correspondiente, esto se hace con la finalidad de ajustar los cronómetros.

Si el tránsito es excesivo, sólo se toman unas muestras. El estudio se registra en una forma de campo (fig. II.6), en donde el anotador registra el número de placa y en el mismo renglón la hora correspondiente.

En caso de haber mucho flujo vehicular se puede utilizar una grabadora para facilitar el estudio.

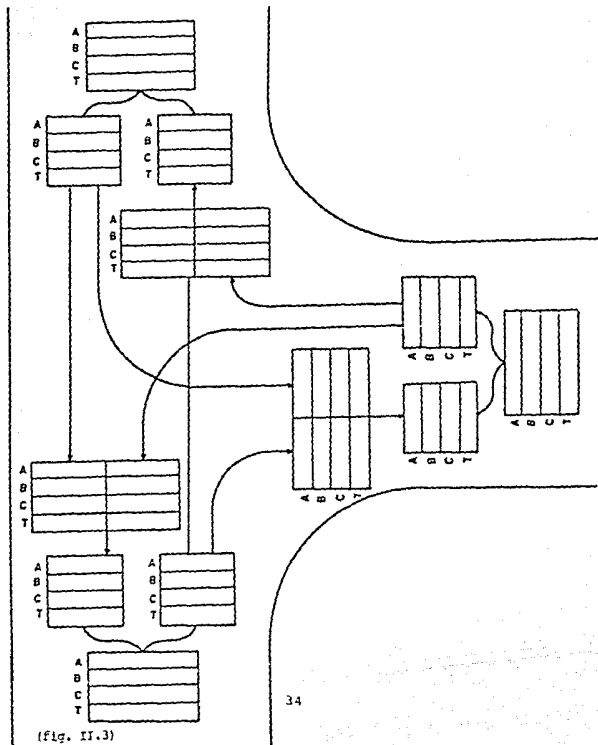
# VOLUMENES DE TRANSITO POR MOVIMIENTOS DIRECCIONALES

CARRETERA: \_\_\_\_\_ TRAMO: \_\_\_\_\_

ESTACION: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

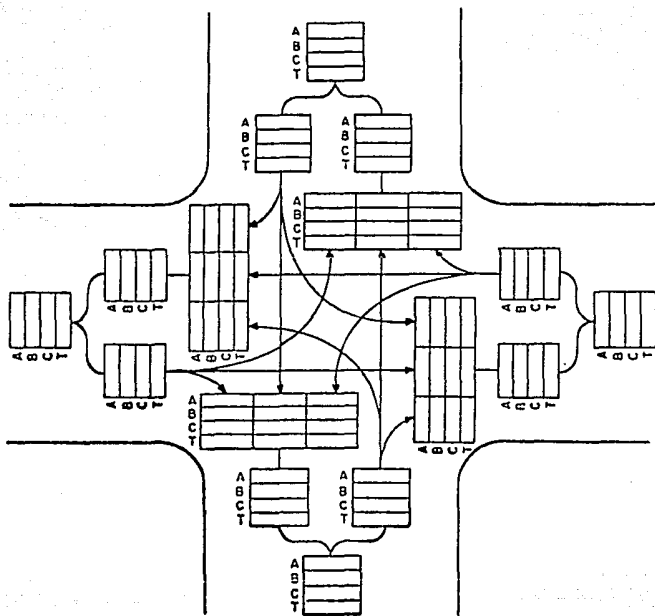
ESTADO DEL TIEMPO: \_\_\_\_\_ Y DEL PAVIMENTO: \_\_\_\_\_

LAPSO DE AFORO: \_\_\_\_\_



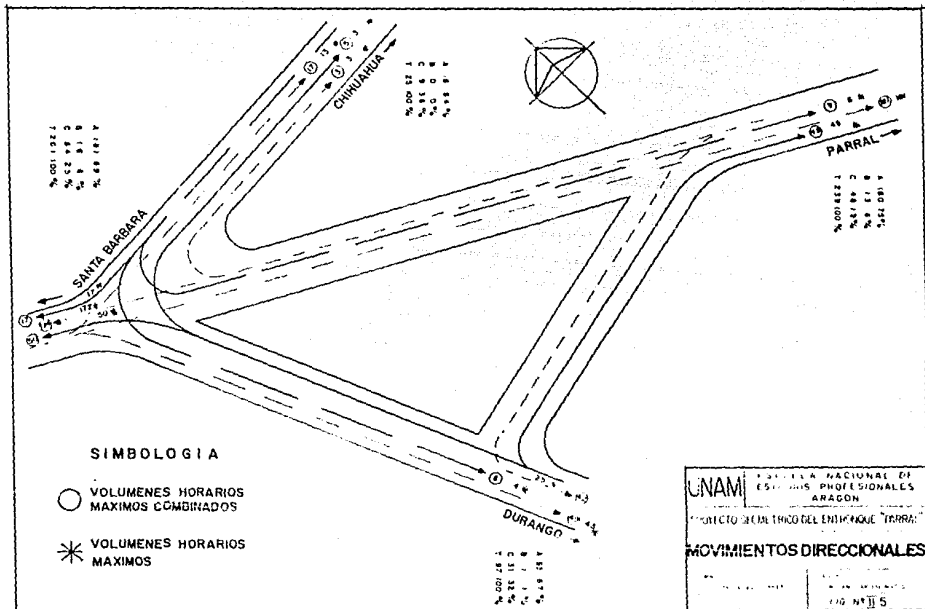
## VOLUMENES DE TRANSITO POR MOVIMIENTOS DIRECCIONALES

CARRETERA: \_\_\_\_\_ TRAMO: \_\_\_\_\_  
 ESTACION: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 ESTADO DEL TIEMPO: \_\_\_\_\_ Y DEL PAVIMENTO: \_\_\_\_\_  
 LAPSO DE AFORO: \_\_\_\_\_



(Fig. II.4)





ESTUDIO EN: \_\_\_\_\_

$T_v$	HORA	MIN.	SEG.	P	L	A	C	A
-------	------	------	------	---	---	---	---	---

$T_v$	HORA	MIN.	SEG.	P	L	A	C	A
-------	------	------	------	---	---	---	---	---

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

12								
26								
40								
54								
68								

(fig.II.6)

## II.4 Estudios de Accidentes de Tránsito.

Es de suma importancia conocer la causa de los accidentes para tratar de disminuir su incidencia, debido a que año con año tienden a incrementarse, siendo el motivo de la mayoría de accidentes la falta de precaución tanto de los conductores como de los peatones. Algunas causas se atribuyen a:

- a) Conductor.
- b) Peatón.
- c) Camino.
- d) Vehículo.
- e) Estado climatológico.

Factores que contribuyen a los accidentes:

### 1.- Factores humanos.

- Exceso de velocidad.
- Desobediencia de señales.
- Manejo al centro del camino.
- No guardar la distancia adecuada entre vehículo y vehículo.
- Consumo de alcohol y drogas.

### 2.- Factores vehiculares.

- Mal estado de los frenos y las luces.

### 3.- Factores ambientales.

- Lluvias.
- Heladas.

### 4.- Factores del camino.

- Curvas peligrosas.
- Obstáculos en el camino.

Los accidentes varían de acuerdo con el mes y el día de la semana, siendo el caso de algunas carreteras que aumentan el número de accidentes en periodos vacacionales, mientras que en otras disminuyen en estas temporadas. De igual manera si --comparamos los accidentes de un área urbana y una rural, notaremos que en el área urbana hay más vehículos y peatones, menores velocidades y más accidentes; en el área rural hay menos vehículos, menos peatones y se desarrollan mayores velocidades produciéndose accidentes de mayor severidad.

El uso que se le puede dar a los datos obtenidos es para sugerir modificaciones a los reglamentos, entronques, identificar lugares con alto índice de accidentes y proponer programas de educación vial, etc.

En seguida se presentan los datos de accidentes ocurridos en el entronque "Parral".

#### II.4.1 Accidentes de Tránsito en el Entronque "Parral".

En este subcapítulo se agregan datos estadísticos de los accidentes ocurridos por diferentes causas en algunas carreteras del Estado de Chihuahua durante el año de 1989, especialmente en el entronque "Parral", utilizándose la siguiente simbología.

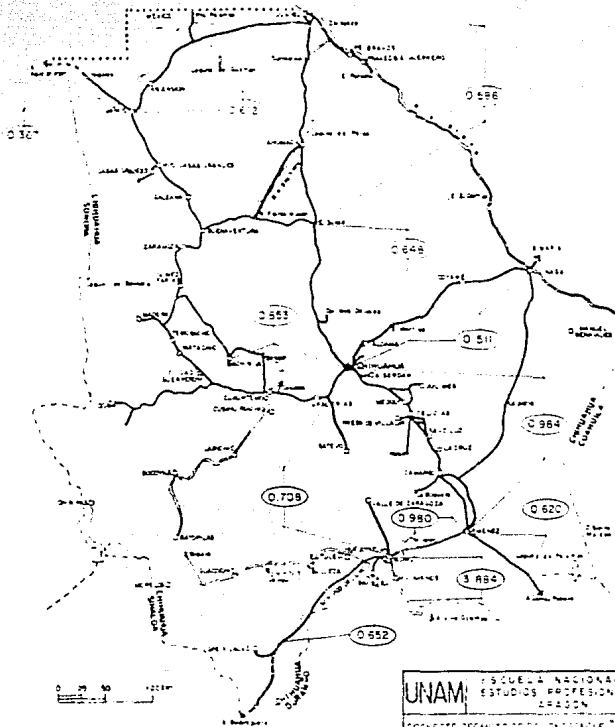
#### CLAVE

A  
SIN COLISION SOBRE EL CAMINO  
B  
C  
D  
E  
COLISION SOBRE EL CAMINO  
F  
G  
H  
J  
K  
L  
M  
N  
O

#### CLASIFICACION DEL ACCIDENTE

SALIDA DEL CAMION  
VOLCADURA  
CAIDA DE PASAJERO  
INCENDIO  
OTROS  
PEATON (ATROPELLAMIENTO)  
OTRO VEHICULO MOTOR EN TRANSITO  
OTRO VEHICULO MOTOR POR ALCANCE  
VEHICULO MOTOR ESTACIONADO  
FERROCARRIL  
BICICLETA  
ANIMAL  
OBJETO FIJO  
OTROS OBJETOS

# ESTADOS UNIDOS DE AMERICA



INDICE DE ACCIDENTES PROMEDIO EN EL ESTADO

A = 0.950  
V-K

**UNAM** ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES 2000A

PROYECTO SEGURIDAD VIAL EN TIEMPO LIBRE  
INDICE DE ACCIDENTES POR MILLON DE VEHICULOS - KILOMETRO

F O N E II 7

INDICE DE ACCIDENTES 1989

ESTADO: CHIHUAHUA

CARRETERA	LONGITUD (Km)	VEH-km (Millones)	S A L D O S				INDICE DE ACCIDENTES POR CADA MILLON DE VEH - km	DANOS MATE. RIALES EN MILES DE PESOS
			NUMERO DE ACCIDENTES					
			100	200	300	400		
GOMEZ PALACIO-JIMENEZ LIM. EOS DGO/CHIH. JIMENEZ (049)	88+300	99.911	62	26	4		0.620	484,950
LA ZARCA - PARRAL LIM EOS. DGO/CHIH.- PARRAL (045)	47+200	18.020	70	56	7		3.884	292,280
PARRAL - JIMENEZ (045)	76+000	47.935	47	31	2		0.980	220,310
JIMENEZ - CHIHUAHUA (045)	218+700	359.694	29	262	354		0.984	1'524,070
CHIHUAHUA - SUECO (045)	155+900	270.234	175	153	12		0.648	857,900
SUECO - CD. JUAREZ (045)	202+000	297.132	99	174	19		0.586	1'178,750

 ACCIDENTES

 HERIDOS

 MUERTOS

FIG. N°. II. 8

## INDICE DE ACCIDENTES 1989

ESTADO: CHIHUAHUA

CARRETERA	LONGITUD (Km)	VEH-km (Millones)	S A L D O S				INDICE DE ACCIDENTES POR CADA MILLONER VEH-km	DAÑOS MATERIALES EN MILES DE PESOS
			NUMERO 100	DE 200	ACCIDENTES 300	400		
PARRAL-EL VERGEL (024)	115+000	41.387	27				0.652	194,500
ENT PALOMAS-PARRAL (VIA CORTA) (024)	192+000	97.411	69	84			0.708	390,950
CHIHUAHUA-OJINAGA (016)	230+600	193.800	99	77			0.511	318,770
CHIHUAHUA-LA JUNTA (016)	240+000	284.744	243	241			0.853	1'489,120
CD. JUAREZ-JANOS (002)	205+000	83.280	51	27			0.612	217,700
JANOS-AGUA PRIETA JANOS-LIM. ESTADOS/ CHIH./SON. (002)	76+000	35.388	13	4			0.367	95,300

 ACCIDENTES

 HERIDOS

 MUERTOS

FIG. N° II. 9



# ACCIDENTES MORTALES 1989

Hora del día — Día de la semana

CARRETERA : PARRAL - ALTATA, SIN. (24) "T" PARRAL - EL VERGEL

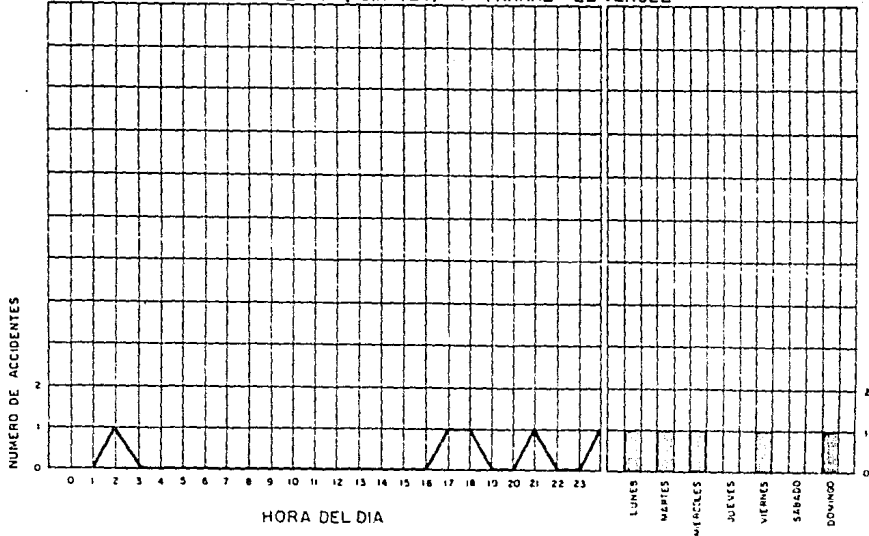


FIG. Nº. II. 10

# ACCIDENTES 1989

Hora del día — Día de la semana

CARRETERA : PARRAL - ALTATA, SIN. (24) "T" PARRAL - EL VERGEL

45

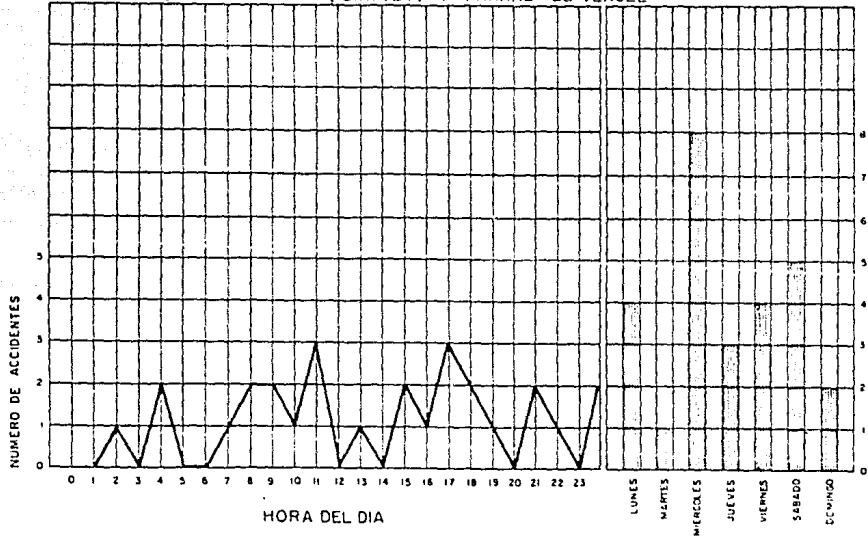
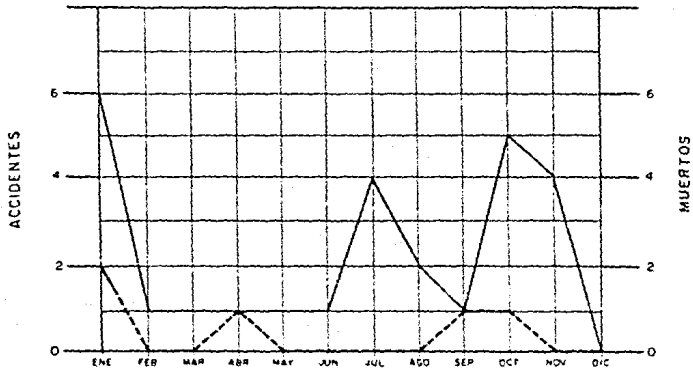


FIG. Nº. II. 11

# ACCIDENTES Y MUERTOS 1989

( Por Mes )

CARRETERA : PARRAL - ALTATA, SIN (24) "T" PARRAL - EL VERGEL



MES	ACCIDENTES	MUERTOS	MES	ACCIDENTES	MUERTOS
ENE	6	2	JUL	4	0
FEB	1	0	AGO	2	0
MAR	1	0	SEP	1	1
ABR	1	1	OCT	5	1
MAY	1	0	NOV	4	0
JUN	1	0	DIC	0	0

———— ACCIDENTES      - - - - - MUERTOS

FIG. N°. II. 12

CARRETERA : PARRAL - ALTATA, SIN (24)  
 TRAMO : PARRAL - EL VERGEL

DEL KM. 70+000  
 AL KM. 105+000

CARRETERA : PARRAL - ALTATA, SIN (24)  
 TRAMO : PARRAL - EL VERGEL

DEL KM. 105+000  
 AL KM. 116+000

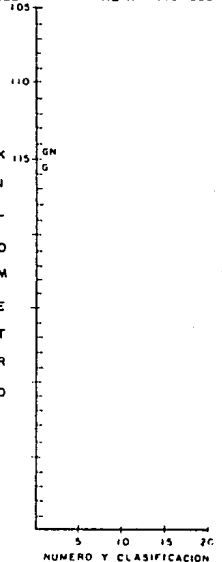
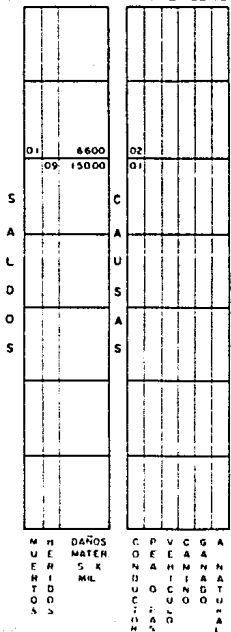
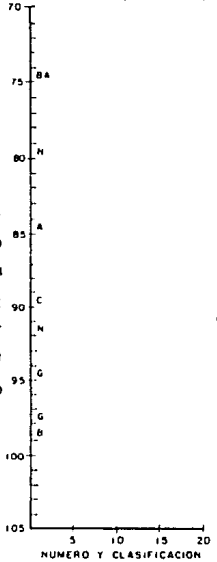
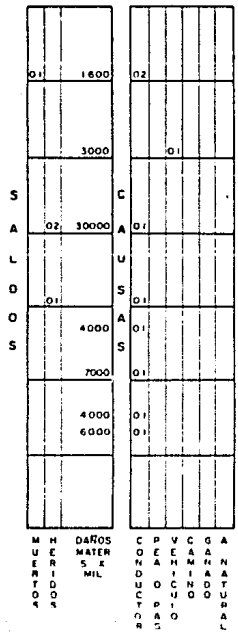


FIG. N° II. 13

CARRETERA : PARRAL - ALTATA, SIN [24]  
 TRAMO : PARRAL - EL VERGEL

DEL KM. 0+000  
 AL KM. 35+000

CARRETERA : PARRAL - ALTATA, SIN [24]  
 TRAMO : PARRAL - EL VERGEL

DEL KM. 35+000  
 AL KM. 70+000

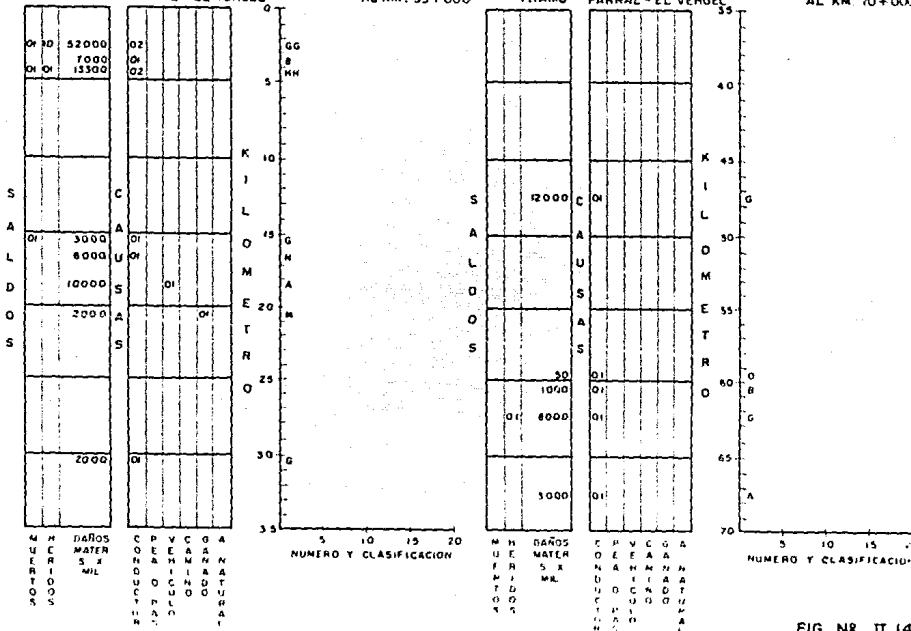


FIG. NR. II. 14

# CAUSANTE PRINCIPAL DE ACCIDENTES 1989 EN POR CIENTO

CARRETERA : PARRAL - ALTATA, SIN. (24) " T " PARRAL - EL VERGEL

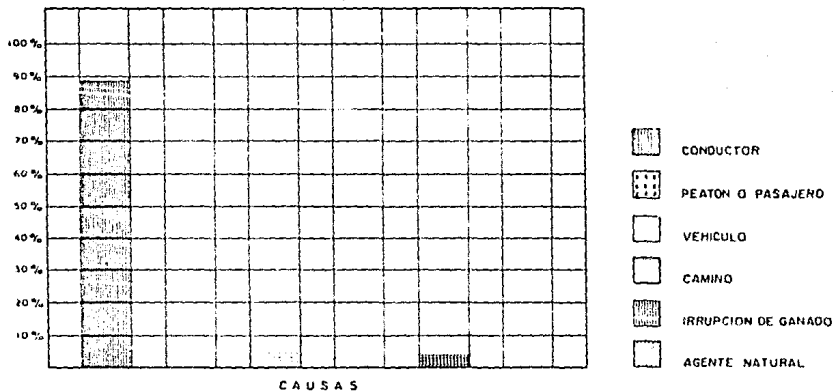



FIG. Nº. II. 15

 EDO DE CHIHUAHUA FESTIVIDAD	ACCIDENTES DE TRANSITO EN DIAS FESTIVOS 1989					
	CARRETERA PARRAL-ALTATA SIN.(24) "T" PARRAL-EL VERGEL					
	COMIENZA	TERMINA	ACCIDENTES	MUERTOS	HERIDOS	DAÑOS MATERIALES EN MILES DE PESOS
AÑO NUEVO	VIERNES 30 / XII / 88	DOMINGO 1 / I / 89	0	0	0	0
PROMULGACION DE LA CONSTITUCION	SABADO 4 / II / 89	DOMINGO 5 / II / 89	0	0	0	0
NATALICIO DE JUAREZ	LUNES 20 / III / 89	MARTES 21 / III / 89	0	0	0	0
SEMANA SANTA	MIÉRCOLES 22 / III / 89	DOMINGO 26 / III / 89	0	0	0	0
DIA DEL TRABAJO	SABADO 29 / IV / 89	LUNES 1 / V / 89	0	0	0	0
DIA DE LA INDEPENDENCIA	VIERNES 15 / IX / 89	DOMINGO 17 / IX / 89	0	0	0	0
DIA DE LA REVOLUCION	SABADO 16 / XI / 89	LUNES 20 / XI / 89	0	0	0	0
NAVIDAD	VIERNES 22 / XII / 89	LUNES 25 / XII / 89	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>			0	0	0	0

## CAPITULO III

### CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO.

La palabra nivel de servicio es usada para describir las condiciones de operación que un conductor siente al viajar por un camino y los volúmenes de tránsito que están por debajo de su capacidad, siendo la capacidad uno de los niveles de servicio.

Los niveles de servicio varían si el volumen de tránsito varía, ya que las condiciones físicas del camino están fijas. Considerándose el nivel de servicio como una medida cualitativa.

A cada nivel de servicio le corresponde un volumen de tránsito, llamándose a éste volumen de servicio.

Capacidad.- Es el volumen máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un periodo de tiempo determinado, bajo condiciones prevalecientes del camino y del tránsito.

El cálculo de la capacidad de un camino se utiliza con dos finalidades:

1.- Cuando se pretende construir una obra nueva.

Los resultados del análisis de capacidad son usados para determinar las características geométricas de un camino, las cuales dependerán en parte del volumen horario de proyecto considerado. Debiéndose establecer un nivel de servicio adecuado.

2.- Para saber el nivel de servicio que está dando un camino -



ya existente y la fecha probable en que estará saturado.

Mediante el conocimiento del nivel de servicio presente y futuro, se pueden establecer prioridades en las necesidades de un camino.

En el cálculo de la capacidad se utilizan las siguientes variables:

a) Variables físicas.

De acuerdo a su topografía el terreno se clasifica en: -  
Plano, lomerío y montañoso.

b) Variables geométricas.

Ancho de carriles.

Ancho de acotamientos.

Distancia lateral libre de obstáculos.

Pendientes específicas.

c) Variables de operación.

Velocidad de proyecto.

Volumen vehicular.

Composición vehicular.

En éste caso se clasifica al camino como carretera de dos carriles y se establecen 6 niveles de servicio: A, B, C, D, E, F. Estos 6 niveles de servicio nos indican la calidad de servicio que está dando la carretera, donde el nivel de servicio A nos da mayor comodidad, hasta el nivel de servicio E (capacidad), pasando después al nivel de servicio F rompiendo el límite de la capacidad y perdiendo todo tipo de comodidad.

Para calcular la capacidad se parte de condiciones ideales,

de manera que la capacidad ideal varía según varían las condiciones de la carretera.

Las condiciones ideales son las siguientes:

1.- Circulación óptima continua, libre de interferencias, tanto de vehículos como de peatones.

2.- Sólo circularán vehículos ligeros en la corriente del tránsito.

3.- Carriles de 3.50 m. de ancho con acotamientos adecuados y sin obstáculos laterales en 1.80 m. a partir de la orilla de la calzada.

4.- En caminos rurales, alineamiento horizontal y vertical adecuado para velocidades de proyecto de 110 km./h. o mayores sin restricciones en la distancia de visibilidad de rebase, en caminos de dos carriles.

La capacidad ideal considerada para carreteras de dos carriles con dos sentidos es de 2000 vehículos ligeros por hora en ambas direcciones. Utilizándose la siguiente ecuación:

Capacidad  $c = (2000) (N) (V/C) (Wc) (Tc)$  donde:

$c$  = Capacidad (tránsito mixto en vehículos por hora, en ambos sentidos).

$N$  = Número de carriles (en éste caso  $N=1$ , debido a que la capacidad bajo condiciones ideales es de 2000 veh. en ambos sentidos).

$V/C$  = Relación volumen-capacidad (para éste caso  $V/C = 1$ ).

$Wc$  = Factor de ajuste a la capacidad por ancho de carril y distancia a obstáculos laterales.

$Tc$  = Factor de ajuste a la capacidad, por vehículos pesados.

### III.F Capacidad y Niveles de Servicio (actual).

Año 1991.

Dirección: Parral.

Carretera de dos carriles en dos sentidos.

Carriles de 3.50 m.

Acotamiento de 1.25 m. en ambos lados.

Distancia a obstáculos laterales de 1.25 m. por un lado y libre de obstáculos por el otro.

Terreno: montañoso.

Velocidad de proyecto ponderada = 80 km./h.

Distancia de visibilidad disponible mayor de 500 m. = 80%.

Composición del tránsito:

A= 75%

B= 6%

C= 19%

Volumen de demanda actual = 239 VPH.

¿A qué nivel de servicio opera actualmente?.

Primer tanteo, suponemos un nivel de servicio C

$$VSC = (2000) (N) (V/C) (W_L) (T_L) (B_L)$$

N= 1

V/C= 0.53 (tabla III.5)

$W_L = 0.96$  (tabla III.6)

$E_T = 10$  (tabla III.7)

$T_L = 0.37$  (tabla III.8)

$E_B = 6$  (tabla III.7)

$B_L = 0.77$  (tabla III.8)

$VSC = 2000(1)(0.53)(0.96)(0.37)(0.77) = 290$  VPH

Comparando 239 VPH < 290 VPH

está operando a un nivel de servicio C.

Año: 1991

Dirección: Santa Bárbara.

Carretera de dos carriles en dos sentidos.

Carriles de 3.50 m.

Acotamiento de 1.25m. en ambos lados.

Distancia a obstáculos laterales 1.25 m. por un lado y libre de obstáculos por el otro.

Terreno: montañoso.

Velocidad de proyecto ponderada = 80 km./h.

Distancia de visibilidad mayor de 500 m. = 80%.

Composición del tránsito:

A = 69%

B = 6%

C = 25%

Volumen de demanda actual = 261 VPH

¿A qué nivel de servicio opera actualmente?

Primer tanteo, suponemos un nivel de servicio C.

$VSC = (2000)(N)(V/C)(W_L)(T_L)(B_L)$

$N = 1$

$V/C = 0.53$  (tabla III.5)

$W_L = 0.96$  (tabla III.6)

$$E_T = 10 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$T_L = 0.31 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$E_B = 6 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$B_L = 0.77 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$VSC = 2000(1)(0.53)(0.96)(0.31)(0.77) = 243 \text{ VPH},$$

∴ la suposición es incorrecta, debido a que  $261 \text{ VPH} > 243 \text{ VPH}$ .

Segundo tanteo, suponemos un nivel de servicio D

$$VSD = (2000)(N)(V/C)(W_L)(T_L)(B_L)$$

$$N = 1$$

$$V/C = 0.72 \quad (\text{tabla III.5})$$

$$W_L = 0.96 \quad (\text{tabla III.6})$$

$$E_T = 12 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$T_L = 0.27 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$E_B = 6 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$B_L = 0.77 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$VSD = 2000(1)(0.72)(0.96)(0.27)(0.77) = 287 \text{ VPH}$$

comparando  $261 \text{ VPH} < 287 \text{ VPH}$

la suposición fué correcta

∴ opera a un nivel de servicio D

Año 1991

Dirección: Durango.

Carretera de dos carriles en dos sentidos.

Carriles de 3.50 m.

Acotamiento de 1.25 m. en ambos lados.

Distancia a obstáculos laterales 1.25 m. por un lado y libre de obstáculos por el otro.

Terreno: montañoso.

Velocidad de proyecto ponderada = 60 km.7h.

Distancia de visibilidad disponible mayor de 500 m. = 80%

Composición del tránsito:

A= 67%

B= 1%

C= 32%

Volumen de demanda actual = 97 VPH

¿A qué nivel de servicio opera actualmente?

Primer tanteo, suponemos un nivel de servicio C

$$VSC = (2000)(N)(V/C)(W_L)(T_L)(B_L)$$

$$N = 1$$

$$V/C = 0.53 \quad (\text{tabla III.5})$$

$$W_L = 0.96 \quad (\text{tabla III.6})$$

$$E_T = 10 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$T_L = 0.26 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$E_B = 6 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$B_L = 0.95 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$VSC = 2000 (1) (0.53) (0.96) (0.26) (0.95) = 251 \text{ VPH}$$

Comparando 97 VPH < 251 VPH

∴ está operando a un nivel de servicio C.

Año 1991

Dirección: V. de Zaragoza.

Carretera de dos carriles en dos sentidos.

Carriles de 3.50 m.

Acotamiento de 1.25 m. en ambos lados.

Distancia a obstáculos laterales 1.25 m. por un lado y libre de obstáculos por el otro.

Terreno: montañoso.

Velocidad de proyecto ponderada = 80 km./h.

Distancia de visibilidad disponible mayor de 500 m. = 80%

Composición del tránsito.

A= 64%

B= 0%

C= 36%

Volumen de demanda actual = 25 VPH

¿A qué nivel de servicio opera actualmente?

Primer tanteo, suponemos un nivel de servicio C

$$VSC = (2000) (N) (V/C) (W_L) (T_L)$$

N= 1

V/C= 0.53 (tabla III.5)

$W_L = 0.96$  (tabla III.6)

$E_T = 10$  (tabla III.7)

$T_L = 0.24$  (tabla III.8)

$$VSC = 2000(1)(0.53)(0.96)(0.24) = 244 \text{ VPH}$$

Comparando 25 VPH < 244 VPH

∴ opera a un nivel de servicio C

### III.2 Capacidad y Niveles de Servicio (futuro).

La siguiente ecuación es utilizada para proyectar volúme-

mes horarios.

$V_i = VHP (1+i)^n$

donde

$V_i$  = volumen horario de proyecto (futuro).

VHP = volumen horario de proyecto (actual).

$i$  = índice de crecimiento anual del tránsito en la carretera, -  
en éste caso  $i = 3\%$

$n$  = número de años.

Esta ecuación es utilizada en los siguientes cálculos de capacidad:

Año 1999

Dirección: Parral.

Carretera de dos carriles en dos sentidos.

Carriles de 3.50 m.

Acotamiento de 1.25 m. en ambos lados.

Distancia a obstáculos laterales 1.25 m. por un lado y libre -  
de obstáculos por el otro.

Terreno: montañoso.

Velocidad de proyecto ponderada = 80km./h.

Distancia de visibilidad disponible mayor 500 m. = 80%

Composición del tránsito:

A = 75%

B = 6%

C = 19%

¿Qué nivel de servicio tendrá en el año de 1999, si su volumen  
de demanda será = 296 VPH?



Primer tanteo, suponemos un nivel de servicio D

$$VSD = (2000)(N)(V/C)(W_L)(T_L)(E_B)$$

$$N = 1$$

$$V/C = 0.72 \quad (\text{tabla III.5})$$

$$W_L = 0.96 \quad (\text{tabla III.6})$$

$$E_T = 12 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$T_L = 0.32 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$E_B = 6 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$E_L = 0.77 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$VSD = 2000(1)(0.72)(0.96)(0.32)(0.77) = 341 \text{ VPH}$$

comparando 296 VPH < 341 VPH

∴ tendrá un nivel de servicio D

¿ Qué nivel de servicio tendrá en el año de 2006, si su volumen de demanda será = 347 VPH?

Primer tanteo, suponemos un nivel de servicio E (capacidad)

$$VSE = (2000)(N)(V/C)(W_L)(T_L)(E_B)$$

$$N = 1$$

$$V/C = 1 \quad (\text{tabla III.5})$$

$$W_L = 0.96 \quad (\text{tabla III.6})$$

$$E_T = 12 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$T_L = 0.32 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$E_B = 6 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$E_L = 0.77 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$VSE = 2000(1)(1)(0.96)(0.32)(0.77) = 473 \text{ VPH}$$

comparando 347 VPH < 473 VPH

∴ tendrá un nivel de servicio E (capacidad).

de la ecuación  $V_f = VHP(1+in)$

$$n = ((V_f/VHP) - 1) (1/i)$$

Nota: para  $V_f$  estamos usando el volumen de su capacidad, nivel de servicio E y para VHP el volumen de demanda inicial.

$$n = ((347/239) - 1) (1/0.03)$$

$n = 15$  años

∴ dentro de 15 años alcanzará su capacidad.

Año 1995

Dirección: Santa Bárbara.

Carretera de dos carriles en dos sentidos.

Carriles de 3.50 m.

Acotamiento de 1.25 m. en ambos lados.

Distancia a obstáculos laterales 1.25 m. por un lado y libre de obstáculos por el otro.

Terreno: montañoso.

Velocidad de proyecto ponderada = 80 km./h.

Distancia de visibilidad disponible mayor de 500 m. = 80%.

Composición del tránsito:

A = 69%

B = 6%

C = 25%

¿Qué nivel de servicio tendrá en el año de 1995, si su volumen de demanda será = 292 VPH?

Primer tanteo, suponemos un nivel de servicio E (capacidad).

$$VSE = (2000)(N)(V/C)(W_L)(T_L)(B_L)$$

$$N=1$$

$$V/C = 1 \quad (\text{tabla III.5})$$

$$W_L = 0.96 \quad (\text{tabla III.6})$$

$$E_T = 12 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$T_L = 0.27 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$E_B = 6 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$B_L = 0.77 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$VSE = 2000(1)(1)(0.96)(0.27)(0.77) = 399 \text{ VPH}$$

comparando 292 VPH < 399 VPH

∴ tendrá un nivel de servicio E (capacidad)

de la ecuación  $V_f = VHP(1+in)$

$$n = ((V_f/VPH) - 1)(1/i)$$

Nota: para  $V_f$  estamos usando el volumen de su capacidad, nivel de servicio E y para VHP el volumen de demanda inicial.

$$n = ((292/261) - 1)(1/0.03)$$

$$n = 3.96 = 4 \text{ años.}$$

∴ dentro de cuatro años alcanzará su capacidad.

Dirección: Durango.

Carretera de dos carriles en dos sentidos.

Acotamiento de 1.25 m. en ambos lados.

Carriles de 3.50 m.

Distancia a obstáculos laterales 1.25 m. por un lado y libre de obstáculos por el otro.

Terreno: montañoso.

Velocidad de proyecto ponderada = 80 km./h.

Distancia de visibilidad disponible mayor de 500 m. = 80%.

Composición del tránsito:

A= 67%

B= 1%

C= 32%

¿Cuál es su capacidad?

$$VSE = (2000) (N) (V/C) (W_L) (T_L) (E_B)$$

$$N = 1$$

$$V/C = 1 \quad (\text{tabla III.5})$$

$$W_L = 0.96 \quad (\text{tabla III.6})$$

$$E_T = 12 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$T_L = 0.22 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$E_B = 6 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$S_L = 0.95 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$VSE = 2000(1)(1)(0.96)(0.22)(0.95) = 401 \text{ VPH}$$

de la ecuación  $V_f = VHP(1+in)$

$$n = ((V_f/VHP) - 1) (1/i)$$

Nota: para  $V_f$  estamos usando el volumen de su capacidad, nivel de servicio E y para VHP el volumen de demanda inicial.

$$n = ((401/97) - 1) (1/0.03)$$

$$n = 104 \text{ años.}$$

dentro de 104 años alcanzará su capacidad.

Dirección: V. de Zaragoza.

Carretera de dos carriles en dos sentidos.

Carriles de 3.50 m.

Acotamiento de 1.25 m. en ambos lados.

Distancia a obstáculos laterales de 1.25 m. por un lado y libre de obstáculos por el otro.

Terreno: montañoso.

Velocidad de proyecto ponderada = 80 km./h.

Distancia de visibilidad disponible mayor de 500 m. = 80%

Composición del tránsito:

A= 64%

B= 0%

C= 36%

¿Cuál es su capacidad?

$$VSE = (2000)(N)(V/C)(W_L)(T_L)$$

$$N = 1$$

$$V/C = 1 \quad (\text{tabla III.5})$$

$$W_L = 0.96 \quad (\text{tabla III.6})$$

$$E_T = 12 \quad (\text{tabla III.7})$$

$$T_L = 0.21 \quad (\text{tabla III.8})$$

$$VSE = 2000(1)(1)(0.96)(0.21) = 403 \text{ VPH}$$

De la ecuación  $V_f = VHF(1+in)$

$$n = ((V_f/VHP) - 1) (1/i)$$

Nota: para  $V_f$  estamos usando el volumen de su capacidad, nivel de servicio E y para VHF el volumen de demanda inicial.

$$n = ((403/25) - 1) (1/0.03)$$

$$n = 504 \text{ años.}$$

∴ dentro de 504 años alcanzará su capacidad.

### III.3 Proyección de Volúmenes de Tránsito.

Dirección: Farral

$$V_f = VHP(1+i)^n$$

$$i = 3\%$$

n	AÑO	FACTOR (1+i) <sup>n</sup>	VOLUMEN PROYECTADO VPH	N.S.
0	1991	1.00	239	C
1	1992	1.03	246	C
2	1993	1.06	253	C
3	1994	1.09	261	C
4	1995	1.12	268	C
5	1996	1.15	275	C
6	1997	1.18	282	C
7	1998	1.21	289	C
8	1999	1.24	296	D
9	2000	1.27	304	D
10	2001	1.30	311	D
11	2002	1.33	318	D
12	2003	1.36	325	D
13	2004	1.39	332	E
14	2005	1.42	339	D
15	2006	1.45	347	E

tabla: III.1

Dirección: Santa Bárbara.

$$V_f = VHP(1+i)^n$$

$$i = 3\%$$

n	AÑO	FACTOR (1+i) <sup>n</sup>	VOLUMEN PROYECTADO VPH.	N.S.
0	1991	1.00	261	D
1	1992	1.03	269	D
2	1993	1.06	277	C
3	1994	1.09	284	D
4	1995	1.12	292	E
5	1996	1.15	300	E
6	1997	1.18	308	E
7	1998	1.21	316	E
8	1999	1.24	324	E
9	2000	1.27	331	E
10	2001	1.30	339	E
11	2002	1.33	347	E
12	2003	1.36	355	E
13	2004	1.39	363	E
14	2005	1.42	371	E
15	2006	1.45	378	E

tabla: III.2

Dirección: Durango.

$$V_f = VHP(1+i)^n$$

$$i = 3\%$$

n	AÑO	FACTOR (1+i) <sup>n</sup>	VOLUMEN PROYECTADO VPH	N.S
0	1991	1.00	97	C
1	1992	1.03	100	C
2	1993	1.06	103	C
3	1994	1.09	106	C
4	1995	1.12	109	C
5	1996	1.15	112	C
6	1997	1.18	114	C
7	1998	1.21	117	C
8	1999	1.24	120	C
9	2000	1.27	123	C
10	2001	1.30	126	C
11	2002	1.33	129	C
12	2003	1.36	132	C
13	2004	1.39	135	C
14	2005	1.42	138	C
15	2006	1.45	141	C

tabla: III.3



Dirección: V. de Zaragoza.

$$V_f = VHE(1+in)$$

$$i = 3\%$$

n	AÑO	FACTOR (1+in)	VOLUMEN PROYECTADO VPH	N.S.
0	1991	1.00	25	C
1	1992	1.03	26	C
2	1993	1.06	27	C
3	1994	1.09	27	C
4	1995	1.12	28	C
5	1996	1.15	29	C
6	1997	1.18	30	C
7	1998	1.21	30	C
8	1999	1.24	31	C
9	2000	1.27	32	C
10	2001	1.30	33	C
11	2002	1.33	33	C
12	2003	1.36	34	C
13	2004	1.39	35	C
14	2005	1.42	36	C
15	2006	1.45	36	C

tabla: III.4

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRANSITO		DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE > 500m/s (1%)	VOLUMEN DE SERVICIO-CAPACIDAD					VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMO BAJO CONDICIONES DE TRANSITO CON UNO VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA PARA DE 100m/s (Ponderación de velocidades inferiores por sus respectivos factores)	
	DESCRIPCION	VELOCIDAD DE OPERACION (km/h)		VALOR LIMITE PARA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 100 km/h	VALOR PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE:					
					95 km/h	80 km/h	70 km/h	62 km/h		55 km/h
A	FLUJO LIBRE	≥ 95	∞	∞	∞	∞	∞	∞	400	
			100	0.20	∞	∞	∞	∞		
			80	0.18	∞	∞	∞	∞		
			60	0.15	∞	∞	∞	∞		
			40	0.12	∞	∞	∞	∞		
			20	0.08	∞	∞	∞	∞		
B	FLUJO ESTABLE (Velocidad superior del rango)	≥ 80	∞	∞	∞	∞	∞	900		
			100	0.45	0.40	∞	∞		∞	
			80	0.42	0.35	∞	∞		∞	
			60	0.38	0.30	∞	∞		∞	
			40	0.34	0.24	∞	∞		∞	
			20	0.30	0.18	∞	∞		∞	
C	FLUJO ESTABLE	≥ 65	∞	∞	∞	∞	∞	1400		
			100	0.70	0.66	0.56	0.51		∞	
			80	0.68	0.61	0.53	0.46		∞	
			60	0.65	0.56	0.47	0.41		∞	
			40	0.62	0.51	0.38	0.32		∞	
			20	0.59	0.45	0.28	0.22		∞	
D	FLUJO PROXIMO A L INESTABLE	≥ 55	∞	∞	∞	∞	∞	1700		
			100	0.85	0.83	0.75	0.67		0.58	
			80	0.84	0.81	0.72	0.62		0.55	
			60	0.83	0.79	0.69	0.57		0.51	
			40	0.82	0.75	0.66	0.52		0.45	
			20	0.81	0.71	0.61	0.44		0.35	
E <sup>c</sup>	FLUJO INESTABLE	50 <sup>d</sup>	NO ES APLICABLE <sup>e</sup>	21.00					2000	
F	FLUJO FORZADO	< 50 <sup>d</sup>	NO ES APLICABLE <sup>e</sup>	NO SIGNIFICATIVO <sup>f</sup>						

D - La velocidad de operación y la relación v/e son medidas independientes del nivel de servicio; ambos límites deben satisfacerse en cualquier determinación del nivel.

D - Cuando el espacio está en blanco, la velocidad de operación requerida para este nivel es indistinto a 0 u a 100 - menos, según.

C - Esperados

d - Aproximadamente

e - No hay rebases

f - La relación volumen de demanda-capacidad puede exceder el valor de 1.00, indicando que hay sobrecarga.

TABLA III-5 NIVELES DE SERVICIO Y VOLUMENES DE SERVICIO MAXIMOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES BAJO CONDICIONES DE FLUJO CONTINUO

DISTANCIA DESDE LA ORILLA DEL CARRIL AL OBSTACULO (m)	FACTORES DE AJUSTE <sup>a</sup> $w_L$ Y $w_C$ POR ANCHO DE CARRIL Y DISTANCIA A OBSTACULOS LATERALES															
	OBSTACULO EN UN SOLO LADO <sup>b</sup>								OBSTACULO EN AMBOS LADOS <sup>b</sup>							
	CARRILES EN METROS															
	3.65		3.35		3.05		2.75		3.65		3.35		3.05		2.75	
	NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL		NIVEL	
	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>	B	E <sup>c</sup>
1.80	1.00	1.00	0.86	0.88	0.77	0.81	0.70	0.76	1.00	1.00	0.86	0.88	0.77	0.81	0.70	0.76
1.20	0.96	0.97	0.83	0.85	0.74	0.79	0.68	0.74	0.92	0.94	0.79	0.83	0.71	0.76	0.65	0.71
0.60	0.91	0.93	0.78	0.81	0.70	0.75	0.64	0.70	0.81	0.85	0.70	0.75	0.63	0.69	0.57	0.65
0.00	0.85	0.88	0.73	0.77	0.66	0.71	0.60	0.66	0.70	0.76	0.60	0.67	0.54	0.62	0.49	0.58

a.- Factores de ajuste,  $w_C$  para el nivel "E" (Capacidad) y  $w_L$  para nivel "B"; interpolar para otros niveles.

b.- Incluye el efecto del tránsito en sentido contrario

c.- Capacidad

TABLA III.6 EFECTO COMBINADO DEL ANCHO DE CARRIL Y DE LA DISTANCIA A OBSTACULOS LATERALES SOBRE LA CAPACIDAD Y LOS VOLUMENES DE SERVICIO EN CARRETERAS DE DOS CARRILES BAJO CONDICIONES DE CIRCULACION CONTINUA

EQUIVALENTE	NIVEL DE SERVICIO	EQUIVALENTE, PARA:		
		TERRENO PLANO	TERRENO EN LOMERIO	TERRENO MONTAÑOSO
E <sub>T</sub> , PARA CAMIONES	A	3	4	7
	B y C	2.5	3	10
	D y E	2	3	12
E <sub>B</sub> PARA AUTOBUSES <sup>a</sup>	Todos los Niveles	2	4	6

a - Hacer consideraciones por separado no es requisito en la mayoría de los problemas; aplíquese únicamente cuando el volumen de autobuses sea significativo.

TABLA III.7 VEHICULOS LIGEROS EQUIVALENTES POR CAMION Y POR AUTOBUS EN TRAMOS LARGOS DE CARRETERAS DE DOS CARRILES



#### III.4 Conclusiones Preliminares.

Como los volúmenes vehiculares que circulan por éste entronque son bajos y de acuerdo a los cálculos realizados se nota claramente, que por capacidad no se requiere ninguna modificación en el entronque "Parral".

Sin embargo, por tratarse del cruce a nivel de dos caminos donde se producen accidentes, los cuales fueron anteriormente mencionados en el capítulo II, se propone sea mejorado el cruce para que exista una mejor operación vehicular, evitando así un mayor número de accidentes a las personas que transitan por esta área. Tomando en cuenta que el libramiento está en proceso de construcción.

## CAPITULO IV

### ALTERNATIVAS DE SOLUCION

#### IV.1 A Nivel.

Se propone esta solución a nivel del entronque "Parral" - por medio de un retorno, sustituyendo el cruce directo de los vehículos por uno en forma indirecta.

Este retorno consta de carriles de incorporación para facilitar las maniobras de vuelta izquierda.

El área influenciada por el retorno se amplía y va disminuyendo gradualmente hasta tomar el ancho de corona que realmente tiene la carretera formando sólo dos carriles de circulación. (fig. IV.1).

#### IV.2 A Desnivel.

Esta alternativa propone que el camino principal pase por arriba sin el cruce directo de ambos caminos, aprovechando el desnivel existente en este lugar, dejando a su vez que el camino secundario pase por abajo.

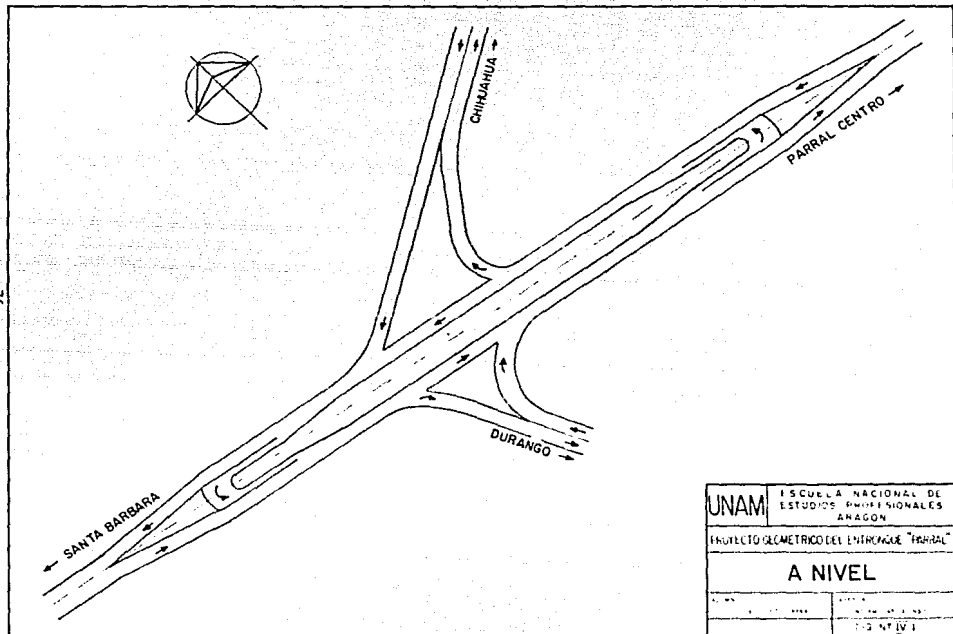
La incorporación de los vehículos que pasan del camino principal al secundario se hace en forma directa y la del camino secundario al principal se realiza de dos formas:

- a) Directa.

b) Indirecta.- Mediante gazas o rampas.

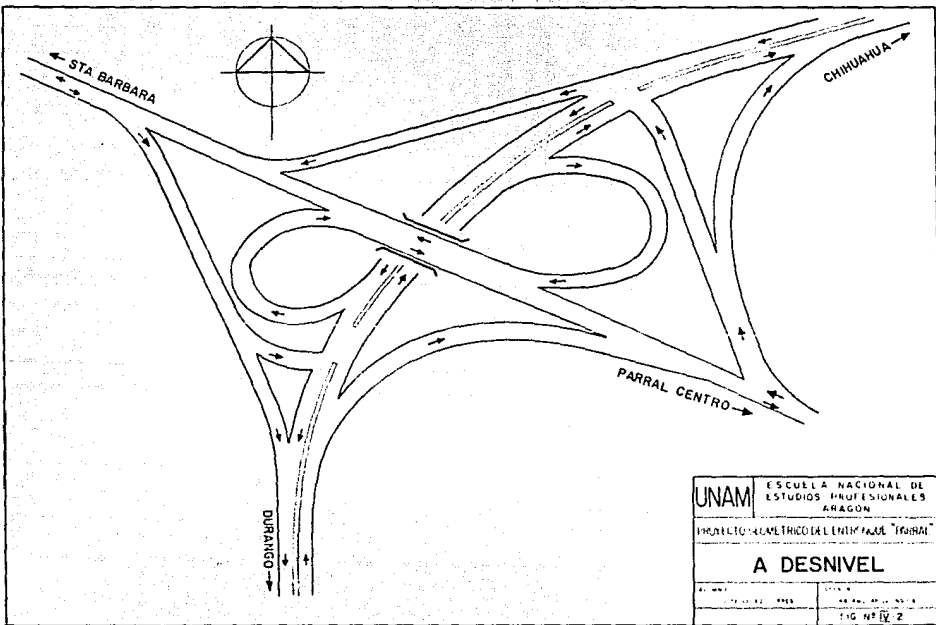
Al camino secundario se le propone una faja separadora -  
exclusivamente en el área del entronque (fig. IV.2).





UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ANAGÓN
PROYECTO GEOMÉTRICO DEL ENTRANCE "PARRAL"	
A NIVEL	
NO. 1	NO. 2
NO. 3	NO. 4
NO. 5	NO. 6

77



UNAM	ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON
	PROYECTO GEOMETRICO DEL ENTREPASE "PARRAL"
<b>A DESNIVEL</b>	
ELABORADO	FECHA
REVISADO	PROYECTO
DISEÑO Nº IV 2	

## CAPITULO V

### PROYECTO GEOMETRICO DE LA ALTERNATIVA OPTIMA

A continuación se mencionan los pasos a seguir para el proyecto geométrico de un entronque.

1.- Obtener y analizar los datos de tránsito, para determinar el volumen horario de proyecto en todos los movimientos, incluyendo la clasificación vehicular, porcentajes e incremento futuro. Estos datos sirven para determinar el vehículo de proyecto que se va a utilizar.

2.- Datos físicos del lugar, incluyendo mapas que muestren la topografía, cultivos, edificios, construcciones existentes o probables en el futuro.

3.- Preparación de varios diagramas de cruce que satisfagan las necesidades del tránsito y sean prácticos para el lugar. Son hechos en forma rápida y deben hacerse para todas las probables alternativas que merecen ser consideradas, tomando en cuenta sólo los aspectos generales.

4.- Análisis de diagramas alternos y selección de los dos mejores para estudios adicionales, comparando sus ventajas y desventajas. La comparación se hace en forma amplia, analizando puntos sobresalientes, características de operación, tipo de entronque, etc.

5.- Evaluación de características geométricas y de operación.

a) Adaptabilidad.

Se debe adaptar más a la conformación del terreno natural y al paisaje, de ahí que la estética sea importante a tal grado que el entronque pueda dar realce o afean la zona considerada. El tipo de entronque y el servicio que se intenta proporcionar son factores importantes en la selección del diagrama.

Es más aceptable un diseño que da preferencia al movimiento con mayor volumen de tránsito. El grado y modo de canalización o el tipo y forma de rampas debe reflejar los volúmenes y carácter del tránsito.

b) Accesibilidad.

Al ser analizado se debe ver si es posible realizar cada alternativa dentro de la construcción actual.

c) Capacidad.

Se debe realizar un análisis de capacidad en cada proyecto alterno y determinar si el tránsito futuro se acomodará dentro de lo proyectado.

d) Características operacionales.

Todas las entradas y salidas son examinadas, determinando sus efectos en la operación como trayectorias claras a seguir, para ver si el entronque puede ser analizado en forma efectiva.

### V.1 Objetivos del Proyecto Geométrico de un Entronque.

1.- Reducir al mínimo los conflictos.

a) Modificando la geometría.

b) Separando maniobras.

2.- Controlar la velocidad en divergencias, convergencias, cruces, vueltas izquierdas, etc.

3.- Modificar la geometría del cruce.

4.- Dar prioridad a los flujos vehiculares con mayor velocidad y mayor volumen.

5.- Usar los diseños mínimos:

a) Cuando existan restricciones en el derecho de vía.

b) Hay velocidades bajas.

c) Los volúmenes de tránsito son bajos.

d) El tránsito pesado tenga efectos en los otros vehículos.

e) Dependiendo de la amplitud deseada para que los vehículos den vuelta.

6.- El proyecto de las aberturas en caminos debe tener:

a) Forma y dimensiones adecuadas para que las vueltas se efectúen con poca o ninguna interferencia de tránsito directo.

b) Anchos y remates de la faja separadora central con base en el tipo de los vehículos que den vuelta.

c) Remate de punta de bala en fajas con ancho mayor a 2.50 m.

7.- Los caminos divididos además de las aberturas en la faja separadora central para vueltas izquierdas, requiere aberturas, separadas de éstas, para las maniobras de retorno, su diseño deberá estar en función del tipo de vehículo y del tipo de maniobra.

9.- Cuando el volumen de vuelta izquierda es importante, se requieren carriles auxiliares adyacentes a la faja separadora central para permitir el cambio de ellos y el almacenamiento.

10.- El ancho de los carriles adicionales a la faja separadora central debe ser de 3.50 m.

11.- Las velocidades para las cuales deben proyectarse las curvas de un entronque dependen en gran parte, de las velocidades de los vehículos en los caminos que se intersectan, del tipo de entronque, de los volúmenes de tránsito directo y del que da vuelta.

12.- Los anchos de calzada en los enlaces dependen principalmente del volumen de tránsito, su composición, de las características geométricas y de los vehículos de proyecto.

13.- El ancho de carril de cambio de velocidad, cuando éste no sea del tipo paralelo, deberá ser de 3.35 m. como mínimo y de preferencia 3.50 m.

14.- En el proyecto de entronques canalizados, es preferible usar pocas isletas grandes, que muchas isletas pequeñas.

15.- Las isletas canalizadoras deben colocarse de tal manera que el curso apropiado del viaje parezca obvio, continuo y fácil de seguir.

16.- El vertice de la isleta, en el extremo de entrada de cualquier enlace, deberá ser lo más pequeño posible.

17.- Al proyectar los entronques debe considerarse cuidadosamente su apariencia a la vista del conductor.

18.- Debe procurarse que en el proyecto de entronques no se produzcan maniobras erróneas.

19.- Las ventajas de un entronque a desnivel son: mayor capacidad, mayor seguridad, eliminan paradas y cambios apreciables de velocidad, solución flexible, se adaptan a cualquier ángulo, desarrollo por etapas, etc.

## V.2 Elementos de un Entronque.

1.- Intersección. Es el área donde dos o más vías terrestres se unen o se cruzan.

2.- Entronque. Es la zona donde dos o más caminos se unen o se cruzan, permitiendo la mezcla de las corrientes de tránsito.

3.- Rama. Es la vía que entra o sale a un entronque.

4.- Enlace. Es la unión de las ramas y en algunos casos se llaman rampas cuando se trata de diferentes niveles.

5.- Área de maniobras. Es la zona de un entronque en la que el conductor de un vehículo realiza las operaciones necesarias para ejecutar las maniobras requeridas.

6.- Calzada. Es un elemento de la sección transversal de una calle o carretera destinada a la circulación de vehículos. En una carretera está delimitada por los acotamientos o rayas laterales.

7.- Faja separadora. Son franjas de anchura variable, limitadas por guarniciones o por marcas en el pavimento, con el

fin de separar el tránsito de vehículos opuestos y en el mismo sentido.

8.- Isletas. Es un área definida entre carriles de tránsito, para controlar el movimiento de vehículos o para refugio de peatones. Dentro de éstas se considera también como isleta a la faja separadora.

Su área puede estar delimitada por:

- a) Guarniciones verticales.
- b) Área pavimentada.
- c) Marcada con pintura.

La finalidad de una isleta es:

- Separar conflictos.
- Reducir el área pavimentada.
- Canalización del tránsito.
- Proteger a los peatones.
- Proteger y almacenar vehículos que dan vuelta o van a cruzar.

9.- Radio de control. Es el radio que define la curva a seguir para cada vehículo de proyecto.

10.- Ancho de calzada en los enlaces. Es el ancho necesario para que los vehículos circulen en los enlaces, depende del volumen de tránsito, su composición y características del vehículo de proyecto.

11.- Vehículo de proyecto. Es un vehículo hipotético cuyas características se emplearan para establecer los lineamientos que regiran el proyecto geométrico de caminos y entronques.



12.- Velocidad de proyecto. Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables.

13.- Acotamiento. Faja contigua a la calzada, que es utilizada en casos de emergencias, con dimensiones variables y está pavimentada.

14.- Carril de aceleración. Permite a los vehículos que entran a la vía principal del entronque, adquirir la velocidad necesaria para incorporarse con seguridad a la corriente de tránsito del mismo, proporcionando la distancia suficiente para realizar dicha operación sin interrumpir la corriente del tránsito principal.

15.- Carril de deceleración. Permite a los vehículos que desean salir de una vía, disminuir su velocidad después de haber abandonado la corriente del tránsito principal.

### V.3 Alternativa Óptima.

Se define como un entronque de cuatro ramas, unidas entre sí por sus respectivas vías de enlace, con ancho de calzada igual a 5.00 m. suficiente para albergar un vehículo de proyecto tipo B caso II (operación en un sólo sentido, con un sólo carril y con previsión para el rebase a vehículos estacionados) (tabla V.1), acotamientos de 2.50 m. y radios de control (47.00 m. y 75.00 m.) suficientes para dar vuelta derecha, realizando

adecuadamente al cambio de dirección.

Cada rama lleva las siguientes direcciones:

- a) Parral.
- b) Santa Bárbara.
- c) Chihuahua.
- d) Durango.

En este entronque se sustituye el cruce directo por un entrecruzamiento, posee la distancia necesaria para que éste se realice de la mejor forma, además tiene carriles de incorporación con 3.50 m. de ancho, pintado con raya continua.

A la vez sirve de protección y permite a los vehículos que no dan vuelta seguir de frente sin ninguna interferencia. También funciona como carriles de aceleración y deceleración, cuyas longitudes son de 90.00 m.

Estas operaciones se realizan en los sentidos Parral-Santa Bárbara y Santa Bárbara-Parral, mediante un retorno simétrico en forma de punta de bala con radios compuestos de 15.00 m., 2.00 m. y 15.00 m. para vueltas en "U".

De igual manera éste retorno, funciona como faja separadora, evitando el cruce directo y disminuyendo los accidentes. Tiene un ancho máximo de 15.00 m., ancho mínimo de 8.00 m. y acotamientos de 2.50 m. y carriles de 4.50 m.

El ensanchamiento debido al retorno va disminuyendo gradualmente hasta llegar a formar dos carriles de 3.50 m. con sus respectivos acotamientos de 2.50 m.

En los sentidos que van a Chihuahua y Durango posee dos

carriles de circulación, ancho de carril igual a 3.50 m. y acostamientos de 2.50 m. cada uno.

Respecto al señalamiento se proponen señales informativas (previa, decisiva y confirmativa) y sus destinos (Chihuahua, Durango, Santa Bárbara, Parral), indicados en los tableros por medio de flechas.

Señal restrictiva de ceda el paso e indicadores de obstáculos en las bifurcaciones.

En cuanto al señalamiento horizontal, rayas a  $45^{\circ}$ , indicando hacia donde no se debe circular.

Finalizando este capítulo:

Se agregan la tabla V.2 para carriles de aceleración y de celeración, además del plano (fig. V.1) de la alternativa óptima.

R Radios de la orilla interna de la calzada, metros	ANCHO DE CALZADA EN METROS								
	CASO I Operación en un sólo sentido, con un sólo ca- rril y sin previsión- para el rebase.			CASO II Operación en un sólo sentido, con un sólo ca- rril y con previsión- para el rebase a vehí- culos estacionados			CASO III Operación en uno o dos sentidos de circun- lación, y con dos ca- rriles.		
	CONDICION DE TRANSITO								
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15.00	5.50	5.50	7.00	7.00	7.50	8.75	9.50	10.75	12.75
23.00	5.00	5.25	5.75	6.50	7.00	8.25	8.75	10.00	11.25
31.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.75	7.50	8.50	9.50	10.75
48.00	4.25	5.00	5.25	5.75	6.50	7.25	8.25	9.25	10.00
61.00	4.00	5.00	5.00	5.75	6.50	7.00	8.25	8.75	9.50
91.00	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.75	8.00	8.50	9.25
122.00	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.75	8.00	8.50	8.75
152.00	3.75	4.50	4.50	5.50	6.00	6.75	8.00	8.50	8.75
Tangente	3.75	4.50	4.50	5.25	5.75	6.50	7.50	8.25	8.25

Modificaciones al ancho de acuerdo con el tratamiento de las orillas de la calzada.			
Guarnición echafrenada	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA
Guarnición vertical Un lado	Aumentar 0.30 m	NINGUNA	Aumentar 0.30 m
Des lades	Aumentar 0.60 m	Aumentar 0.30 m	Aumentar 0.60 m
Acetamiento, en una o en ambas lades.	NINGUNA	Restar el ancho del ace- tamiento; Ancho mínimo de la calzada el del Caso I	Cuando el acetamiento sea de 1.20 m o mayor, reducir 0.60 m

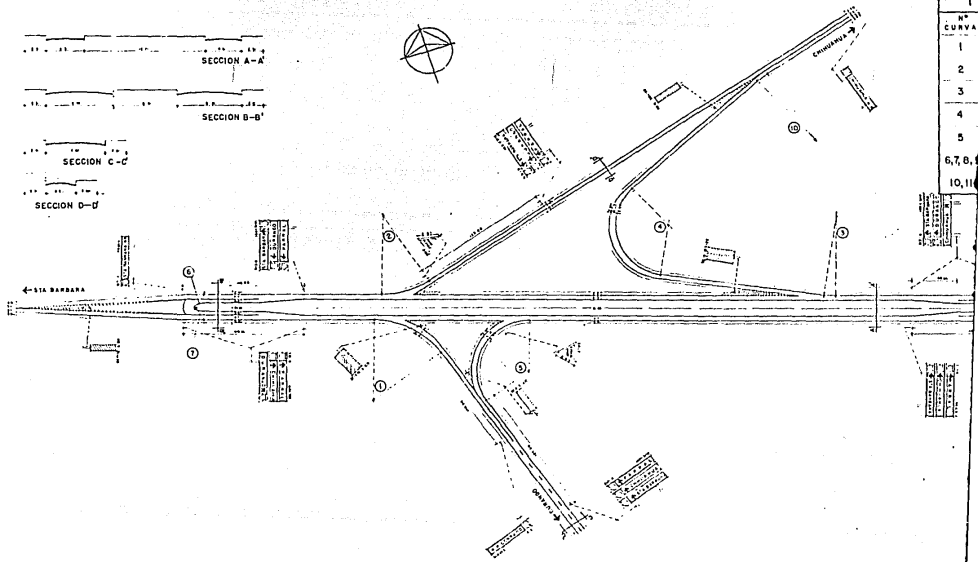
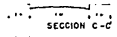
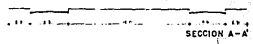
• TABLA V. ANCHO DE CALZADA EN LOS ENLACES

Velocidad de proyecto en el enlace, km/h	Condición de parada	25	30	40	50	60	70	80
		15	24	45	75	113	154	209
Radio mínimo de curva, metros.								

Velocidad de proyecto de la carretera, km/h	Longitud de la transición, en metros.	Longitud total del carril de DESCelerACION, incluyendo la transición, en metros.							
50	45	64	45	—	—	—	—	—	—
60	54	100	85	80	70	—	—	—	—
70	61	110	105	100	90	75	—	—	—
80	69	130	125	120	110	95	85	—	—
90	77	150	145	140	130	115	105	80	—
100	84	170	160	160	145	135	125	100	—
110	90	185	175	175	160	150	140	120	100

Velocidad de proyecto de la carretera, km/h	Longitud de la transición, en metros.	Longitud total del carril de ACelerACION, incluyendo la transición, en metros.							
50	45	170	45	—	—	—	—	—	—
60	54	110	85	75	—	—	—	—	—
70	61	160	135	125	100	—	—	—	—
80	69	230	25	190	170	125	—	—	—
90	77	315	300	285	255	205	160	—	—
100	84	405	395	390	350	295	240	160	—
110	90	470	465	455	425	375	325	260	180

TABLA V. 2 LONGITUD DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD



T
Nº CURVA
1
2
3
4
5
6, 7, 8,
10, 11



## CAPITULO VI

### SEÑALAMIENTO.

Definición: Las señales son tableros colocados fijamente en postes o estructuras, conteniendo símbolos, leyendas o ambas cosas, cuyo objetivo primordial es prevenir a los conductores sobre la existencia de peligros, su naturaleza, algunas restricciones o prohibiciones que limitan sus movimientos y proporcionarles la información necesaria para facilitar su -- viaje.

Estas señales se pueden utilizar en caminos y calles debiendo tener cierta uniformidad en su colocación. Además deberá tenerse cuidado de no exagerar el número de señales, colocando sólo las necesarias.

#### Clasificación General

De acuerdo a su función, se clasifican en:

- a) Preventivas.
- b) Restrictivas.
- c) Informativas.

Ubicación lateral (para los tres tipos de señalamientos).

En carreteras, la señal se debe colocar en todos los casos de modo que la orilla interior quede a una distancia no -



menor de 50 cm. de la proyección lateral del hombro del camión.

En zonas urbanas, la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la banqueta tendrá que ser de 30 cm.

Tamaño (para ambos tipos de señales).

El tamaño depende del ancho de corona y tipo de camino - que se tenga en carretera y calles urbanas.

#### VI.1 Señales Preventivas.

-Ubicación Longitudinal.

Las señales preventivas como su nombre lo indica, tienen la función de prevenir, por lo tanto se deben de colocar antes del riesgo. La distancia adecuada para colocar las señales esta en función de la velocidad como se indica en la tabla VI.1

Velocidad km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Distancia m	30	40	55	75	95	115	135	155	175

Cuando se coloque una señal de otro tipo entre la preventiva y el riesgo, aquella debe colocarse a la distancia que iría la preventiva, y ésta al doble; si son: dos señales de otro tipo las que se coloquen entre la preventiva y el riesgo, la primera de aquellas se colocará a la distancia de la preventiva, la segunda al doble y la preventiva al triple y así sucesivamente.

-Forma.

Cuadrado con esquinas redondeadas y se deberá colocar con una diagonal vertical.

-Color.

El color del fondo de las señales preventivas será amarillo tránsito en acabado reflejante, excepto en las señales que corresponden a caminos con corona menor de 6.00 m. que será en acabado mate. El color usado en los símbolos, caracteres y filete deberá ser en negro.

-Uso.

A continuación se mencionan algunos de los casos en los que se usan las señales preventivas:

- 1.- Intersecciones de caminos o calles.
- 2.- Accesos a vías rápidas.
- 3.- Reducción o aumento en el número de carriles.
- 4.- Cambios en el ancho del pavimento.
- 5.- Escuelas y cruce de peatones.
- 6.- Proximidad de un semáforo.
- 7.- Cruce de ferrocarril a nivel.
- 8.- Curvas peligrosas.
- 9.- Pendientes peligrosas.

## VI.2 Señales Restrictivas.

Son las que restringen o prohíben algo y deben colocarse exactamente en el punto donde existen limitaciones.

### -Forma.

Será cuadrada con las esquinas redondeadas, excepto las de alto y ceda el paso.

La señal de alto deberá tener forma octogonal.

La señal de ceda el paso deberá tener forma de un triángulo equilátero, con un vertice hacia abajo.

### -Color.

El color usado en las señales restrictivas es fondo blanco en acabado reflejante, excepto en las que corresponden a caminos con corona menor de 6.00 m. que tendrá acabado mate.

El anillo y la franja diametral serán en rojo y el símbolo, letras y filete serán en negro, excepto las señales de alto y ceda el paso.

### -Uso.

Las señales restrictivas tienen uso en los siguientes casos:

- 1.- Derecho de paso.
- 2.- Movimientos direccionales.
- 3.- Limitaciones a lo largo del camino.
- 4.- Restricciones peatonales.
- 5.- Restricciones de velocidad.
- 6.- Restricciones de estacionamiento.
- 7.- Limitaciones de dimensiones y peso de vehículos.

### VI.3 Señales Informativas.

La finalidad de estas señales es guiar o indicar el camino a través de su itinerario por calles y carreteras, dando información acerca de nombres, ubicación de poblaciones, lugares de interés, kilometrajes y algunas recomendaciones.

Estas señales son de dos tipos: bajas y elevadas.

A causa de la variedad de información que nos proporcionan, se hace la siguiente clasificación.

- I.- SII De Identificación.
- II.- SID De Destino.
- III.- SIR De Recomendación.
- IV.- SIG De Información General.
- V.- SIST De Servicios y Turísticas.

#### VI.3.1 SII De Identificación.

-Ubicación longitudinal.

De nomenclatura.- En el lugar más visible de las esquinas de las calles.

De ruta.- En zonas urbanas a cada 200 m.

De kilometraje.- A cada 5 km. en forma alternada.

-Forma.

Rectangular, con su mayor dimensión horizontal, excepto los escudos, señales de servicios y los postes que tienen su mayor dimensión vertical.

-Color.

Bianco reflejante y las letras, números, flechas y filete negro.

-Uso.

Identificación de calles por su nombre, en carreteras por el número de ruta y kilometraje.

### VI.3.2 SID De Destino.

-Ubicación longitudinal.

Este tipo de señales se clasifican en previas, decisivas y confirmativas.

- \* Previas.- En ningún caso se colocarán a una distancia menor de 125 m. de la intersección.
- \* Decisivas.- Se colocarán en el lugar de la intersección.
- \* Confirmativas.- Se colocarán después de la intersección, pero no a una distancia menor de 100 m.

-Forma.

Rectangular con las esquinas redondeadas, colocadas con su mayor dimensión horizontal, sobre apoyos adecuados.

-Color.

Las señales informativas de destino (bajas, elevadas y diagramáticas) deben tener color verde mate y letras, números, flechas, escudos y filete en color blanco reflejante.

Para zona urbana la señal diagramática tendrá fondo blanco y los caracteres, flecha alargada y filete en color negro.

-Uso.

Se utilizan en los entronques (intersecciones).

### VI.3.3 SIR De Recomendación.

-Ubicación longitudinal.

Se colocarán en los lugares donde no haya otras señales, y no existe una distancia definida, sólo se pondrán donde sean requeridas.

-Forma.

Su forma será rectangular.

-Color.

El fondo será blanco mate, con las letras y filete negro.

### VI.3.4 SIG De Información General.

-Ubicación longitudinal.

Se ubicarán en el sitio exacto donde se requiera, además de señales previas a 500 m. y 250 m. del lugar.

-Forma.

Su forma será rectangular.

-Color.

Blanco mate, con letras y filete negro, para las que indican sentido de circulación, el fondo tendrá color negro y la flecha blanco reflejante.

-Uso.

Identificación de:

- 1.- Rios.
- 2.- Puentes.
- 3.- Poblaciones.
- 4.- Nombres de calles.
- 5.- Desviaciones.

#### VI.4 SIST De Servicios y Turísticas.

-Ubicación longitudinal.

Se colocará un kilómetro antes del lugar y en el lugar.

-Forma.

Su forma será cuadrada.

- Color.

El color del fondo es azul mate y los símbolos, letras, flechas y filete de color blanco resplandeciente.

-Uso.

En lugares recreativos o de interés turístico.

#### VI.5 Señalamiento Tipo de un Entronque.

##### Señalamiento Vertical.

1.- Una señal preventiva, la cual tiene como función advertir al conductor que más adelante existe un entronque, en esta señal se indicará la forma o figura que tiene dicho entronque.

2.- Una señal informativa previa, en la que se indique -

al usuario las diversas alternativas disponibles para llegar al lugar deseado.

3.- Una señal informativa decisiva, debe estar en el lugar exacto donde el conductor va a tomar la decisión para seguir la ruta conveniente.

El mensaje de esta señal será el mismo que el de la señal informativa previa.

4.- Una señal informativa confirmativa, la cual deberá colocarse después de haber pasado el entronque, con la finalidad de avisar al conductor que va por la ruta adecuada. También se debe indicar la distancia por recorrer a la siguiente población importante.

En primer lugar se pondrá el nombre de la población más próxima y su distancia.

5.- Las señales restrictivas que se requieren en un entronque varían según cada caso particular y sólo mencionaremos las más comunes.

- a) Señal de alto.
- b) Señal de ceda el paso.
- c) Indicador de obstáculos.

#### Señalamiento Horizontal.

- 1.- Raya central sencilla continua.
- 2.- Raya central sencilla discontinua.
- 3.- Raya canalizadora, cuya función es separar un carril exclusivo para dar vuelta.



- 4.- Raya de parada.
- 5.- Raya para cruce de peatones.
- 6.- Flechas para indicar el sentido del tránsito que circula directo y el que da vuelta.
- 7.- Rayas diagonales (a  $45^{\circ}$ ) con separación entre sí de 2.00 m., utilizadas para evitar movimientos indebidos.

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### VII.1 Conclusiones.

1.- Actualmente las ramas que forman el entronque presentan niveles de servicio (C y D) todavía tolerables y un índice de crecimiento vehicular  $i = 3\%$ . Si las modificaciones dependieran además de estos datos no se requeriría modificación alguna durante varios años.

2.- El índice de accidentes por millón de vehículos-kilometro del tramo de carretera estudiado donde está ubicado el entronque es  $I_{V-k}^A = 0.652$ , mientras que el índice de accidentes promedio en el Estado de Chihuahua es  $I_{V-k}^A = 0.750$ , motivo por el cual puede considerarse alto.

3.- Dado el crecimiento de la población vehicular, se encuentra en proceso de construcción el libramiento poniente del municipio de Parral, este libramiento llega hasta el entronque "Parral". Se pretende que los vehículos de largo itinerario y mediano itinerario que no deseen pasar por el municipio de "Parral", lo hagan a través del libramiento, disminuyendo así los conflictos vehiculares ocasionados en una zona urbana.

4.- Se considera al entronque como suburbano debido a la cercanía con la ciudad de Parral, además existe un crecimiento de la población en el área cercana al entronque y al libramien

to en proceso de construcción.

5.- Se proponen dos tipos de solución:

a) A nivel.

b) A desnivel.

La solución más adecuada es a nivel dadas las condiciones vehiculares y del área en que se encuentra ubicado el entronque.

Esta solución consta de un retorno con su respectivo señalamiento y dimensiones requeridas para realizar mejores maniobras vehiculares.

## VII.2 Recomendaciones.

1.- Es de suma importancia dar una vialidad más adecuada al entronque por lo que es necesaria la pronta construcción de la alternativa a nivel, para evitar maniobras equivocadas que provoquen accidentes.

2.- De manera similar es importante la terminación del señalamiento al municipio de Parral y evitar el crecimiento poblacional dentro del derecho de vía.

3.- Se recomienda que en el área donde está ubicado el entronque se mantengan carriles con ancho de 3.50 m. y acotamientos igual a 2.50 m. para dar mayor seguridad operativa a los usuarios del mismo.

## BIBLIOGRAFIA

- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras  
Secretaría de Obras Públicas.  
México, 1974.
- Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito.  
Asociación Mexicana de Caminos.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.  
México, 1965.
- Manual de Dispositivos Para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras.  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.  
Dirección General de Servicios Técnicos.  
México, 1986.
- Ingeniería de Tránsito.  
Rafael Cal y Mayor.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.  
México, 1965.
- Una Fisonomía de la Ingeniería de Tránsito.  
Leonardo Lazo Murguín y Gilberto Sánchez Angeles.  
Miguel Angel Porrúa, editor.  
México, 1981.

- Consideraciones Generales para el Proyecto de Intersecciones.  
Secretaría de Obras Públicas.  
México, 1971.
  
- III Seminario de Ingeniería de Tránsito.  
Guadalajara, Jalisco, 1971.
  
- Apuntes para el Proyecto Geométrico de Vías Urbanas.  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.  
México, 1967.
  
- Curso de Operación, Mantenimiento de Aparatos Contadores y Estudios de Tránsito.  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
  
- Principios para el Proyecto Geométrico de Caminos.  
Secretaría de Obras Públicas.  
México, 1962.
  
- Cuaderno de Información para la Planeación.  
INEGI.  
Chihuahua, 1980.