



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

Facultad de Estudios Superiores Aragón

INGENIERÍA CIVIL

Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero, aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

Que para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

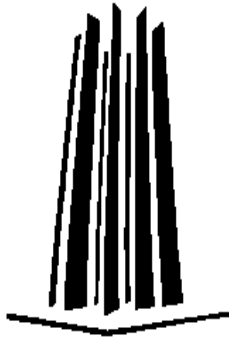
presenta

EDUARDO HERNÁNDEZ SALAS

Asesor:

ING. RICARDO RODRÍGUEZ CORDERO

Bosques de Aragón, Ciudad Netzahualcóyotl, Estado de México, 2010





Universidad Nacional  
Autónoma de México

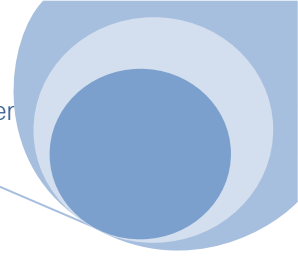


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**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.



## DEDICATORIA.

A Haide Guadalupe por ser una hermana de quien he aprendido tanto, a quien admiro y quiero. Por todos y cada uno de los días que he convivido contigo. Por las experiencias buenas y malas que hemos vivido, por ser tu!!!! Te quiero bastante.

A Marcos que es un pilar en mi vida, un hombre que admiro, respeto y quiero mucho. A ti por ser mi padre, gracias por todas y cada una de las oportunidades que me has brindado para ser feliz, para aprender, para explorar cosas nuevas. Me siento muy orgulloso de ser tu hijo. Te quiero mucho.

A Virginia esa mujer que me dio la vida, a ti que me amas tanto, que me apoyas, me comprendes y me escuchas. A ti por ser mi amiga, por ser fuerte, grande, especial, amorosa, por ser una mujer que admiro demasiado, gracias por ser el ejemplo de un ser humano con tantos dones. Te quiero inmensamente.

A estas tres personas que son las más importantes en mi vida, sin ustedes no pude haber llegado a donde hoy estoy. Los amo profundamente.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de desarrollarme académicamente y por realizar mis estudios de licenciatura, además por abrirme nuevamente las puertas de sus aulas para comenzar con una nueva aventura.

A la Facultad de Estudios Superiores Aragón, por ofrecerme la estancia durante casi 6 años, por brindarme cada uno de sus espacios para mí desarrollo estudiantil.

A la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por la facilidad que me brindó para realizar este proyecto.

A cada uno de mis profesores de licenciatura que aportaron sus conocimientos para convertirme en un Ingeniero Civil.

Al ingeniero Ricardo Rodríguez Cordero por compartir sus conocimientos en la realización de este trabajo.

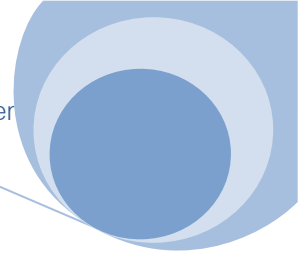
A Victorio<sup>t</sup>, Margarito, Manuela y Sofía, por darme el mejor regalo que habría podido recibir, mis padres.

A María I., Casilda, Carmen, Andrés, Gerardo, Luis, Antonio, René, Gema, Diana, Karla, Mariana, Karina, Paul, Carlos, Carolina, Oscar, Abner, Fredy<sup>t</sup>, Ibris y cada integrante de mi familia. Por todas y cada una de las experiencias que hemos vivido, tanto buenas como malas.

A Ivete, Maribel, Yolanda, Arturo, Carlos, Héctor y Daniel, por darme su amistad, por escucharme, por aconsejarme, por tantas vivencias juntos, por tantos días de presiones, de alegría, por tantos proyectos compartidos, por tantas pláticas, por ser mis amigos, los quiero y los admiro bastante.

Muy especialmente a Edgar y Ricardo, por ayudarme a superarme, por esas palabras de aliento. Dicen que los amigos son hermanos que se escogen, y ustedes son mis hermanos.

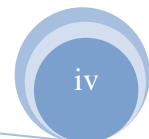
A todos los que de una u otra forma han participado en mi proyecto de vida, a toda la gente que me quiere y me aprecia.



A dos personas que viven en mi corazón.  
A dos hombres que fueron un ejemplo en mi vida.  
A dos tipos que día a día recuerdo.  
A dos grandes que seguiré extraño.

Fredy Salas  
Victorio Hernández

Para ustedes que tanto me quisieron...

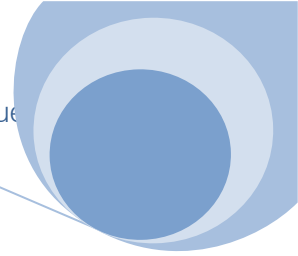


INDICE

I.	Introducción	1
II.	Antecedentes	5
III.	Definiciones y clasificación	7
	Maniobras de la intersección	7
	Maniobras de divergencia	8
	Maniobras de convergencia	9
	Maniobras de cruce	10
	Frecuencia de conflictos	11
IV.	Áreas de maniobra	13
	Áreas de maniobra simples	14
	Entrecruzamientos	16
	Áreas de maniobra compuestas	18
	Separación en las áreas de maniobra	21
	Geometría de los cruces y vueltas	23
	Disposición de las áreas de maniobra	24
V.	Elementos en el proyecto de una intersección	27
	Curvas en intersecciones	27
	Aberturas en la faja central	28
	Diseño mínimo para vueltas en U	30
	Diseños especiales para vueltas en U	31
	Carriles en la faja separadora central	32
	Velocidad	34
	Curvas de transición	35
	Ancho de calzada en enlaces	35
	Carriles de cambio de velocidad	36
	Sobreelevación para las curvas en entronques	40
	Distancia de visibilidad	42
	Isletas	45
	Tamaños y características de las isletas	47
	Diseños de las isletas	48
VI.	Entronques a nivel	51
	Alineamientos de los entronques	51
	Tipos de entronques a nivel	53
	Entronques de ramas múltiples	64
	Efectos de control mediante semáforos	64
	Glorietas	65
	Condiciones de tránsito favorables para glorietas	67
	Elementos de una glorieta	68
	Tipos de glorietas	72

# Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero, aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

VII.	Entronques a desnivel	75
	Factores por considerar en la justificación de entronques	76
	Tránsito y operación	76
	Condiciones del lugar	77
	Tipo de camino	77
	Seguridad	78
	Factores económicos	78
	Tipos de entronque a desnivel	78
	Accesos a un entronque a desnivel	80
	Alineamiento horizontal, vertical y sección transversal	80
	Distancia de visibilidad	81
	Rampas	81
	Tipos de rampas	81
	Velocidad de proyecto	83
	Formas de rampas	84
	Proyecto de alineamiento vertical	84
VIII.	Pasos	87
	Pasos a nivel	87
	Pasos para peatones	87
	Pasos para ganado	87
	Pasos para ferrocarril	88
	Pasos para maquinaria agrícola	90
	Pasos para vehículos	90
	Pasos a desnivel	91
	Pasos inferiores	93
	Pasos superiores	93
	Pasos para peatones y ganado	94
IX.	Entronque Tierras Prietas	97
	Aforos	102
	Estructura principal	109
	Mecánica de suelos	111
	Proyecto de pavimentos	114
	Drenaje	118
	Proyecto geométrico	121
	Reporte fotográfico	152
X.	Análisis de precio unitario	157
XI.	Conclusiones	163



## INTRODUCCIÓN.

El crecimiento y densidad de las poblaciones en las antiguas civilizaciones, así como la necesidad de comunicación con otras regiones, el intercambio de mercancías, de comunicación entre otros, dio origen a las rutas de transporte y por ende, a las intersecciones carreteras. Podemos mencionar que las carreteras junto con las intersecciones son los primeros signos de una civilización avanzada.

Los habitantes de Mesopotamia fueron unos de los primeros constructores de entronques carreteros aproximadamente en el año 3500 a.C. Al unir ciudades del norte de su imperio por ejemplo Assur con Ur que se ubicaba al sur. O para llegar desde el poniente al Golfo Pérsico se trazaron los primeros entronques carreteros.

Posteriormente los chinos los cuales trazaron un amplio sistema carretero aproximadamente 1100 a.C. y construyeron la ruta de la Seda que fue la carretera más larga del mundo durante 2000 años, contaba con un sin número de entronques carreteros, por ejemplo los que se integraban a la ruta que provenían de Arabia Saudita, de Mongolia o de la India, entre otros.

Los incas en Sudamérica construyeron una compleja red de sistemas de caminos a pesar de no conocer la rueda. Esta red recorría todos los Andes.

Herodoto historiador del siglo V a.C. menciona las vías construidas en Egipto para transportar los materiales con los que se construyeron las pirámides y otras estructuras monumentales levantadas por los faraones. En el siglo I un geógrafo llamado Estrabon registró un sistema de carreteras que incluían diversos entronques y que existían en la antigua ciudad de Babilonia.

En el antiguo imperio Romano por ejemplo, se comenzó a construir La Vía Apia alrededor del año 312 a.C. y también la Vía Faminia en el año 220 a.C. cada uno con sus respectivos entronques. En la cumbre del imperio Romano, éste contaba con un sistema de carreteras de unos 80000 kilómetros, con un sin número de entronques que unían a toda la ciudad de Roma y las provincias conquistadas, incluyendo hacia la Gran Bretaña. Los entronques carreteros en Roma tenían un espesor de 90 a 120 centímetros y estaban compuestas por tres capas de piedras fraguadas con arena, cal y lodo, con una capa de bloques de piedras encajadas en la parte superior.

En México el primer automotor llegó en enero de 1895 y para 1900 se pavimentaron 80 calles en la Ciudad de México. Entonces el automovilismo comenzó a ser un deporte de la burguesía mexicana, sin embargo se presentaba un serio problema, la falta de carreteras. Sin embargo para 1907 se tenían registrados 860 automóviles y fue cuando Porfirio Díaz comenzó a trasladarse en un coche automotor.



Sin embargo durante el porfiriato, el predominio del ferrocarril hizo que los recursos asignados para la construcción de caminos y entronques carreteros hayan perdido importancia relativa e incluso en algunos periodos hayan bajado en términos absolutos a favor de la construcción de caminos de hierro. Entonces el transporte se seguía llevando a cabo con mulas, carros y carretas de poco volumen, lo que hacía muy lento y costoso el traslado de mercancías, mientras que la transportación de pasajeros quedaba a cargo de las diligencias, la litera, el guayín y el caballo.

Fue hasta el periodo de el presidente Plutarco Elías Calles cuando se creó la comisión nacional de caminos, que expidió una ley, en la que se estableció un impuesto especial sobre el consumo de la gasolina para dotar de fondos a la comisión que se encargaría de construir, conservar y mejorar las obras viales. Las primeras obras viales construidas fueron los caminos de México a Pachuca y de México a Puebla.

A pesar de que los fondos que se recaudaron, que no eran suficientes, sí se logró un impacto significativo en muy pocos años y en 1930 la extensión de la red ya era de 1500 kilómetros, y la capital del país se comunicaba con las capitales de los estados vecinos: Puebla, Pachuca, Toluca y Cuernavaca. Al mismo tiempo se comenzó a integrar una red que permitía ir de la Ciudad de México a las otras capitales y luego a los puertos marítimos y fronterizos. Y entonces se comunicaron los puertos de Veracruz con Acapulco y luego las ciudades de la frontera como Nuevo Laredo, que al concluirse la carretera de la Ciudad de México-Pachuca-Tamazuchiate-Ciudad Victoria-Monterrey-Nuevo Laredo se estableció la primera e importante ruta carretera con los Estados Unidos.

Debido a este avance significativo de infraestructura en obras viales, México tuvo un avance importante, por ejemplo la creación de un sin número de obras hidráulicas, así como la electrificación de gran parte de la república, el libre comercio de mercancías entre cada uno de los estados que integran la república mexicana, así como otras actividades importantes para el país.

En la década de los cincuenta se construyeron 125326 kilómetros de carreteras y para 1960 se construyeron otros 22437 con lo que la red llegó a tener 44892 kilómetros. Y para 1970 se alcanzaron 71500 kilómetros. Es muy importante señalar que para la década de los noventa se construyen los libramientos en las ciudades más importantes del país, lo que conlleva al principal desarrollo de los entronques carreteros.

Actualmente la red carretera es de más de 349000 kilómetros de los cuales el 33.5% son pavimentadas y el 66.5% no lo son. De la red pavimentada, el 91% comprende carreteras de dos carriles y el resto son de cuatro carriles o más.

En cuanto a la jurisdicción de las obras viales el 13.8% de la red, es federal, el 21.4% es estatal, el 45.7% son caminos rurales y el 15.9% son brechas. En México, el sector transporte es la cuarta actividad generadora de valor agregado bruto, en donde el transporte de carga y pasajeros participa con el 80% en total.

La cobertura actual de la red carretera es de más del 75%, que si bien es importante, para un país de 2 millones de kilómetros cuadrados, representa ciertos rezagos en la región sureste de la nación. Y el porcentaje de red utilizada con más de 1500 vehículos diarios es del 40%.

## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero, aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero.

Ahora que estamos muy cerca del Bicentenario de la Independencia de México y del Centenario de la Revolución Mexicana, las obras viales no solo son una vía para comunicar a México entre la frontera norte y sur, entre el océano Pacífico y el Atlántico; son la vía para comunicar a los mexicanos, entre regiones, terriblemente desiguales, y también son una vía para poder comunicar nuestro presente con nuestro futuro.

Un egresado de Ingeniería Civil, tiene los conceptos fundamentales para desarrollarse en cualquier área dentro de la construcción, por mencionar algunas puede ser Hidráulica, Mecánica de Suelos, Estructuras, Planeación o algunas otras.

Sin embargo, en la materia de Vías Terrestres del plan de estudios se menciona el desarrollo de una Intersección Carretera o un Entronque, pero solamente de una manera muy superficial y es un área bastante interesante, muy compleja y también con muchas áreas de trabajo. Considero realmente importante el hecho de que un Ingeniero Civil aprenda a trabajar con este tipo de obra. Es por eso que destaco la importancia del aprender a diseñar un entronque carretero, ya que como mencioné anteriormente, una red carretera junto con las intersecciones es una de las obras más importantes de una ciudad con tanto tránsito como lo es el Distrito Federal. Si una ciudad cuenta con entronques carreteros eficientes y bien diseñados, logrará contar con un buen funcionamiento de tránsito.

Cuando inicié con el acopio de información para este proyecto, acudí a bibliotecas y también a Internet con el fin de poder contar con la información que me ayudara a fundamentar el presente trabajo. Sin embargo, no pude encontrar alguna bibliografía, tesis o incluso alguna página en Internet que me pudiera ayudar a trabajar.

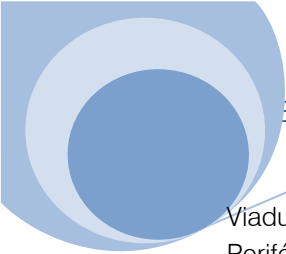
El siguiente trabajo contiene información proporcionada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con el que trabaja la Oficina de Intersecciones y Señalamiento, que es la que se encarga a nivel nacional de aprobar los entronques, y supervisarlos durante su construcción. Es por esto que espero que el presente desarrollo de un caso práctico pueda servirle a compañeros para obtener información que en algún momento llegaran a requerir.

Así mismo presento la forma en la que un proyecto de Intersección carretera se presenta ante la oficina antes señalada. Incluyendo los planos necesarios y la descripción de cada uno de estos.

He seleccionado este tema debido a que ha sido en mi experiencia laboral un trabajo que me ha agradado bastante y del que he aprendido mucho, además que me resulta innovador el hecho de presentar una investigación del tema anteriormente expuesto para la titulación, ya que no existe información previa.

### ANTECEDENTES.

El distribuidor vial La Concordia, el distribuidor vial Ingeniero Everardo Castillo, Eje 3 Oriente y Viaducto, La glorieta de Avenida Congreso de la Unión y Viaducto, el Trébol de Avenida Tlalpan y



## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero, aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero.

Viaducto, Intersección de Avenida de los Insurgentes - Viaducto y Avenida Nuevo León, así como Periférico Adolfo López Mateos y Viaducto.

Eje 1 Norte y Circuito Interior, Avenida Oceanía y Circuito Interior, La Glorieta del Monumento a la Raza, Marina Nacional y Melchor Ocampo, Paseo de la Reforma y Circuito Interior.

Así como Boulevard Manuel Ávila Camacho y puente Santa Mónica, Interior Río San Joaquín y Boulevard Manuel Ávila Camacho, Paseo de las Palmas y Boulevard Manuel Ávila Camacho, Glorieta Paseo de la Reforma y Boulevard Manuel Ávila Camacho, el trébol Molino del Rey y Manuel Ávila Camacho, el trébol de Avenida San Antonio y Anillo Periférico, Boulevard Adolfo Ruiz Cortines y Eje 10 Sur, Insurgentes Sur y Boulevard Adolfo López Mateos, Viaducto Tlalpan y Periférico Sur, Glorieta de Vaqueritos, Calzada Ermita Iztapalapa y Canal de Garay, Peñón Texcoco y Periférico, Río de Los Remedios y Avenida Central, Autopista México-Querétaro y Mario Colín.

Son solo algunos de los entronques carreteros más importantes en el Distrito Federal y área conurbada en cuanto al diseño y el tránsito de las intersecciones, es bastante importante una intersección ya que en el momento en que cualquier persona utiliza un vehículo, utiliza también una intersección. Esto es tan común y lo hacemos tantas veces al día que en la mayoría de las ocasiones ni siquiera nos damos cuenta de que hacemos uso de estos.

Es muy importante que un entronque carretero cuente con varios aspectos que durante el desarrollo de este trabajo iremos detallando, sin embargo esta por demás mencionar que un entronque debe ser eficiente, seguro y que no cause un gran impacto ambiental.

Cada persona tiene un concepto diferente de lo que es un entronque carretero, sin embargo bastantes de ellos son muy similares, y para observar el concepto que las personas tienen de un entronque carretero, cito a algunas:

Mejía Loera Daniel  
Ingeniero Civil  
Conductor

Se conoce como entronque a todo cruce de obras viales con el propósito de proporcionar un servicio de seguridad, rapidez y comodidad a los usuarios de vehículos al interceptar un camino con otro, el entronque puede ser mediante la construcción de puentes o pasos a desnivel dependiendo del tipo y necesidad de la obra vial para así lograr un servicio adecuado a los usuarios.

Leyte Anzaldo Iván Alejandro  
Estudiante  
Conductor

## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero, aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero.

Entiendo por entronque o cruce carretero cuando en una carretera se unen o se intersectan varias ramas del camino y estas nos pueden llevar a diferentes partes dependiendo a donde queramos llegar, aparte estos nos son muy importantes porque gracias a ellos podemos estar en comunicación y tener acceso a otros lugares.

Sánchez Trujillo Edgar Enrique

Psicólogo

Conductor

Un entronque carretero es importante por que nos sirven para unir las carreteras, comunicar lugares, pero pueden poner en peligro vidas ya que estas se cruzan y por falta de atención o irresponsabilidad al manejar pueden provocar un accidente.

Pineda Baltazar Ricardo

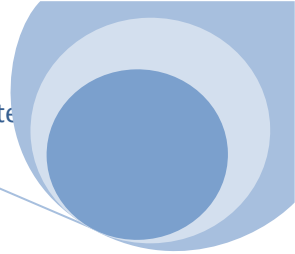
Estudiante de Medicina

Conductor.

Un entronque es un sitio de la carretera que comunica varias de las mismas. Considero que son importantes pues cumplen una función prescindible al unir diferentes carreteras que finalmente comunicarán más poblaciones. De la misma manera considero que son un poco peligrosas pues por la poca educación vial que tenemos y por la falta de señalamiento en los mismos frecuentemente provocan accidentes. Pero en general qué bueno que existen.

¿Que tienen en común estas personas? Son conductoras de automóviles y día a día utilizan entronques carreteros, sin embargo en el momento en que les pedí que me dieran su concepto del entronque carretero les fue muy difícil, debido a que es algo muy común.

Sin los entronques carreteros, no existirán las redes carreteras.



### DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN.

Una intersección, es el área donde dos o más vías terrestres se unen o se cruzan.

Según la Secretaria de Comunicaciones y Transportes se pueden considerar de dos tipos las intersecciones: los entronques y los pasos.

La zona de entronque, es donde dos o más caminos se cruzan o unen, permitiendo la mezcla de las corrientes de tránsito.

A un paso le llamamos, a la zona donde dos vías terrestres se cruzan sin que puedan unirse las corrientes de tránsito.

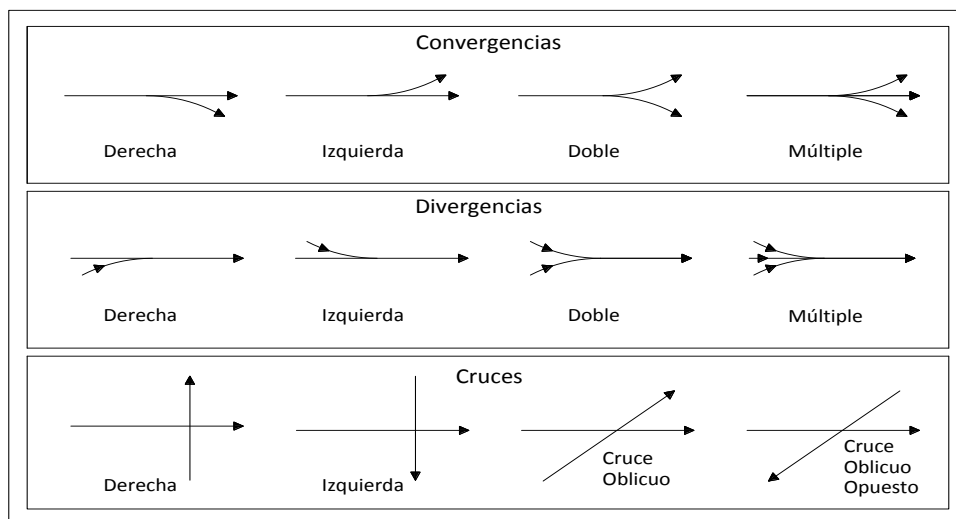
Los entronques y los pasos pueden contar con estructuras a distintos niveles.

A cada vía que sale o llega a una intersección y que por lo tanto forma parte ella, se le conoce como rama de intersección. Y a las vías que unen las distintas ramas de una intersección, se les llama enlaces; pudiéndose llamar rampas, a los enlaces que unen dos vías a diferente nivel.

### MANIOBRAS DE LOS VEHÍCULOS EN LAS INTERSECCIONES

Cuando un usuario maniobra en el área de la intersección, puede cambiar la ruta sobre la cual ha venido manejando, a otra diferente trayectoria o cruzar la corriente de tránsito que se interpone entre él y su destino.

Si el conductor cambia la ruta sobre la que ha venido manejando, encontrará necesario de la corriente de tránsito para entrar en una diferente trayectoria, o, tendrá que cruzar otras trayectorias como se ilustra en la Figura 1. La siguiente figura es la número 1.



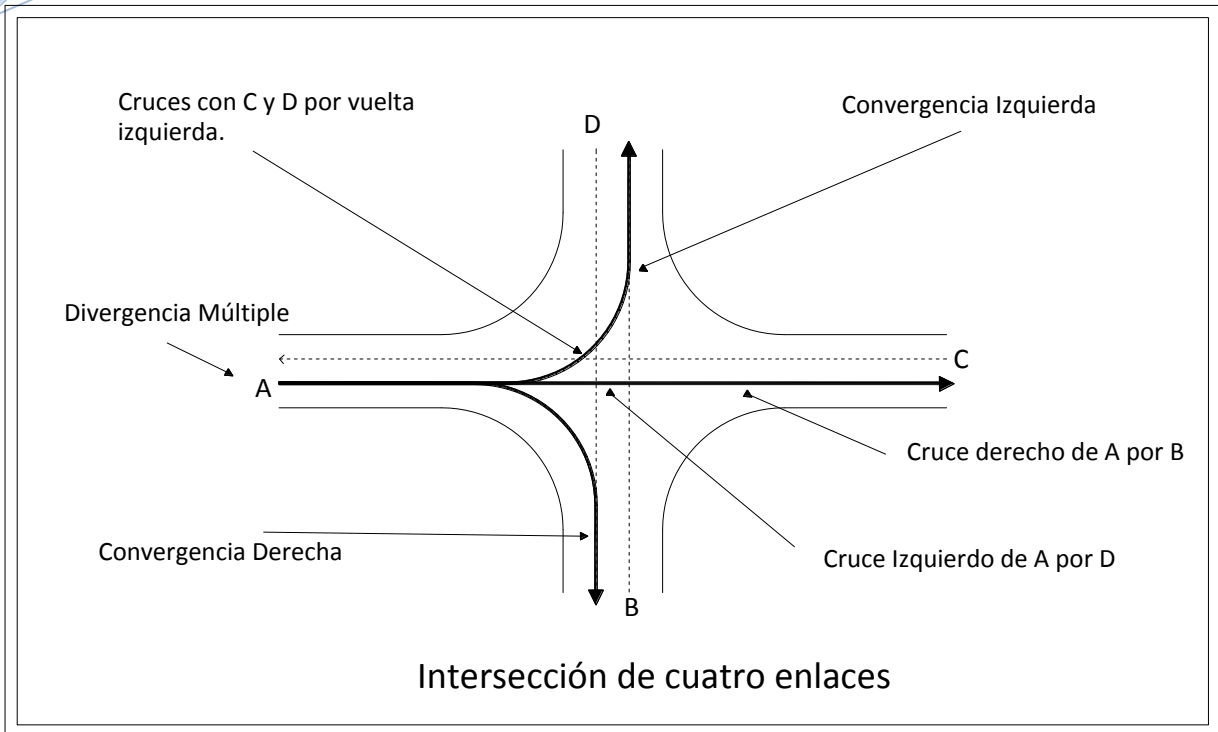


Figura 1. Maniobras.

De cualquier forma si existiera divergencia, convergencia o cruce, existe un conflicto entre usuarios que intervienen en las maniobras. En algunas ocasiones esto incluye a los usuarios cuyas trayectorias se unen, cruzan o separan, o puede abarcar a los vehículos que se aproximan al área de conflicto.

El área de conflicto abarca de la zona de influencia en la cual los usuarios que se aproximan pueden causar trastornos a los demás conductores debido a las maniobras realizadas en la intersección.

#### MANIOBRA DE DIVERGENCIA.

La maniobra de divergencia es, la más simple y fácil de las maniobras que ocurren en una intersección. En la figura 2 podemos observar una gráfica que representa esta maniobra. En ella podemos apreciar que el área de conflicto comienza en el punto donde la velocidad del vehículo 2 que diverge, se reduce, que a su vez influye en el vehículo 3, hasta que el vehículo 2 sale de su trayectoria original. Simultáneamente, con la divergencia, pueden ocurrir conflictos adicionales que no conlleva a esta maniobra.

El diagrama de la relación tiempo distancia muestra que el vehículo 1 ha pasado a través de la intersección sin conflicto o retraso. El vehículo 2, que efectúa la maniobra de divergencia, reduce su

velocidad en un punto alejado a cierta distancia de la intersección para poder efectuar una vuelta cómoda, marcando con ella el inicio del área de conflicto. Esta área de conflicto continúa hasta el punto donde el vehículo 2 abandona el carril original de su viaje. El vehículo 3, mostrado va entrando en esta área de conflicto sufre una demora debido a la existencia de un conflicto entre él y el vehículo 2. El vehículo 4, de la misma manera que el vehículo 1, pasa a través de la intersección sin ningún conflicto, pero sufre la reducción de intervalo entre él y el vehículo 3 y continúa con un intervalo que se puede considerar como mínimo para la corriente de tránsito en su viaje a través del área de conflicto. El vehículo 3, por el contrario, ve aumentado el intervalo que lo separa del vehículo 1, después de que la divergencia se ha efectuado.

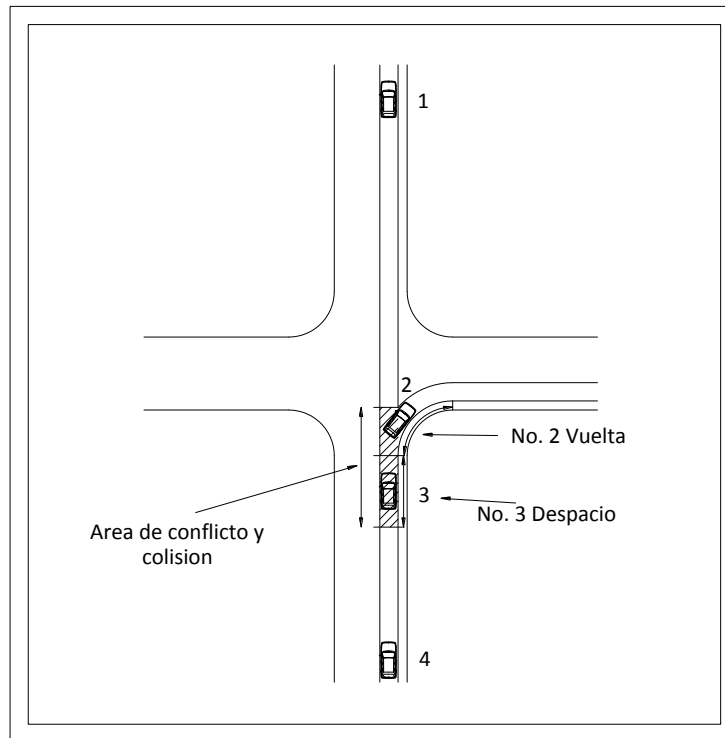


Figura 2. Maniobra de divergencia.

#### MANIOBRA DE CONVERGENCIA

A diferencia de la maniobra de divergencia, la de convergencia no puede realizarse a voluntad, sino que debe ser diferida hasta que exista un espacio adecuado entre dos vehículos que circulen por el carril el cual se va a incorporar. En la figura 3 se muestran la influencia de esta maniobra sobre los demás vehículos. En este caso, el área de conflicto se inicia antes que el área potencial de colisión se extienda a un punto donde el vehículo que converge ha alcanzado, aproximadamente, la velocidad del vehículo 3. El área de colisión se extiende desde el punto de entrada del vehículo convergente, hasta alcanzar el límite del área de conflicto.

La posición relativa de los vehículos involucrados se muestra en el instante considerado. El vehículo 1 ha pasado a través de la intersección y salido del área de conflicto, sin alterar el curso del viaje. El vehículo 2, el cual realiza una maniobra de convergencia ha invadido parcialmente el área de colisión, sufriendo un retraso debido a la proximidad del vehículo 3. El vehículo 3 reduce su velocidad mientras está dentro del área de conflicto, hasta que su conductor decide que debe pasar la intersección antes que el vehículo 2. El conductor del vehículo 2, después de permitir el paso del vehículo, se adapta a la distancia que existe entre el vehículo 3 y el 4, para realizar su maniobra. Al hacer esto, sin embargo, el vehículo 2 produjo una demora al vehículo 4, como se muestra en el diagrama. El vehículo 5, de la misma manera que el vehículo 1, pasó a través de la intersección sin ninguna demora.

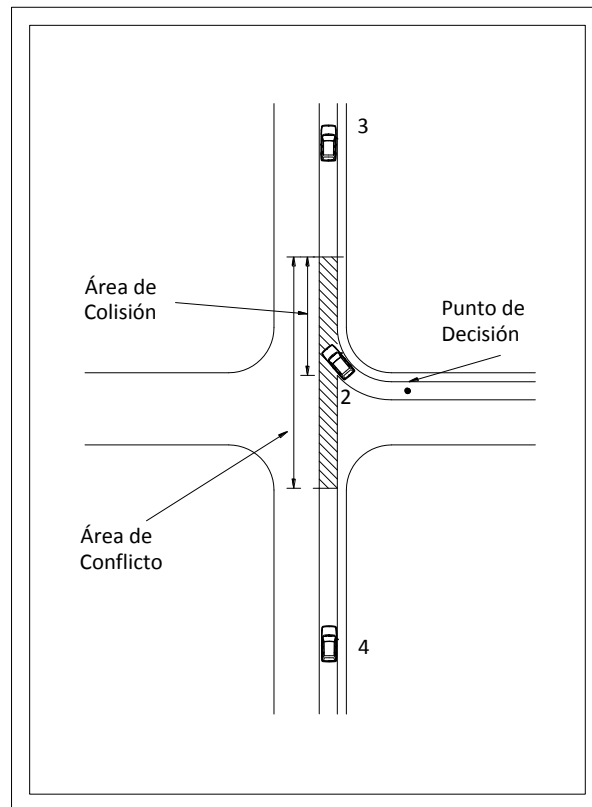


Figura 3. Maniobra de convergencia.

#### MANIOBRA DE CRUCE

En la figura 4 se muestra gráficamente la relación tiempo distancia en una maniobra de cruce. En este caso, el área de conflicto comienza en un punto colocado a una distancia de área intersección y se extiende a través del área de colisión.

La posición relativa de los vehículos involucrados, se muestra para el instante considerado. El vehículo 1 ha pasado a través de la de la intersección sin ningún problema. El vehículo 2 que realiza



el cruce en la dirección este-oeste ha entrado en el área de conflicto. El vehículo 3 sigue al vehículo 1 con una separación cercana entre ellos a la mínima aceptable, demasiada corta para ser utilizada por el vehículo 2 que realiza la maniobra de cruce. Sin embargo el conductor del vehículo 3 reduce un poco su velocidad al entrar en el área de conflicto. Esta desaceleración continúa hasta el punto de decisión en donde el conductor del vehículo 3 decide que el vehículo 2 le cederá el derecho de paso y por lo tanto, vuelve a tomar su velocidad normal. Debido a las circunstancias, el conductor del vehículo 2 tuvo necesidad de detenerse. Cuando el vehículo 3 sale del área de colisión, el vehículo 2 acepta el siguiente espacio libre y se adelanta al paso del vehículo 4, alcanzando nuevamente una velocidad normal en la dirección este-oeste. El conductor del vehículo 4 reduce un poco la velocidad en el área de conflicto hasta el punto de decisión en el cual cedió el derecho de paso. El vehículo 5 pasó a través de la intersección sin ningún retraso.

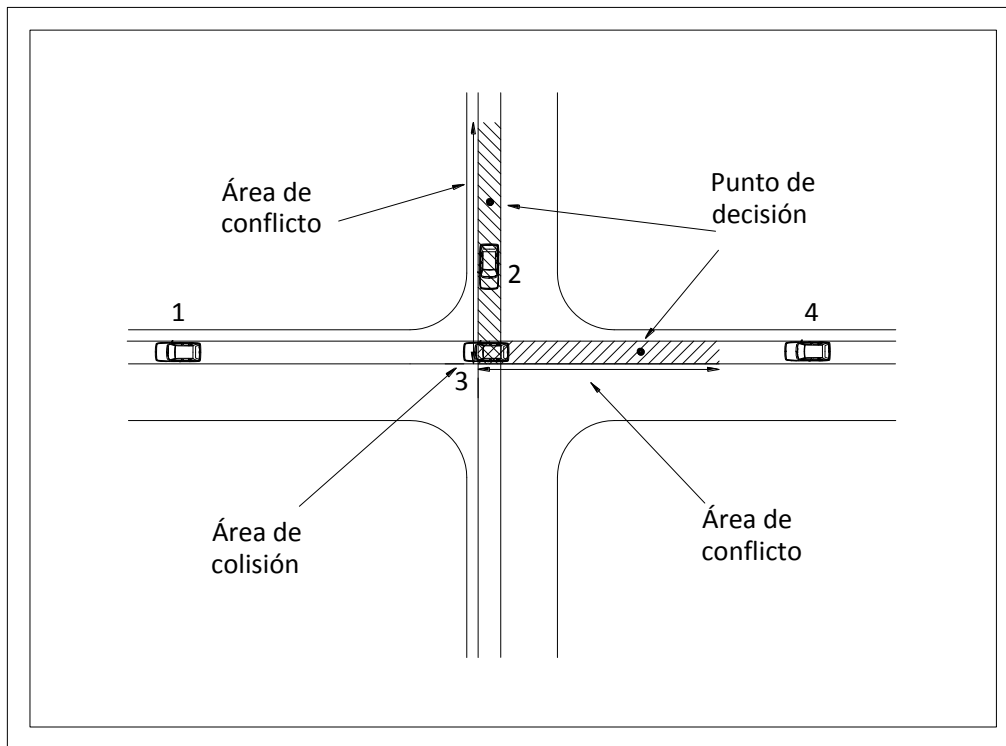


Figura 4. Maniobras de cruce

#### FRECUENCIA DE CONFLICTOS

La frecuencia de los puntos de conflicto depende del volumen de tránsito que se encuentra en cada trayectoria de flujo, así por ejemplo, en la intersección de cuatro ramas que se muestra en la figura 5, se supone que por cada acceso a la intersección entran 200 vph, de los cuales el 10% voltea a la derecha y el 10% voltea a la izquierda y se desea saber cuántos puntos de conflicto tendrán al cabo de una hora. Los cálculos que conducen a obtener el resultado son los siguientes:

$$\text{Volumen que voltea a la derecha} \quad 10\% \quad \times \quad 200 \text{ vph} \quad \times \quad 4 \text{ accesos} \quad = 80 \text{ vph}$$

mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

Volumen que voltea a la izquierda	10%	x	200 vph x	4 accesos	=80 vph
Tránsito de frente	80%	x	200 vph x	4 accesos	=640 vph
				Total:	800 vph

La cifra anterior da el número de motivos de accidentes que existen en una intersección para el volumen supuesto y revela la necesidad de estudiar su funcionamiento a fin de reducir el número de conflictos posibles. Un alto porcentaje de los accidentes de tránsito ocurre en las intersecciones. En orden decreciente de peligrosidad se tienen los siguientes tipos de intersecciones.

- Intersecciones a nivel simple
- Intersecciones a nivel con carriles adicionales para cambios de velocidad
- Intersecciones canalizadas
- Glorietas
- Intersecciones a desnivel

Aunque no existen límites numéricos para distinguir un tipo de otro, el orden presentado supone que cada una de las intersecciones está trabajando con los volúmenes de tránsito considerados en su proyecto.

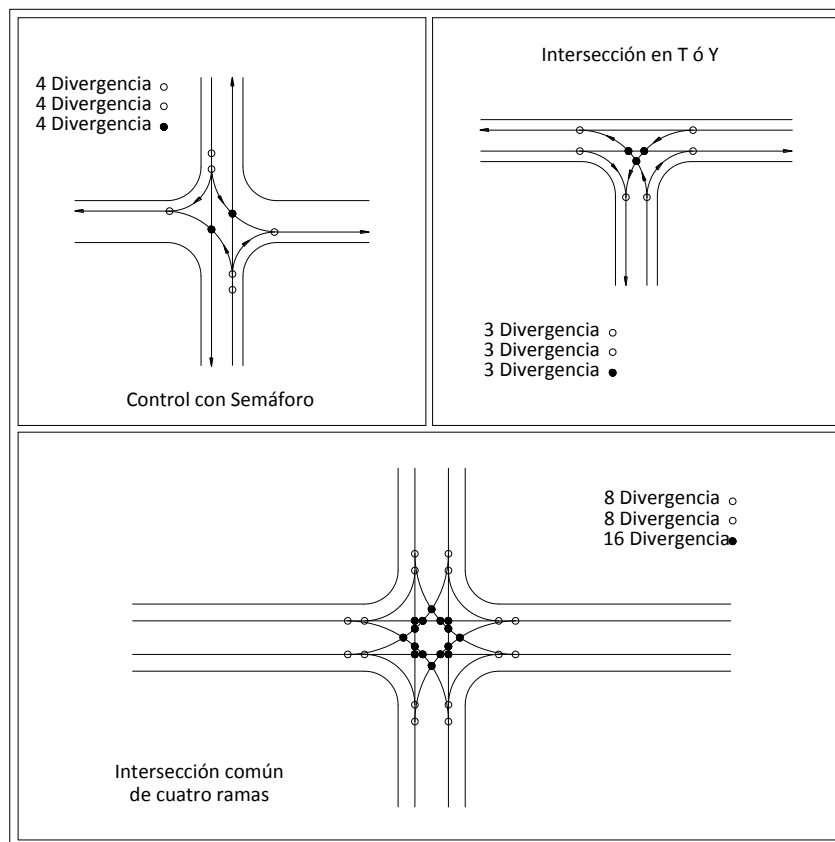
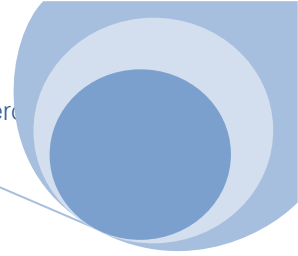


Figura 5. Frecuencia de conflictos.



## ÁREAS DE MANIOBRA

Podemos definirla como la zona de una intersección en la que el conductor de un vehículo realiza las operaciones necesarias para ejecutar las maniobras requeridas. Incluye el área potencial de colisión y la parte de los accesos a la intersección desde el cual se ve afectada la operación de los vehículos.

El proyecto de una intersección se inicia desde el estudio de las áreas de maniobra. Estas se dividen en simples, múltiples y compuestas. Las simples se presentan cuando dos vías de un solo carril y un solo sentido de circulación cruzan, convergen o divergen. Los múltiples cuando más de dos vías de un solo carril y un solo sentido de circulación cruzan, convergen o divergen y compuestas, cuando las maniobras se efectúan en más de un solo carril de circulación. La figura 6 muestra ejemplos de áreas de maniobra, simples y múltiples.

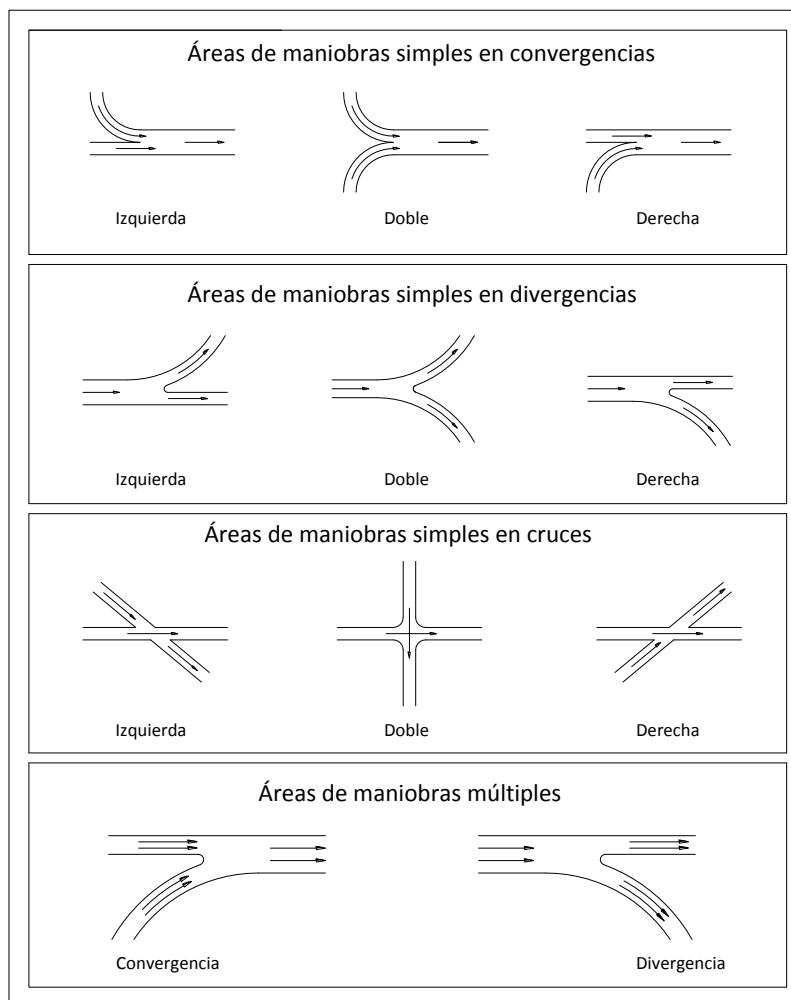


Figura 6. Áreas de maniobra.

Las áreas de maniobra múltiples deben evitarse hasta donde sea posible pues los conductores que circulan por las diferentes vías se confunden al llegar al área potencial de colisión común y ocasionan problemas de capacidad y seguridad. La excepción a esta regla puede ocurrir cuando se tienen divergencias múltiples debido a la relativa sencillez de este tipo de maniobra.

La misma función de un área de maniobra múltiple puede obtenerse a través de dos o más áreas simples separadas, de tal manera que no influya la operación de una en la de la otra, lográndose así una operación más segura y con menos demoras cuando se tienen velocidades relativas bajas.

Dentro de las áreas de maniobra, la velocidad relativa es función inversa de la calidad de operación, razón por la cual, cuando se logra una velocidad relativa baja, se tienen una circulación continua, en cambio para la velocidad relativa alta, la circulación es discontinua.

### ÁREAS DE MANIOBRAS SIMPLES

De las maniobras simples, la más segura y sencilla de realizar es la de divergencia, la cual se inicia desde un punto común dentro de la corriente de tránsito. El área de maniobra correspondiente deberá proyectarse para una velocidad relativa baja a fin de evitar una reducción en la velocidad, cuyo efecto se refleje hacia atrás hasta alcanzar el área de colisión.

Cuando no puede darse el alineamiento requerido sobre alguno de los caminos que divergen, se usan carriles de desaceleración para obtener los elementos de proyecto necesarios. En la figura 7 se muestran algunos ejemplos de este tipo de maniobras, considerando una velocidad baja.

Las maniobras de convergencia a velocidades relativamente bajas, se tendrá cuando la selección transversal y el alineamiento de los enlaces de acceso, no aumenten la diferencia de velocidad entre los flujos convergentes. Esta maniobra es un poco más complicada que la anterior, ya que influye un nuevo factor que efectúa la velocidad, llamado tiempo de maniobra, dentro del cual se considera el tiempo necesario para que los conductores de un flujo seleccionen una separación entre los vehículos del flujo en que va a converger y disponer de este espacio para incorporarse, sin que exista interferencia en la velocidad.

A medida que el volumen de tránsito aumenta, disminuye la oportunidad de encontrar separaciones aceptables entre los vehículos del flujo al cual se va a converger, por lo que el tiempo de maniobra va aumentando hasta hacerse insuficiente. Como consecuencia se produce el congestionamiento causando retrasos en los vehículos.

Una maniobra más oportuna puede lograrse dando suficiente distancia de visibilidad en la intersección, o por medio de carriles de aceleración en donde se proporcione flexibilidad en el lugar de la maniobra. En la figura 8 podemos observarlo.

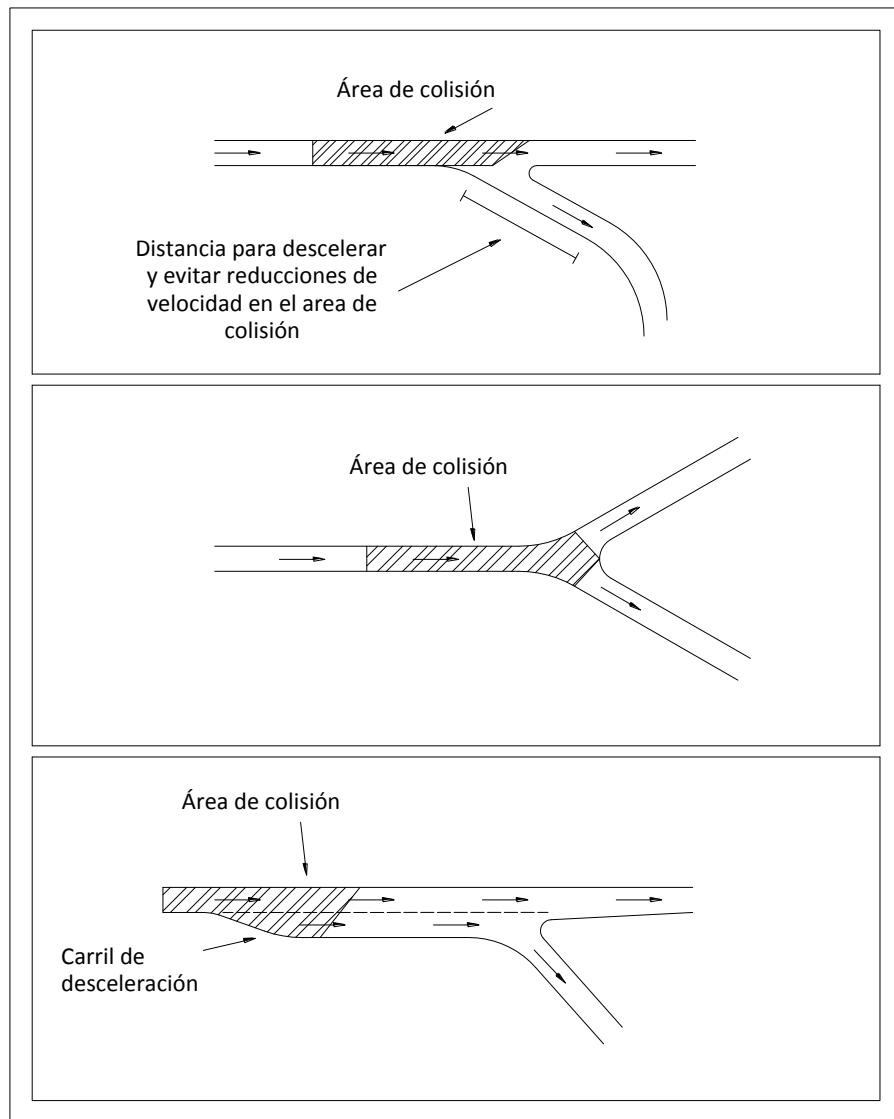
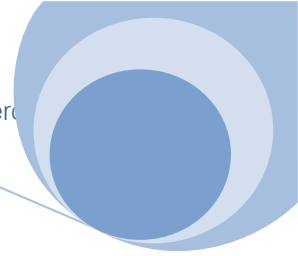


Figura 7. Áreas de maniobra simples de divergencia.

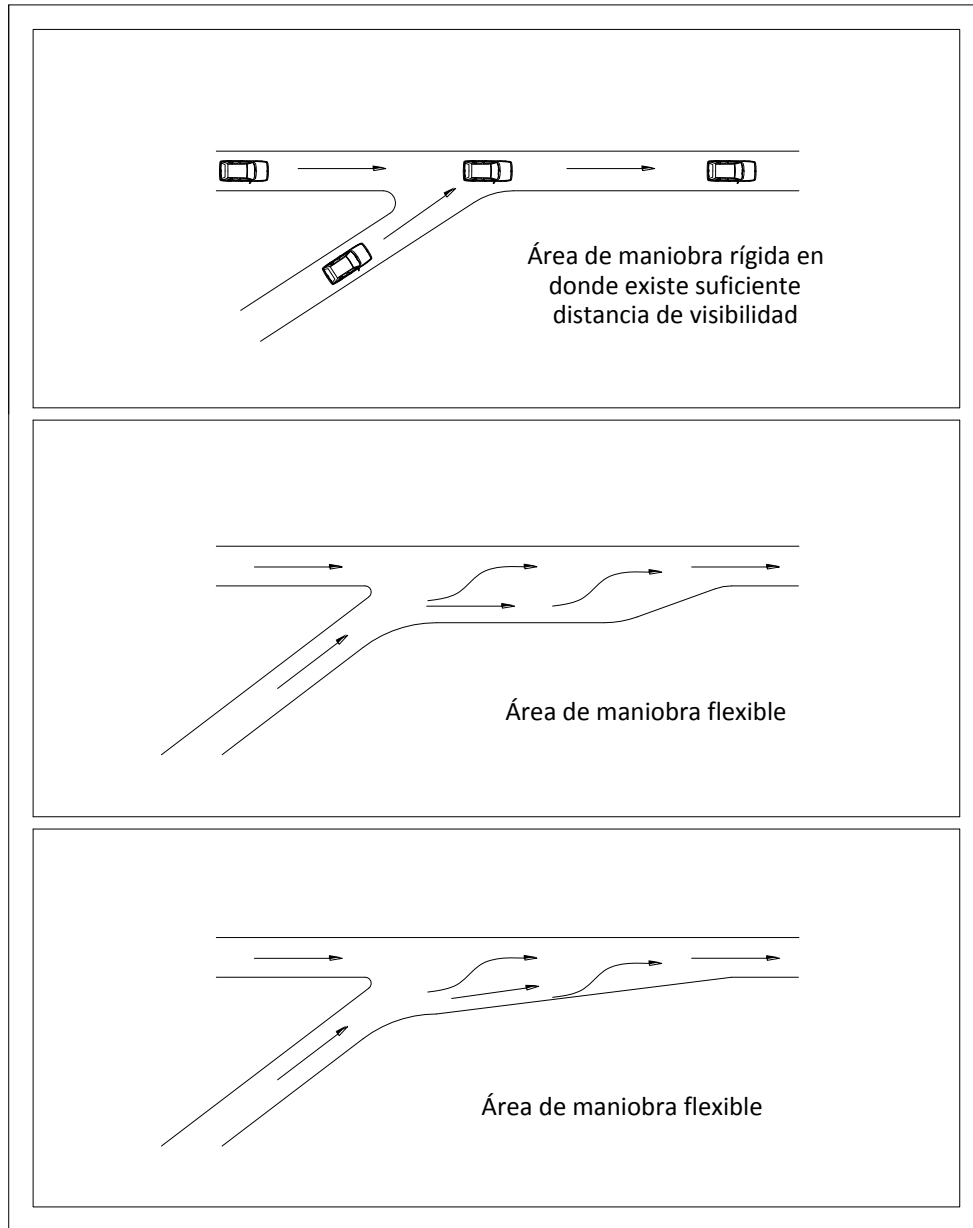


Figura 8. Procedimientos para proporcionar el tiempo de maniobra.

## ENTRECRUZAMIENTOS

Se llama entrecruzamiento, al cruce de dos corrientes de tránsito que circulan en un mismo sentido y se efectúa a través de convergencia y divergencia. Una zona de entrecruzamiento está definida por la longitud y el ancho del camino de un sentido de circulación, en un extremo del cual dos caminos del mismo sentido convergen y en el otro divergen. La figura 9 nos muestra un entrecruzamiento.

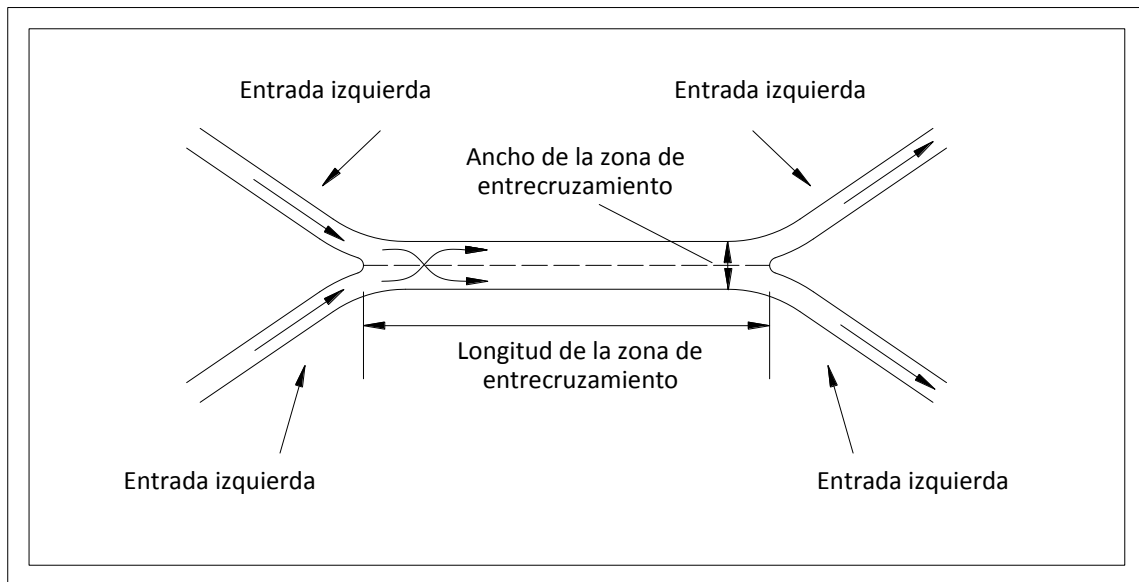


Figura 9. Zona de entrecruzamiento.

La calidad de operación de una zona de entrecruzamiento quedará calificada en buena parte por la velocidad relativa. En zonas de entrecruzamientos la operación debe hacerse a una velocidad baja para obtener una demora mínima con bastante seguridad. La longitud de la zona de entrecruzamiento determina el tiempo de maniobra disponible para los conductores que se entrecruzan.

Los factores a considerar en el proyecto de una zona de entrecruzamiento, son la velocidad de proyecto, el volumen de servicio, los volúmenes de los pavimentos de entrecruzamiento y los de los movimientos que no producen entrecruzamientos, como son las corrientes de tránsito exteriores. La figura 10 nos muestra algunos tipos de zonas de entrecruzamientos que se presentan comúnmente.

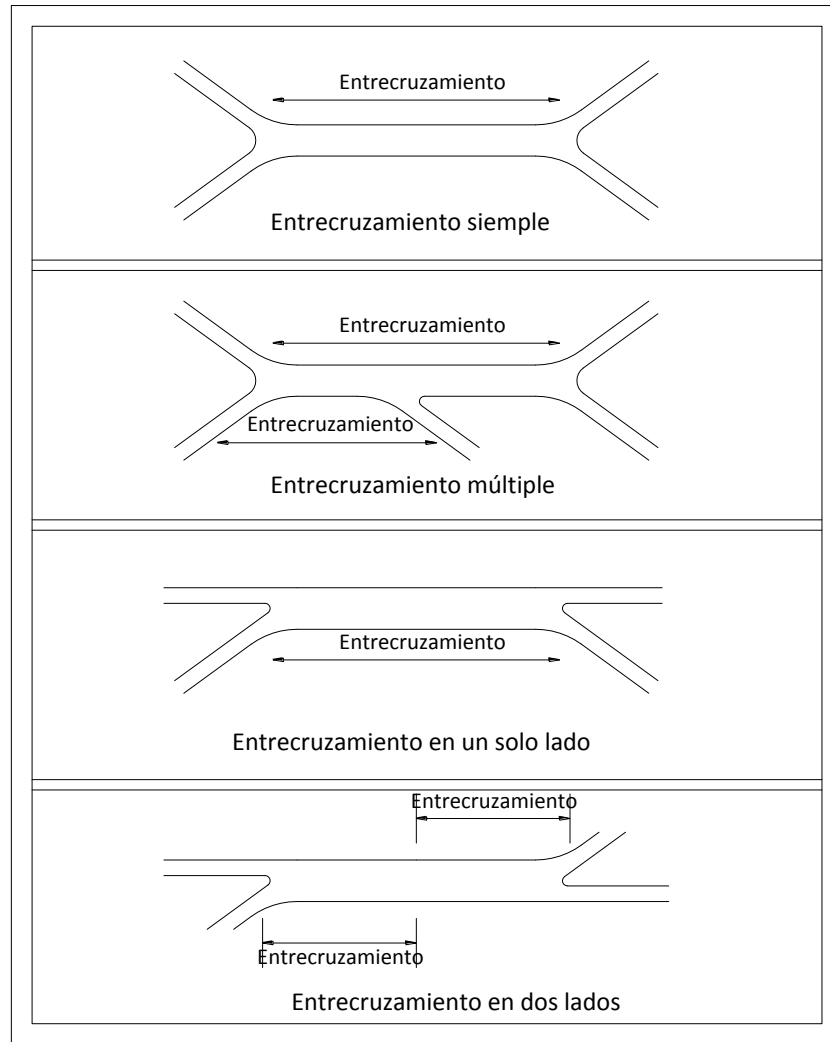


Figura 10. Tipos de entrecruzamientos.

#### AREAS DE MANIOBRA COMPUESTAS

Un área de maniobra es compuesta, cuando funciona de tal manera que acomoda corrientes paralelas de tránsito en varios carriles de circulación. En la figura 11 se muestran algunas áreas de maniobra de convergencia y divergencia simples y compuestas. Las áreas de maniobras compuestas ya sean de convergencia o de divergencia originan conflictos adicionales de cruce que, a su vez, causan confusión en los conductores. Los volúmenes de tránsito que pueden acomodarse en áreas de maniobra compuestas de convergencia y divergencia, son un poco mayores que aquellos correspondientes a las áreas de maniobra simples, pero ofrecen un mayor peligro y retrasos.



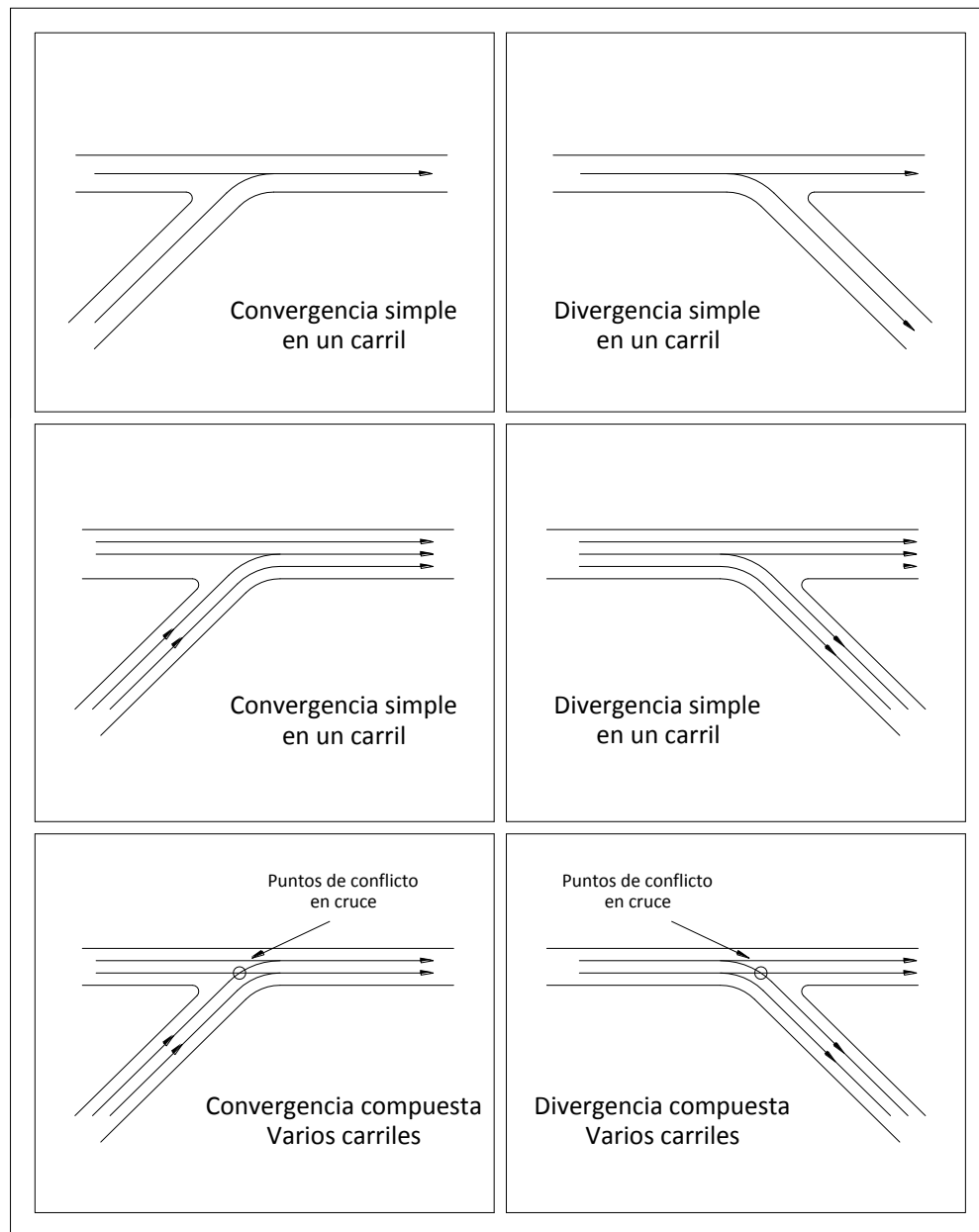


Figura 11. Áreas de maniobras simples y compuestas de convergencias y divergencias.

En la figura 12 se muestra una zona de entrecruzamiento compuesto; puede verse que se producen los mismos conflictos que en el caso de áreas compuestas de divergencia y convergencia. Es evidente que las áreas de maniobra de convergencia, divergencia y entrecruzamiento, son simples en su carácter y en el proyecto deberán evitarse las compuestas, cuando se supone que este tipo de maniobras debe desarrollarse bajo condiciones de velocidad baja. La operación a velocidades altas

es insegura y siempre requiere algún control de tránsito adecuado, que disminuya los conflictos al alternar entre los flujos el uso del área de colisión.

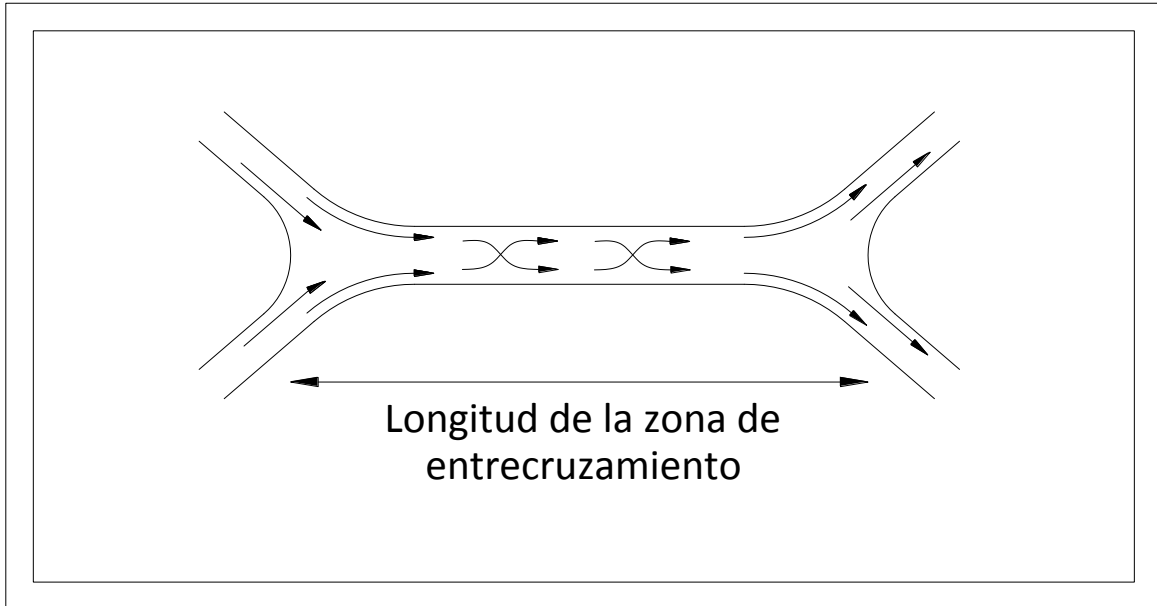


Figura 12. Zonas de entrecruzamiento compuesto.

En la figura 13 se muestran áreas de maniobra de cruces simples y compuestas a nivel; un control de tiempo adecuado en el semáforo ofrece la misma eficacia por carril de circulación para ambos tipos de intersecciones.

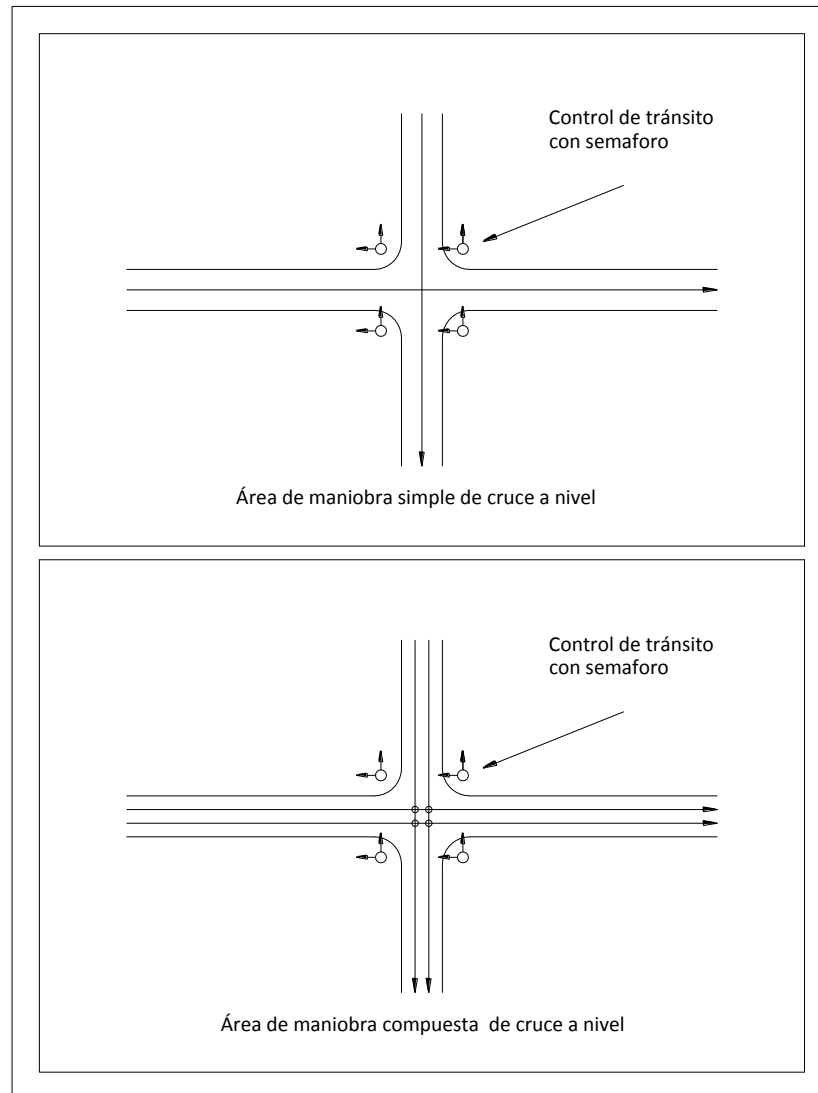


Figura 13. Áreas de maniobra de cruces simples y compuestos.

#### SEPARACIÓN DE LAS ÁREAS DE MANIOBRA

Los retrasos y peligros en una intersección se ven incrementados cuando las áreas de maniobra están muy próximas una de otra. Debe haber suficiente separación entre dos áreas de maniobra sucesivas, para que los conductores puedan ajustar su velocidad y trayectoria a las condiciones de cada conflicto. Las áreas de maniobra están separadas en espacio y en tiempo, como se menciona:

- Separación en el espacio. Las áreas de maniobra pueden distribuirse en cuanto al espacio, separando los movimientos en la intersección. En la figura 14 se muestran ejemplos de separación para cruces, vueltas derechas y vueltas izquierdas. La separación de los

movimientos se logran mediante el uso de isletas, fajas separadoras, carriles auxiliares y similares. Generalmente, con la distribución de las áreas de maniobra en cuanto a espacio, se logra una reducción en los tiempos de recorrido y en los accidentes.

- b) Separación en tiempo. La separación de áreas de maniobra de una intersección en cuanto a tiempo en términos de proyecto, se logra al esperar entre maniobras sucesivas. En la figura 15 se muestran ejemplos. La separación en tiempo o distancia entre áreas de maniobra sucesivas varía ampliamente de acuerdo con las condiciones de cada lugar. El tiempo de reacción del conductor varía según la complejidad de la situación y naturaleza de la respuesta necesaria. El tiempo requerido para cambiar de velocidad depende de requisitos y valores establecidos.

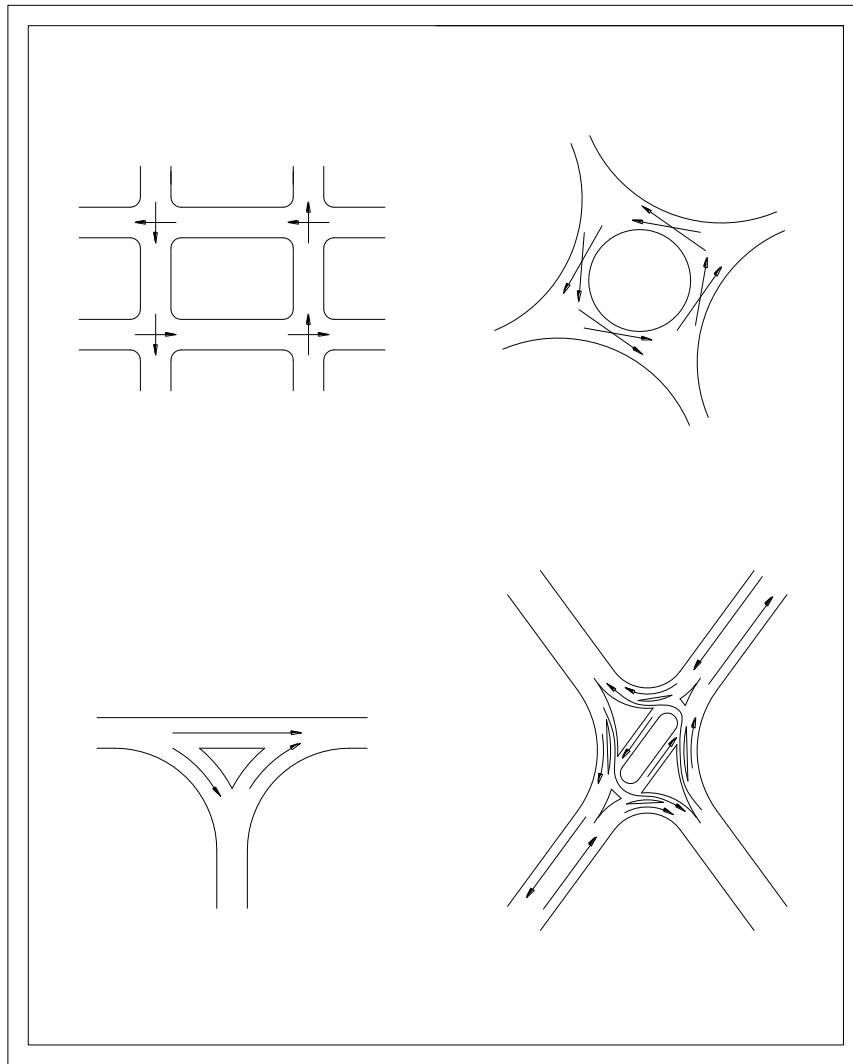


Figura 14. Ejemplos de una separación de áreas de maniobra.

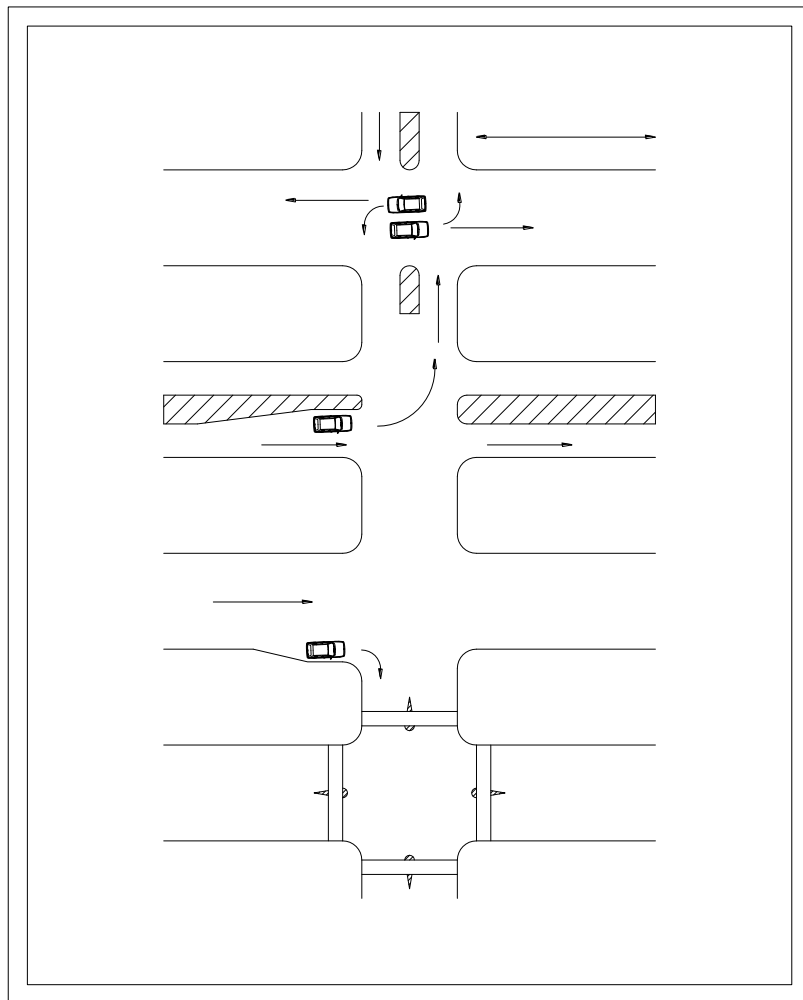


Figura 15. Ejemplos de zonas de protección.

#### GEOMETRÍA DE LOS CRUCES Y VUELTAS.

Los cruces de las corrientes de vehículos, puede obtenerse a través de:

- Un cruce directo a nivel
- Un entrecruzamiento
- Una separación de niveles.

Las alternativas en el proyecto de intersección se presentan cuando uno de estos tipos de maniobra de cruce puede ser substituido por otro. Una alternativa más en el proyecto de

intersecciones se tiene por las diversas formas en las que los movimientos de vuelta pueden realizarse. En la figura 16 se muestra la geometría de movimientos de vueltas, izquierdas y derechas; estos tipos de movimientos se clasifican como directos, semidirectos e indirectos, en términos de las trayectorias seguidas por los conductores.

La vuelta directa a la derecha o a la izquierda, consiste de una maniobra simple de divergencia y de convergencia sin conflicto de cruce, lo que proporciona la distancia de recorrido más corta y más fácil para los conductores, debido a que se sigue la trayectoria de viaje deseada. Las vueltas semidirectas e indirectas, requieren de distancias de recorrido mayores, pueden emplearse bien cuando las condiciones propias del lugar no permiten el uso de vueltas directas, o bien cuando se desee disponer de los conflictos de cruce de tal manera que puedan controlarse de una manera más económica.

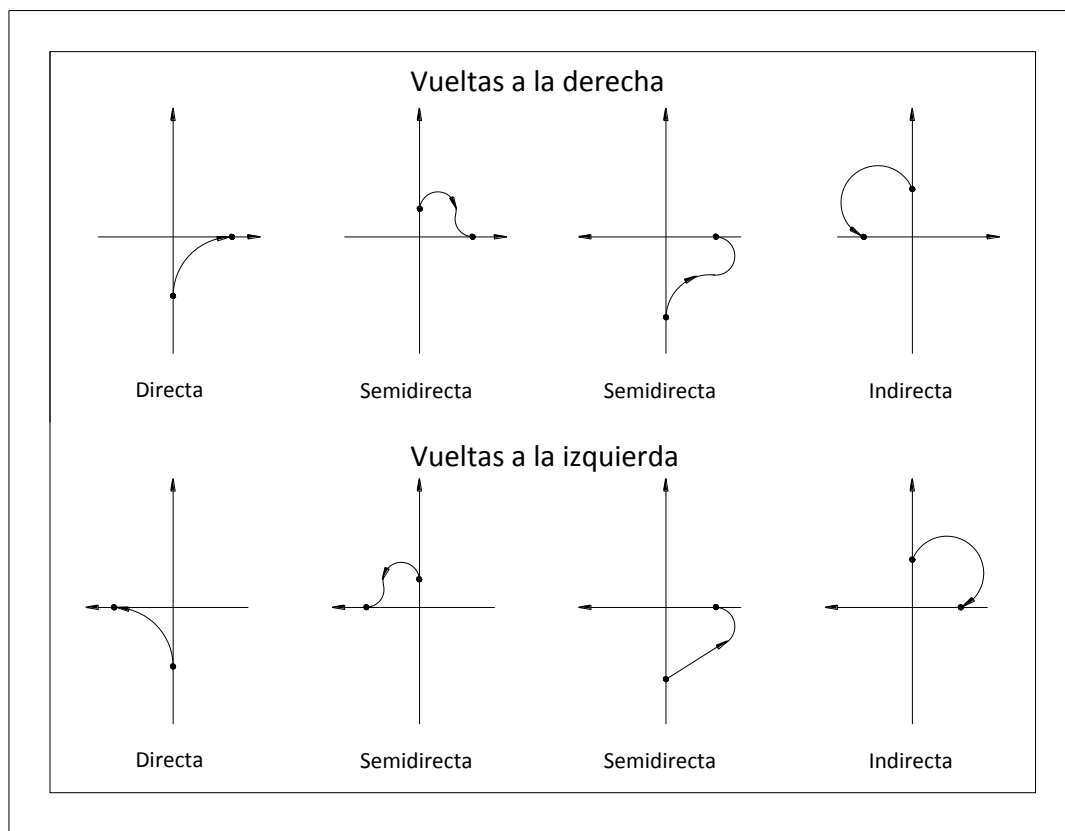


Figura 16. Geometría de movimientos de vueltas a la derecha y a la izquierda.

#### DISPOSICIÓN DE LAS ÁREAS DE MANIOBRA.

Los conflictos de cruce ocasionados por los movimientos directos o de vuelta, son los aspectos críticos en el proyecto de intersecciones, la selección y disposición de las áreas de maniobra de cruce para acomodar las corrientes más fuertes, determinan la geometría de una

intersección en particular y la disposición de las áreas de maniobra para los otros movimientos, se adaptan al proyecto.

Los movimientos de vuelta derecha, presentan el menor problema en la integración de los movimientos en una intersección, ya que no se cruza ninguna otra corriente, se utilizan en todas las intersecciones en que no lo impiden las limitaciones del lugar. En cambio los movimientos directos de vuelta izquierda, pueden causar una alta incidencia de accidentes y congestionamientos, su influencia en la operación de una intersección, puede disminuirse empleando vueltas izquierdas semidirectas o indirectas.

La figura 17 muestra la disposición de las áreas de maniobra más comunes en el proyecto de intersecciones, clasificadas de acuerdo con los movimientos de cruce y de vuelta. Las áreas de maniobra de cruce mostradas pueden ser con separación de niveles.

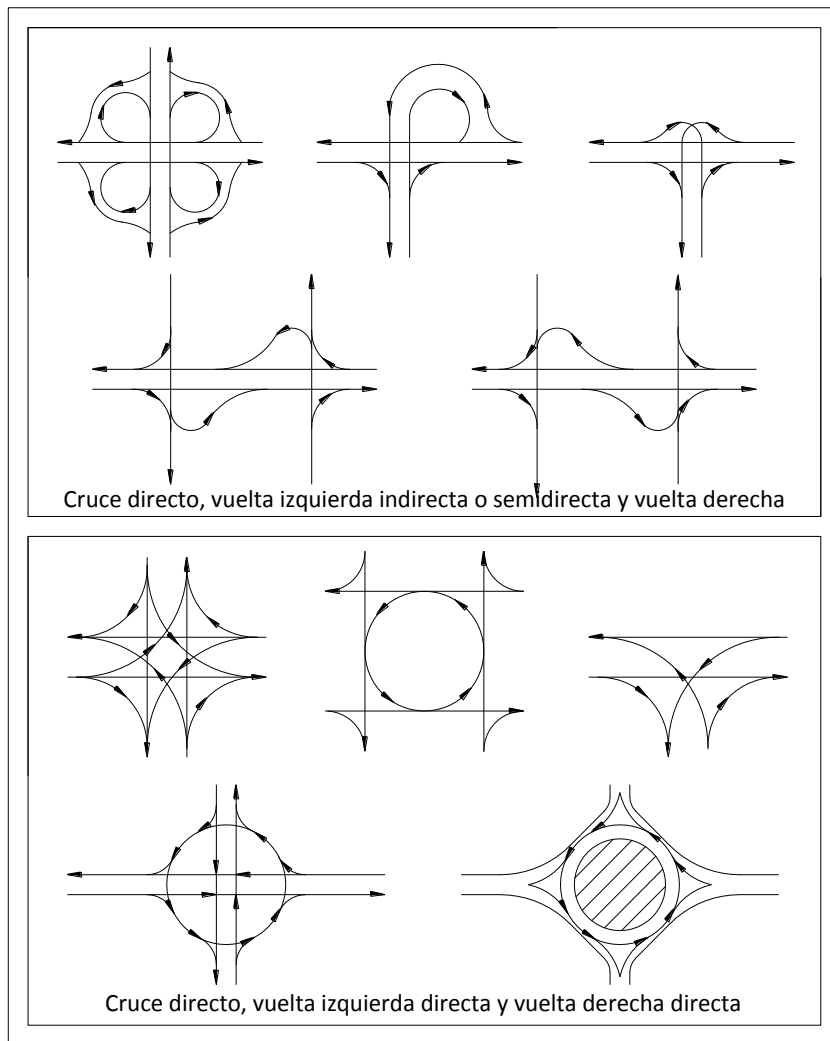
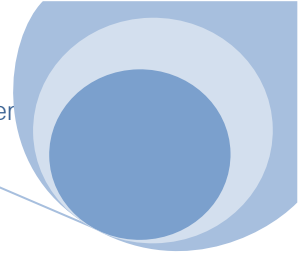


Figura 17. Disposición general de las áreas de maniobra en el proyecto de intersecciones.



## ELEMENTOS EN EL PROYECTO DE UNA INTERSECCIÓN

Los elementos que se mencionan a continuación, se aplican para las intersecciones tanto a nivel como a desnivel.

### CURVAS EN INTERSECCIONES

Donde sea necesario proyectar curvas en espacios reducidos, debe usarse como base del diseño la trayectoria mínima de vehículos de proyecto. Esta trayectoria estará comprendida entre las huellas dejadas por las llantas delantera externa y trasera interna de un vehículo circulando a una velocidad de 15 km/h las curvas de la orilla interna de la calzada que se adaptan a la trayectoria mínima de los vehículos de proyecto, se le considera como de diseño mínimo.

1. Diseño mínimo para vueltas forzadas. Para la determinación de los radios a la orilla interna de la calzada, en las curvas, que permiten alojar la trayectoria mínima del vehículo de proyecto, se supone que este vehículo transita adecuadamente dentro de su carril, al entrar y al salir de la curva, esto es, a 0.60 m de la orilla interna de la calzada que están de acuerdo con esta suposición.
2. Vueltas con Ángulo oblicuo. Los radios mínimos para vueltas en intersecciones con ángulos distintos de 90 grados se establecieron en la misma forma que para la vuelta en ángulo recto, esto es, dibujando las trayectorias de los vehículos de proyecto en vueltas más agudas y ajustando curvas simples o compuestas a las trayectorias de las ruedas traseras internas. Con los radios recomendados para deflexiones mayores de 90 grados, pueden resultar intersecciones innecesariamente grandes, ya que habrá partes de su superficie que no se usen sino ocasionalmente, lo que puede provocar confusión entre los conductores y peligrosos para los peatones, estos inconvenientes pueden atenuarse bastante, empleando curvas compuestas asimétricas o bien radios grandes con isletas canalizadoras. En caminos principales que se cruzan con ángulos distintos de 90 grados, deben proyectarse, si es factible, enlaces para el tránsito que da vuelta a la derecha en los cuadrantes donde los vehículos giran 120 grados o más.
3. Diseños mínimos para enlaces. Cuando un entronque se proyecta para que circulen semirremolques, o para que den vuelta automóviles a una velocidad de 25 km/h o mayor, la calzada puede llegar a ser excesivamente ancha para el control adecuado del tránsito. Para evitar esto, deben proyectarse isletas canalizadoras de tal manera que formen un camino separado, es decir, un enlace que conecte dos ramas del entronque. Lo que gobierna principalmente el proyecto de los enlaces en curvas, es el grado máximo que define el diseño mínimo de la orilla interna de la calzada en el ancho de la misma, con los radios mayores que los mínimos se obtienen superficies que permiten colocar isletas para guiar al tránsito que sigue de frente y al que da vuelta; también sirven para colocar señales y como zonas de



seguridad para los peatones. La orilla interna de la calzada en las curvas de los enlaces, debe proyectarse de tal manera que permita alojar, por lo menos, la isleta mínima, además del ancho de la calzada necesaria. La calzada debe tener el ancho suficiente para que las trayectorias de los vehículos de proyecto pasen aproximadamente a 0.50 m de la orilla en ambos lados del enlace. Por regla general, el ancho de la calzada no debe ser menor de 4.25 m en la parte central de la curva.

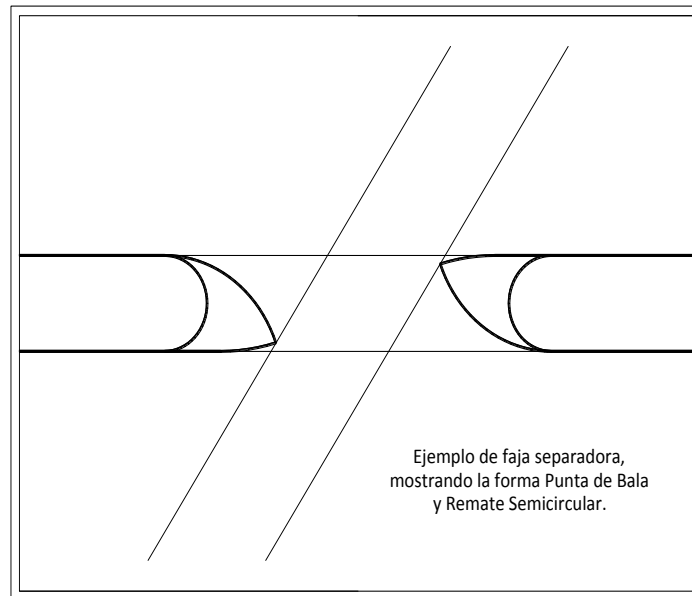
#### ABERTURAS EN LA FAJA SEPARADORA CENTRAL

En los caminos con faja separadora central, se proporcionan aberturas para permitir a los vehículos que transitan por el camino efectuar vueltas izquierdas, o el cruce a vehículos que transitan por caminos transversales.

Cuando el tránsito en un camino alcanza alta velocidad y de gran volumen, se justifica un proyecto en el que la abertura tenga la forma y dimensiones adecuadas, para que los movimientos de vuelta se efectúen con poca o ninguna interferencia para el tránsito que sigue de frente.

El proyecto de abertura, de los anchos y remates de la faja separadora central debe hacerse con base en el tipo de los vehículos que dan vuelta, eligiéndose un vehículo de proyecto para establecer el patrón de los movimientos de vuelta y cruce, comprobando si los vehículos mayores pueden también efectuar la maniobra con ciertas restricciones.

1. Dimensiones para los diseños mínimos de vuelta izquierda. En el proyecto de las vueltas izquierdas, se ha optado por la utilización de curvas circulares simples, tangentes a los ejes de los caminos que se intersectan a la orilla de la faja separadora central en caso de que ésta exista; los radios de control consideran que la trayectoria de la rueda trasera interna del vehículo dando vueltas se encuentran al principio y al final de la curva, a 0.60 m de los ejes centrales u orillas de la faja separadora en su caso.
2. Forma de remate de la faja separadora central. El semicírculo como forma parte del remate de la faja separadora central en las aberturas, es conveniente solo para fajas angostas, para anchos superiores a 2.50 m se han considerado desventajas al empleo de esta forma, combinándose entonces por un remate en forma de punta de bala, redondeado o truncado. El diseño con forma de punta de bala está considerado por dos arcos circulares trazados con el radio de control y un arco aproximadamente de 0.60 m para redondear la punta siendo este valor únicamente para diseños con dimensiones mínimas. El proyecto en forma de punta de bala se ajusta a la trayectoria de la rueda interna trasera y requiere en comparación con el remate semicircular, una mayor área de calzada para la intersección y una menor longitud de abertura. Con estas variaciones operacionales, el conductor que voltea hacia la izquierda, cuenta con una buena guía para su maniobra, puesto que tiene mayor parte de su proyecto canalizado.



3. Diseños mayores que el mínimo para vuelta izquierda. Cuando en una intersección el volumen de tránsito y la velocidad son altos, teniendo además movimientos de vuelta izquierda importantes, deben evitarse las interferencias diseñando aberturas en la faja separadora de dimensiones tales, que permitan a los vehículos dar vuelta sin invadir los carriles adyacentes y con el espacio necesario para lograr la protección del vehículo mientras da la vuelta o se detiene, para este caso puede utilizarse el patrón general del ancho de la faja separadora central, del ancho del camino secundario y del tamaño del vehículo de proyecto que deba utilizarse, se pueden considerar una variedad de dimensiones en las aberturas; aquí se presenta el caso más general: remate en forma de punta de bala.
4. Diseños para el movimiento de cruce. La anchura de la faja separadora central, más que por las intersecciones, determinada por las condiciones generales a lo largo de la carretera dividida, la abertura de una faja separadora de ancho conocido, se selecciona dándole la forma específica y la longitud necesaria para coordinar el uso que los distintos tipos de vehículos, con la importancia relativa de los movimientos de cruce y de vuelta. En algunos casos, la anchura de la faja separadora central, así como la de sus aberturas, deben estar determinadas por el tránsito que cruza. Estos casos son los de las intersecciones sin dispositivos de control, en donde existen volúmenes de tránsito importantes en la carretera dividida, que hacen casi imposible el cruzamiento seguro en una sola operación. Cuando el tránsito que cruza es importante debe proporcionarse una anchura suficiente de la faja separadora para permitir cuando menos, que un vehículo se detenga en el área de abertura, protegiéndolo del tránsito directo. La que cruza constituye la dimensión de control el ancho de la faja separadora debe ser igual o cuando sea factible mayor que esta longitud. El peligro que representa el detenerse en este sitio, se reduce cuando el conductor que va a cruzar la carretera dividida, dispone de suficiente distancia de visibilidad, que le permita realizar el cruce en una sola operación.

5. Diseños para vueltas en U. En algunas carreteras divididas con faja separadora central se requieren aberturas en ésta para acomodar los vehículos que solo dan vuelta en U, adicionalmente las aberturas proyectadas para movimientos de cruce y de vuelta izquierda. Los lugares en donde pueden ubicarse las aberturas para las vueltas en U son las siguientes: después de intersecciones a nivel o de algunas intersecciones a desnivel, a fin de permitir a los conductores regresar a ella por haber equivocado la ruta al no estar familiarizados con la intersección. Poco después de una intersección con el fin de facilitar los movimientos de vuelta poco frecuentes, cuando el área principal de la intersección se reserva para los movimientos de vuelta importantes. Poco antes de una intersección en la que el tránsito directo y otros movimientos se verían afectados por las vueltas en U, sobre todo cuando la faja separadora central de la carreta tenga pocas aberturas y obligue a efectuar recorridos más largos para llegar a las áreas adyacentes. En intersecciones donde al tránsito del camino secundario no le está permitido cruzar directamente la carretera dividida y para realizarlo requiere voltear a la derecha incorporándose al tránsito del camino principal; entrecruzarse, efectuar el retorno, volver a entrecruzarse y dar vuelta a la derecha para completar la maniobra de cruce. En carreteras de altas velocidades o fuertes volúmenes de tránsito, las dificultades que representan y las grandes longitudes requeridas para entrecruzarse sin riesgo, hacen que este tipo de diseño resulte inconveniente, a menos que los volúmenes del camino secundario sean escasos y la faja separadora central tenga un ancho adecuado. Donde las aberturas espaciadas regularmente faciliten las operaciones de conservación, vigilancia y servicio de reparación de vehículos, para estos fines pueden ser necesarias tanto en carreteras de accesos controlados como en las divididas que atraviesan en áreas no desarrolladas. En carreteras divididas donde las aberturas de la faja separadora central estén destinadas a servir a las propiedades adyacentes. En la mayoría de los casos es suficiente un espaciamiento entre 400 y 800 metros, el cual no es necesario mantenerlo uniforme, debido a las variaciones del terreno y a los requerimientos de las propiedades colindantes.

#### DISEÑO MÍNIMO PARA VUELTAS EN U.

Las aberturas de la faja separadora central para las vueltas en U, deben permitir que éstas se realicen en una sola maniobra. Los diseños mínimos se rigen directamente por las trayectorias mínimas de cada uno de los vehículos de proyecto que dan vuelta en U. De preferencia, todo vehículo debe estar en posibilidad de iniciar y terminar la vuelta sin invadir los exteriores, pero el ancho de la faja que esto requiere lo hace impracticable en muchas carreteras y deben considerarse vueltas en U que empiecen o terminen en los carriles exteriores de la carretera que se inicien o terminen en los acotamientos, para que puedan realizarlas ocasionalmente camiones y remolques.

En la figura 18 se muestran las vueltas en U. Al realizar una vuelta en U, el conductor puede detenerse o no sobre la abertura de la faja separadora central, pero cuando lo haga, su vehículo, deberá quedar preferentemente fuera de los carriles de tránsito principal. Un ancho de 18.00 metros de la faja separadora central proporciona protección para casi todos los vehículos. Las curvas compuestas que forman el remate con forma de punta bala y que se ajustan a todas las aberturas para vuelta en U y a todo tipo de vehículos.

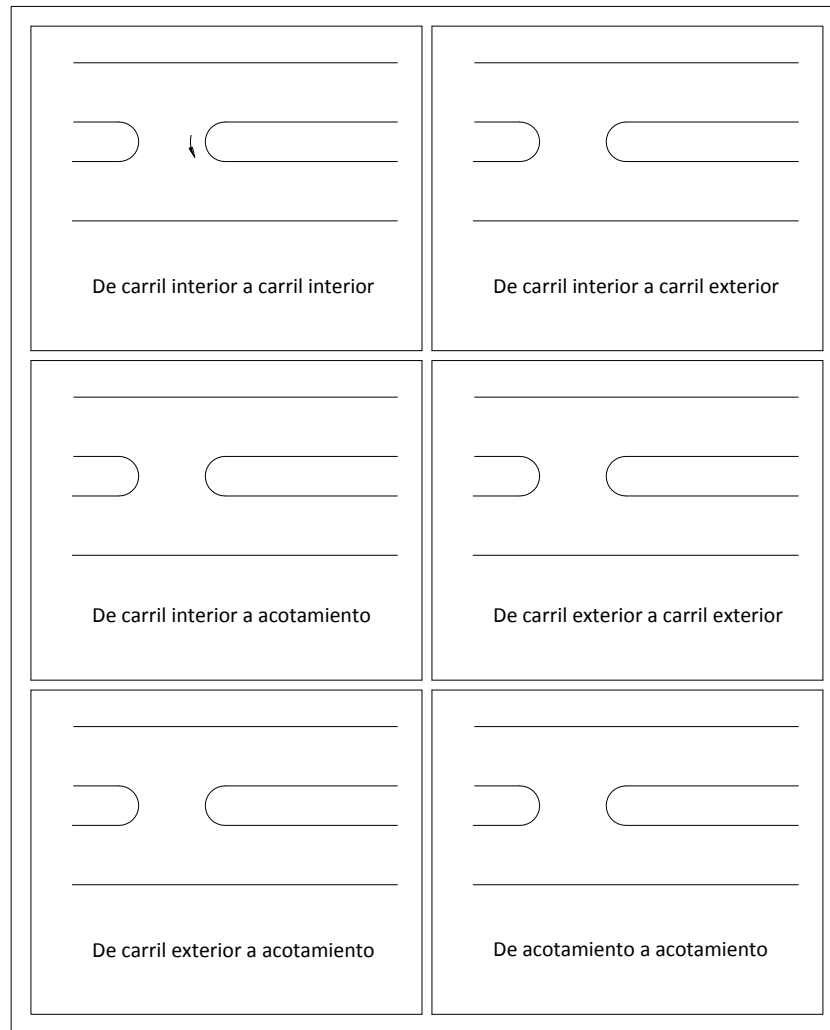


Figura 18. Diseños para vueltas en U.

Para fajas separadoras centrales de ciertos anchos, el remate en forma de punta de bala tiene considerables ventajas sobre el diseño semicircular, por lo que se refiere a facilitar la trayectoria de los vehículos que realizan la vuelta en U.

#### DISEÑOS ESPECIALES PARA VUELTA EN U.

Cuando en las carreteras divididas con grandes volúmenes de tránsito y altas velocidades, sea necesario proporcionar vueltas en U, los riesgos y la interferencia con el tránsito principal pueden reducirse al mínimo, mediante diseños especiales que permitan a los vehículos iniciar y terminar dichas vueltas en mejores condiciones.

En muchas carreteras divididas, el ancho de la faja separadora central es insuficiente para establecer aberturas convenientes, destinadas a retornos, en estos casos se procede a efectuar un

ensanchamiento gradual de la faja hasta obtener la dimensión necesaria para la vuelta en U del vehículo de proyecto seleccionado.

En la figura 19 muestra dos diseños especiales para vuelta en U. En el croquis A se aprecia un carril para cambio de velocidad y protección en la faja separadora central, el cual sería utilizado en aquellos casos en que el conductor desea dar vuelta en U. En el croquis B muestra el caso en que se incluyen carriles auxiliares en las orillas exteriores de las calzadas, que permiten refugiarse a los vehículos cuyos conductores desean dar vuelta en U, permitiendo que los rebasen otros vehículos mientras esperan el momento oportuno para efectuar la maniobra, la anchura de la faja debe proporcionar la protección necesaria al vehículo del proyecto, independientemente de la forma en que se inicie la maniobra.

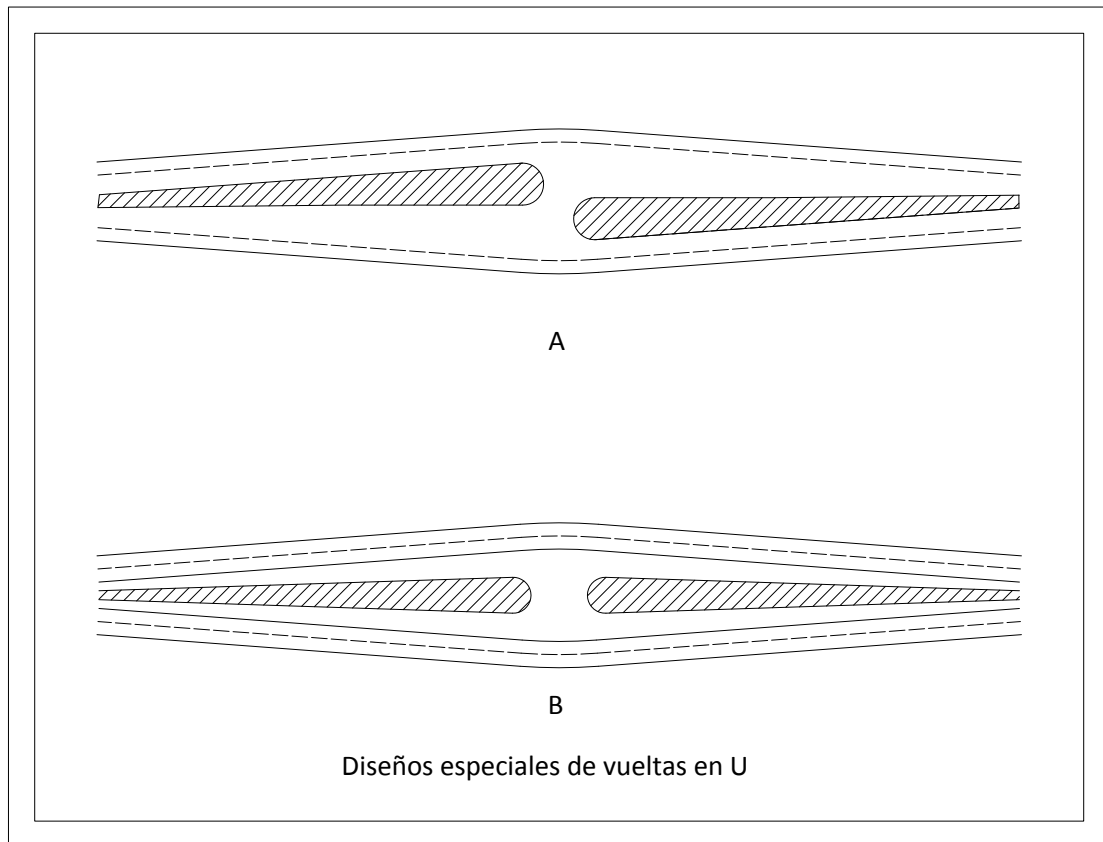


Figura 19. Diseños especiales para vueltas en U.

#### CARRILES EN LA FAJA DE SEPARADORA CENTRAL

La finalidad del carril en la faja separadora central, es permitir la desaceleración y almacenamiento de los vehículos que voltean a la izquierda al salir de un camino dividido, o bien, funciona como un carril de aceleración para los vehículos que hacen una vuelta izquierda para entrar a dicho camino. El caso más común de carriles de salida en la faja separadora central se muestra en

la figura 20 A. Estos carriles de desaceleración pueden ser de una intersección controlada con semáforos, en donde cada uno sirve como carril de almacenamiento y de desaceleración, o también pueden usarse en aquellas intersecciones en donde el único control son las señales de alto para el tránsito del camino secundario.

En la figura 20 B, se muestra un diseño con carriles de aceleración, su empleo es poco frecuente, pues solo se usa en aquellos casos en que exista un gran volumen de tránsito que por medio de la vuelta izquierda se incorpore al camino dividido. La figura 20 C, se muestra una intersección con ambos tipos de carriles sobre la faja separadora central. Este arreglo hace menos expuestos los remates, pero tiene la desventaja de permitir al tránsito principal rebases peligrosos.

- A. Transición del carril en la faja separadora central. Los carriles sobre la faja separadora se usan tanto para proteger a los vehículos que dan vuelta a la izquierda en aquellos lugares en donde los volúmenes y la velocidad del tránsito principal son altos, como en donde las velocidades son bajas y los cruces de los caminos secundarios son frecuentes.
- B. Anchura y longitud del carril adicional. Los carriles sobre la faja separadora central, deberán tener cuando menos 3.05 m y preferentemente 6.65 m de ancho. Generalmente en el lado izquierdo del carril adicional existe una guarnición en cuyo caso, no es necesario proporcionar un ancho adicional para permitir a los conductores se separan de la guarnición, debido a la baja velocidad y a que los conductores separarse de la guarnición, debido a la baja velocidad y que los conductores van alerta cuando viajan en un carril auxiliar. Los carriles sobre la faja separadora central, para movimientos de salida importantes, deberán proyectarse como un carril de cambio de velocidad; también sirven para almacenar vehículos que esperan complementar su maniobra de vuelta, por lo que su longitud deberá ser suficiente para almacenar el número de vehículos que se espera arriben durante cualquier intervalo de tiempo, en el cual no pueda realizarse la vuelta a la izquierda.
- C. Remates para una faja separadora central reducida. El tratamiento que se le dé a los remates en una abertura de la faja separadora central, cuyo ancho se ha reducido para introducir un carril adicional para vueltas, depende en gran parte del ancho disponible en la faja ya reducida. En la mayoría de los casos, la faja separadora central reducida se protege con guarniciones para delinear la orilla del carril y sirve para separar los movimientos opuestos, para proporcionar espacio necesario para señales, indicadores, postes de iluminación y como refugio para los peatones. La faja reducida debe tener cuando menos un ancho de 1.20 y preferentemente 1.80 m con el remate en forma circular.
- D. Separación entre el carril adicional y el de tránsito directo. Debe definirse una separación entre el carril auxiliar en la faja separadora central y el lado izquierdo del carril del tránsito directo con el fin de dividir los movimientos, la forma más simple consiste en pintar una raya continua entre estos carriles. Puede lograrse una división más efectiva colocando una línea de botones de tránsito. La raya o los botones deberá empezar donde se tiene el ancho total del carril adicional y terminar en el extremo del remate de la faja separadora.

Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero.

- E. Vueltas izquierdas. Para los caminos de volúmenes y velocidades altas, es recomendable prohibir vueltas izquierdas directas desde los carriles del camino principal, particularmente cuando la faja separadora central es angosta. Cuando los vehículos reducen su velocidad sobre el camino principal, se ha observado una alta incidencia de accidentes, ya que el tránsito principal alcanza a los vehículos parados o que han reducido su velocidad para efectuar la vuelta izquierda.

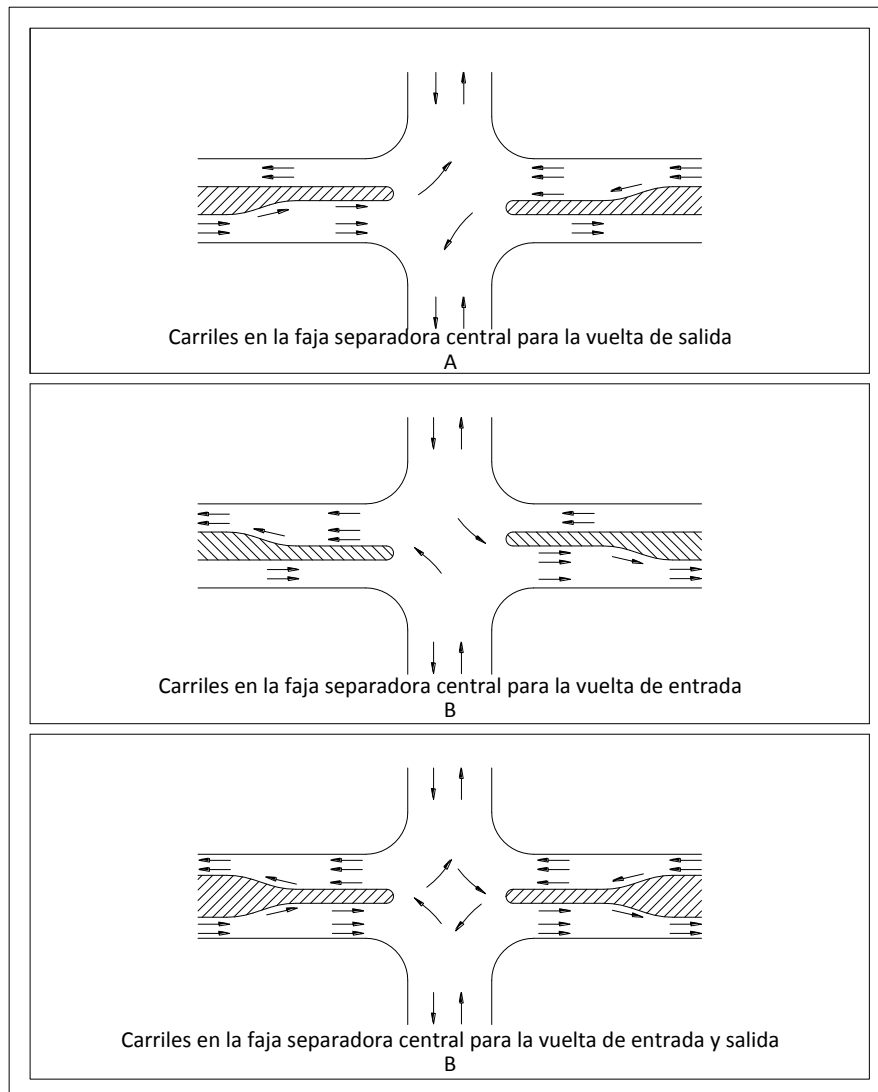


Figura 20. Carriles en la faja separadora central.

VELOCIDAD

Los vehículos que dan vuelta en las intersecciones proyectadas con dimensiones mínimas, tienen que circular a bajas velocidades, tal vez menores de 15 kms/h. Lo deseable sería proyectar para que los vehículos circularan a velocidades más altas, pero en la mayoría de los casos de intersecciones a nivel, por seguridad y economía es necesario proyectarlas para velocidades bajas. Las velocidades para las cuales deben proyectarse las curvas de una intersección dependen en gran parte, de las velocidades de los vehículos en los caminos que se intersectan, del tipo de la intersección, de los volúmenes del tránsito directo y del que da vuelta.

Generalmente una velocidad deseable en las curvas de la intersección, es la velocidad de marcha que llevan los vehículos en los caminos que se intersectan. Los enlaces proyectados con esta velocidad presentan pocos obstáculos a la fluidez del tránsito y pueden justificarse en algunas intersecciones para vueltas en que no existan conflictos con peatones o con vehículos de otra corriente de tránsito.

### CURVAS DE TRANSICIÓN

Los vehículos que dan vuelta en las intersecciones lo hacen siguiendo trayectorias de transición en la misma forma que lo hacen las curvas de camino abierto. Si no se proyectan las curvas adecuadamente, los conductores pueden desviarse de su trayectoria e invadir el carril adyacente o el acotamiento. Las curvas de transición que mejor se ajustan a las trayectorias naturales son las curvas espirales, las cuales se proyectan entre una tangente y un arco circular, o bien entre dos arcos circulares de radios distintos. También pueden utilizarse curvas circulares compuestas ajustadas a las trayectorias de transición.

- A. Longitud de transición. La longitud de la espiral en intersecciones se determina de la misma manera que en las curvas de camino abierto, en las intersecciones, la longitud de las espirales puede ser menor debido a que los conductores aceptan cambios más rápidos en la dirección del viaje.
- B. Curvas circulares compuestas. Las curvas circulares compuestas son apropiadas para dar la forma que se desea a las curvas en los enlaces de las intersecciones. Las curvas compuestas no deben ser muy cortas para no hacer peligrosa su función de permitir la operación de cambio de una tangente o curva a una curva forzada. En una serie de curvas, cuyos radios van disminuyendo, cada curva debe tener la suficiente longitud para permitir al conductor descelerar gradualmente. En las intersecciones se considera razonable una desceleración de 5 km/h por segundo, aunque la deseable es de 3 km/h por segundo.
- C. Transiciones en los extremos de los enlaces. Una parte importante en el diseño de las intersecciones, es proporcionar un alineamiento adecuado de la orilla de la calzada, en donde los extremos del enlace se separan o se juntan con las ramas de la intersección. La facilidad y la suavidad de la operación resulta cuando la orilla de la calzada se proyecta con curvas de transición de la forma y longitud necesaria para evitar una desceleración brusca de los vehículos antes de entrar al enlace y para permitir el desarrollo de la sobreelevación antes de la curvatura máxima y para que los vehículos puedan seguir su trayectoria natural.



## ANCHO DE LA CALZADA EN LOS ENLACES.

Los anchos de la calzada en los enlaces dependen de una serie de factores, entre los cuales están incluidos como principales: el volumen del tránsito y su composición, las características geométricas de los vehículos de proyecto, los grados de curvatura, el tipo de operación que se tendrá en los enlaces y algunas consideraciones con respecto a la distancia entre el vehículo y las orillas de la calzada.

Para fines de proyecto se consideran los siguientes tipos de operación:

1. Operación en un solo sentido, como un solo carril y sin previsión para rebase.
2. Operación en un solo sentido, con un solo carril y con previsión de rebase a vehículos estacionados.
3. Operación en uno o en dos sentidos de circulación con dos carriles.

El caso 1 puede aplicarse para enlaces relativamente cortos, siempre que los volúmenes de tránsito sean moderados o bajos.

El proyecto para el caso 2 permite rebasar a los vehículos estacionados, el espacio aun cuando es restringido permite la circulación, que ha de realizarse a velocidades bajas, se recomienda para volúmenes que no excedan la capacidad de un solo carril.

Los anchos del caso 3 se emplean cuando la operación es en dos sentidos, o cuando el volumen de tránsito es tan intenso que requiere de dos carriles para un solo sentido.

Independientemente del tipo de operación para el cual se ha decidido proyectar, de acuerdo con las condiciones esperadas, es necesario conocer el tipo de vehículos que operaran en el enlace antes de determinar el ancho de la calzada. Para fines de proyecto se analizan tres condiciones de tránsito:

- Condiciones de tránsito A: predominantes vehículos de proyecto chicos y algunos camiones.
- Condiciones de tránsito B: un número suficiente de vehículos medianos para gobernar el proyecto, pero con algunos semirremolques.
- Condiciones de tránsito C: suficientes vehículos grandes.

Las condiciones de tránsito A, B, y C, están descritas en términos muy generales debido a que usualmente no se dispone de datos de tránsito de cada tipo de vehículos, que permitan definir con precisión estas condiciones de tránsito en relación con el ancho de la calzada.

El hecho de proyectar para un cierto vehículo, no necesariamente imposibilita el paso de un vehículo de mayores dimensiones, aunque reduce su velocidad de operación y su libertad de maniobra, requiriéndose una mayor habilidad del conductor.

La anchura de la calzada se modifica dependiendo de que exista acotamiento así como libertad para circular sobre él. En ocasiones puede llegar a reducirse o aumentarse. En algunas intersecciones canalizadas, los enlaces son tan cortos, que su orilla izquierda la constituye la orilla de la isleta direccional.

En las intersecciones de caminos rurales el acotamiento del lado derecho del enlace, generalmente es igual al camino de acceso a la intersección, aunque en ocasiones puede tener un ancho menor debido a condiciones especiales de la intersección.

## CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD

Se llaman carriles de cambio de velocidad, aquellos que se añaden a la sección normal de una calzada, con el objeto de proporcionar a los vehículos el espacio suficiente para que alcancen la velocidad necesaria y se incorporen a la corriente de tránsito de una vía, o puedan reducir su velocidad cuando desean separarse de la corriente y acercarse a una intersección.

De acuerdo con esta definición, los carriles de cambio de velocidad pueden ser carriles de aceleración y carriles de desaceleración.

Los carriles de aceleración, permiten a los vehículos que entran a la vía principal de la intersección, adquirir la velocidad necesaria para incorporarse con seguridad a la corriente de tránsito de la misma, proporcionando la distancia suficiente para realizar dicha operación sin interrumpir la corriente de tránsito principal.

Los carriles de desaceleración permiten a los vehículos, que desean salir de una vía, disminuir su velocidad después de haber abandonado la corriente de tránsito principal.

No pueden establecerse con precisión los requisitos que justifican el uso de carriles de cambio de velocidad por la cantidad de factores que deben considerarse, entre los principales se citan los siguientes: velocidad, volumen de tránsito, capacidad, tipo de camino y de servicio que debe proporcionarse, disposición y frecuencia de las intersecciones e incidencia de accidentes; sin embargo, de acuerdo con experiencias y observaciones se ha llegado a las siguientes conclusiones con relación a su empleo:

Se requieren carriles de cambio de velocidad en caminos de alta velocidad y de alto volumen de tránsito, en donde es necesario modificar la velocidad de los vehículos que se incorporan o dejan a la corriente de tránsito principal.

No todos los conductores usan los carriles de cambio de velocidad de la misma manera y algunos conductores los utilizan poco, pero en general estos carriles son utilizados lo suficiente para mejorar la seguridad y la operación del camino.

El grado de utilización de los carriles de cambio de velocidad varía directamente con el volumen de tránsito; cuando los volúmenes de tránsito son altos la mayoría de los conductores emplean para ejecutar los cambios.

Los carriles de desaceleración en los accesos de intersecciones a nivel, que también funcionan como carriles de espera o almacenamiento para el tránsito que va a dar vuelta, son especialmente ventajosos y en general la experiencia con ellos ha sido favorable. Estos carriles reducen el peligro de accidentes y aumentan la capacidad de la intersección. Un buen ejemplo de esto son los carriles adyacentes a la faja separadora central, los cuales proporcionan un lugar para

## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero.

Los vehículos que esperan una oportunidad para dar vuelta, dejando así el carril o los carriles directos solo para el tránsito que sigue de frente. Los carriles de cambio de velocidad pueden tomar diferentes formas dependiendo del alineamiento del camino, la frecuencia de las intersecciones y las distancias requeridas para efectuar el cambio de velocidades.

Los carriles de desaceleración deben proyectarse de tal manera que den al conductor una indicación clara del lugar en donde se separa de la corriente principal, lo que se logra tanto con superficie de pavimento de color contrastante, como con señalamientos e iluminación. En la figura 21 se muestran algunos diseños típicos, de los cuales parten a carriles de desaceleración.

El croquis 21 A muestra un carril de desaceleración, con una zona de transición que tiene por objeto eliminar la parte del carril que no se usa. Este tipo presenta desventaja para los conductores ya que los obliga a maniobrar siguiendo una curva inversa, la mayoría de los conductores, cuando tienen la libertad de escoger sus trayectorias, prefieren usar una trayectoria directa en lugar de una inversa.

El croquis 21 B muestra el carril de desaceleración que se adapta a la trayectoria directa, preferida por los conductores. Su uso es particularmente ventajoso cuando existen movimientos de vueltas importantes. Las consideraciones para el proyecto de los carriles de aceleración son similares a los de los carriles de desaceleración.

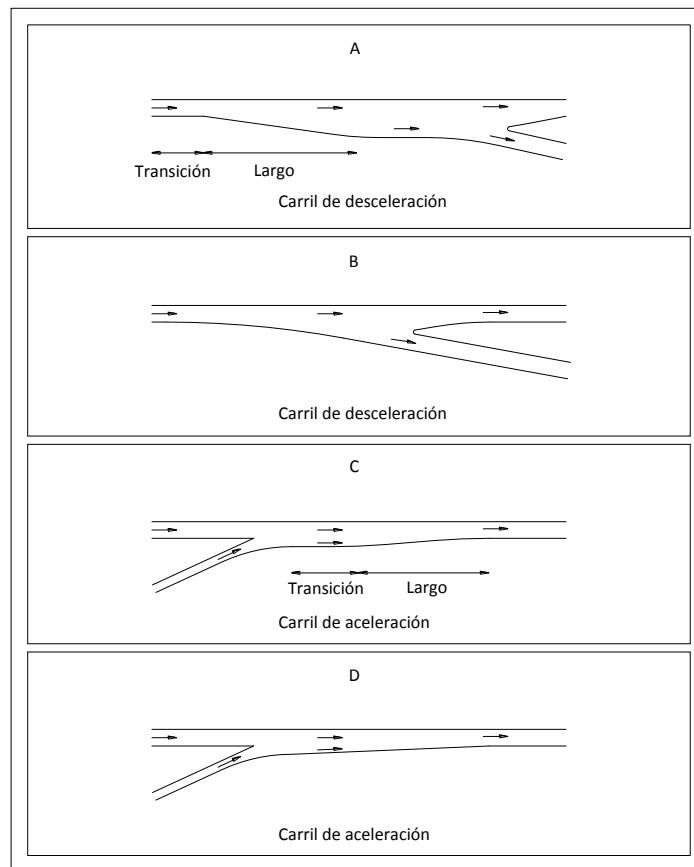


Figura 21. Carriles de cambio de velocidad

Los carriles de aceleración tienen una doble función; por un lado, permiten a los conductores aumentar su velocidad antes de entrar a los carriles principales y por el otro, proporcionan una distancia suficiente dando tiempo a que el conductor pueda incorporarse al flujo adyacente, seleccionando un espacio entre dos vehículos que le permiten ejecutar la maniobra.

- A. Transición en los carriles de cambio de velocidad. Cuando en los carriles de cambio de velocidad se utilizan transiciones para realizar el cambio de carril en una manera cómoda y segura. La longitud y forma de la transición deberá ser tal que invite a los conductores a efectuar la maniobra de cambio de carril. Para poder determinar la longitud de la transición se ha llevado a cabo algunos estudios sobre el tiempo requerido por un vehículo para abandonar el carril de tránsito principal e incorporarse al cambio de velocidad. Se encontró que el vehículo que ejecuta la maniobra requiere de 3 a 5 segundos, dependiendo de las condiciones del tránsito. Por lo que se considera como normal un tiempo que varía entre 4 y 5 segundos, recomendándose para un proyecto de 4.5 segundos.
- B. Anchura del carril de cambio de velocidad. Cuando un carril de cambio de velocidad queda paralelo al eje de camino, la anchura no deberá ser menor de 3.35 m y preferentemente deberán ser menor 3.65 m para el caso en que se utilicen carriles de desaceleración direccionales como se muestra en la figura 21 B, la anchura es variable dependiendo del enlace y de la forma y desplazamiento de la nariz. Se recomienda que la salida se inicie con una deflexión de 4 grados, para hacer notar el principio en el carril de desaceleración. Deben construirse acotamientos aunque no tengan un ancho igual al que tienen en el camino. En el caso de que se coloquen guarniciones deben quedar alojadas en la orilla exterior del acotamiento y por ningún motivo deberán aceptarse a menos de 0.30 m de la orilla de la calzada.
- C. Longitud de los carriles de cambio de velocidad. La longitud de los carriles de desaceleración está basada en la combinación de tres factores: la velocidad a la que los conductores entran al carril adicional. La velocidad a la que los conductores salen después de recorrer el carril de desaceleración, la forma de desacelerar o los factores de desaceleración. Para fines de proyecto se supondrá que los conductores que van a entrar a los carriles de desaceleración viajan a la velocidad de marcha. Deberá colocarse un señalamiento apropiado antes del carril de desaceleración para informar a los conductores de la existencia de este. Para determinar la forma de desacelerar, se han realizado varios estudios los cuales se desarrollan en dos etapas: se retira el pie del acelerador y el vehículo reduce la velocidad únicamente con el motor, sin emplear los frenos, o, se aplican los frenos. Para caminos de altos volúmenes de tránsito se debe proporcionar la longitud suficiente, para que el tránsito que se va a incorporar a la corriente principal, tenga el tiempo necesario para esperar que exista un espacio entre dos vehículos de la corriente principal, que le permita incorporarse. Las longitudes de los carriles de aceleración se basan en la operación de los vehículos ligeros; los pesados que generalmente requieren distancias mayores para acelerar, al incorporarse a la corriente principal del tránsito causan problemas aceptados en general por el público. Cuando se tiene un número considerable de vehículos pesados haciendo uso de la entrada a

un camino de alta velocidad, debe incrementarse la longitud del carril de aceleración. Las longitudes de los carriles de aceleración se miden de una manera similar a los de desaceleración.

Para facilitar el flujo de tránsito en las intersecciones es de considerable ayuda un señalamiento adecuado. Las señales anticipadas a una salida que indiquen al tránsito que va a dar vuelta, mantener su derecha y al tránsito directo que mantenga su izquierda a través de la intersección disminuyen los conflictos y permiten al tránsito una mayor velocidad de operación. Las señales colocadas antes de una entrada indicando una próxima convergencia encauzan al tránsito directo dejando del carril adyacente al adicional, haciendo posible que se incorpore sin dificultad al camino un mayor volumen de tránsito.

### SOBREELEVACIÓN PARA LAS CURVAS EN ENTRONQUES

La mayoría de los movimientos de vuelta en los entronques se realiza en presencia de otros vehículos, pues el tránsito en los enlaces se separa de o se une a un flujo directo; esto implica que los conductores viajan más despacio en un entronque que en una curva de camino abierto del mismo radio; sin embargo, al proyectar se deberá considerar la velocidad que tendrán los vehículos en los periodos de bajo volumen de tránsito para lograr una operación segura, lo que hace indispensable proporcionar la sobreelevación necesaria para esta velocidad, en las curvas de los enlaces, particularmente cuando son pronunciadas y en pendiente.

- A. Sobreelevaciones. En las curvas de los entronques, las sobreelevaciones máximas determinan haciendo uso de los mismos factores generales que se aplican al camino abierto. Para enlaces con circulación en un solo sentido, el rango de la sobreelevación máxima es del 6% al 10%; este valor se puede incrementar hasta 12% cuando las condiciones del clima son favorables y tendrá que disminuir a un 8% como máximo, cuando prevalezcan situaciones de nevadas o heladas.
- B. Desarrollo de la sobreelevación en los extremos de los enlaces. En los enlaces debe fijarse un límite práctico para la diferencia entre la sobreelevación del camino directo y la del enlace, para evitar que se formen lomos que puedan hacer perder el control de los vehículos.
  - 1. Procedimiento general. Para el proyecto de una salida, los carriles para el tránsito directo pueden considerarse fijos en perfil y sobreelevación y a medida que el enlace se separa, la sobreelevación en la parte que se amplía del camino directo, puede variar en forma gradual. Al punto donde se separan las coronas del enlace y del camino directo, se le llama nariz.

El método para desarrollar la sobreelevación en los extremos de los enlaces se muestra en la figura 22, en el caso A se ilustra la variación de la sobreelevación cuando el enlace sale de un camino en tangente. Del punto a que es donde se inicia el enlace al punto b en que la anchura de la ampliación está comprendida entre 0.50 y 1.00 m, la

sobreelevación normal del camino directo se extiende hasta el lado exterior de la calzada ampliada, por facilidad de construcción. Entre los puntos b y c la anchura es insuficiente para hacer que la sobreelevación de la ampliación sea mayor que de la corona del camino directo. En el punto d donde ya se tiene el ancho total del enlace, puede tenerse una sobreelevación mayor que la del camino directo la cual se incrementa más aun en el punto e adyacente a la nariz, operación que se facilita al inclinar la cuña del pavimento, formada por la orilla derecha del camino directo y la orilla izquierda del enlace. Después de la nariz como en el punto f la superficie puede inclinarse tan rápidamente como lo permitan las condiciones existentes hasta alcanzar la sobreelevación total deseada.

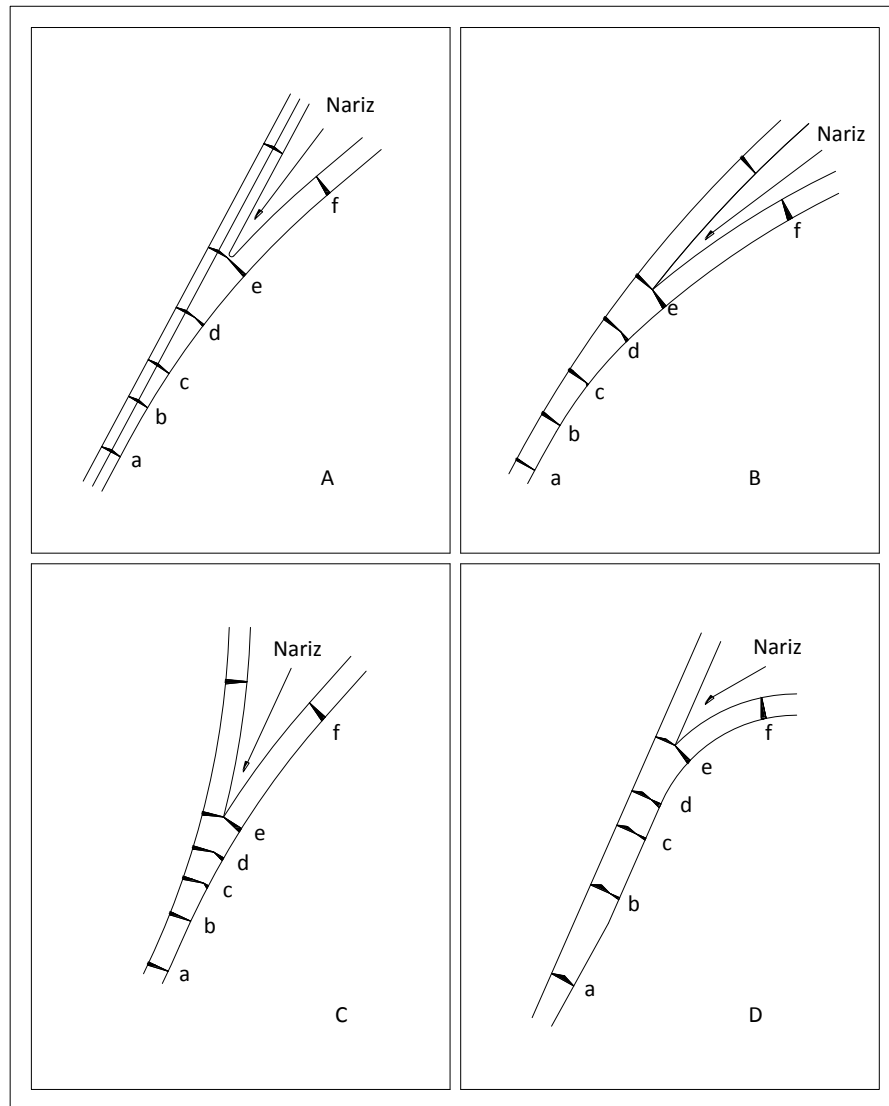


Figura 22. Sobreelevación en los entronques.

En el caso de la figura B de la figura, se muestra una condición similar para cuando el camino directo y el enlace están en una curva en la misma dirección; la sobreelevación deseada para el enlace de salida, la cual generalmente es mayor que la del camino directo, puede alcanzarse en una distancia relativamente corta; en el punto b la sobreelevación del camino directo se extiende sobre la ampliación de la calzada; en los puntos c y d se proporcionan sobreelevaciones mayores que la del camino directo, alcanzándose la sobreelevación total en los puntos e o f.

Una situación menos favorable ocurre cuando la separación se hace en curvas de dirección opuesta, como se ilustra en el caso C de la figura. La sobreelevación del camino directo se extiende a la ampliación de la calzada a la altura del punto b, en el punto c, la sobreelevación disminuye sin llegar a la horizontal y en el d se efectúa el quiebre entre las sobreelevaciones, estando la superficie de la ampliación aproximadamente a nivel. En el punto e se incrementa la sobreelevación para el enlace, produciendo un doble rompimiento en la cuña frente a la nariz, a partir de este punto debe desarrollarse la sobreelevación hasta llegar al punto máximo f.

2. Control de paso sobre el lomo de la corona. Se llama lomo de la corona, a la línea formada por los cambios de sobreelevación en la calzada. Para controlar el paso por este lomo se obtiene la diferencia algebraica de los valores de la sobreelevación en ambos lados de él. Cuando las dos pendientes tienen el mismo signo, la diferencia algebraica es la suma de las dos pendientes y cuando tienen signo contrario es la diferencia de las pendientes de las sobreelevaciones. El valor deseable de esta diferencia algebraica oscila entre el 4% y el 5%, pero para velocidades bajas pueden usarse un valor hasta del 8%.

Este procedimiento de establecer las sobreelevaciones en ciertos puntos en un paso preliminar en el proyecto, ya que éstos sirven como puntos de control para dibujar los perfiles de los hombros del enlace, ajustándolos hasta obtener un alineamiento continuo, cómodo, seguro y de buena apariencia; el perfil final puede no producir precisamente las sobreelevaciones seleccionadas en todos los puntos de control pero esto no es significativo, siempre y cuando el cambio de la sobreelevación sea progresiva y dentro de los límites establecidos.

## DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Distancia de visibilidad en los enlaces.

La distancia de visibilidad de parada es el factor que debe usarse para controlar la visibilidad en los enlaces. En los enlaces de doble sentido de circulación no debe usarse la distancia de visibilidad de rebase, pues esta maniobra no debe permitirse debido a la poca longitud de que generalmente constan.

Es indispensable que en cualquier intersección de los caminos se proporcione visibilidad necesaria para que los vehículos puedan hacer alto total, antes de alcanzar un obstáculo que aparezca inesperadamente en su trayectoria.

1. Distancia mínima de velocidad de parada. A continuación se muestran las longitudes mínimas de visibilidad de parada en los enlaces para diversas velocidades de proyecto.

Vel. De proyecto	25	30	40	50	60	70	90	100
Dis. Min de vel. (m)	25	35	50	65	80	95	140	165

2. Longitud mínima de las curvas verticales. La longitud mínima de las curvas verticales se basa en la distancia necesaria para que el conductor, desde la altura del ojo de 1.14 m, vea un objeto de 0.15 m de altura. Para velocidades de proyecto menores de 60 km/h las curvas verticales en columpio, cuya longitud está regida por el criterio de los faros de los vehículos, teóricamente deberían ser de un 25 a un 60% más larga que las curvas en cresta.
3. Distancia mínima lateral de visibilidad para las curvas horizontales. El control de la distancia de visibilidad para las curvas horizontales es de igual o mayor importancia en los enlaces, que el control vertical, ya que la línea visual a través de la parte inferior de la curva, libre de obstáculos a lo largo de la trayectoria del vehículo, iguale o exceda la distancia mínima de velocidad de parada dadas anteriormente. La obstrucción probable puede ser el remate de una estructura, una pared, la orilla de un corte, o la esquina de un edificio.

#### Distancia de visibilidad en las intersecciones.

El conductor de un vehículo que se acerca a una intersección a nivel, debe tener una vista libre de obstrucciones, de toda la intersección y de un tramo del camino transversal, de longitud suficiente que le permita reaccionar y efectuar las maniobras necesarias para evitar colisiones. La distancia mínima de visibilidad, indispensable para la seguridad bajo ciertas condiciones físicas y determinado comportamiento del conductor, se halla relacionada directamente con la velocidad de los vehículos y con las distancias recorridas durante el tiempo de reacción del conductor y el correspondiente de frenado. Cuando el tránsito de la intersección está controlado por algún dispositivo, se puede restringir la visibilidad de la zona de cruce.

En las intersecciones debe existir una visibilidad continua a lo largo de los caminos que se cruzan, para permitir a los conductores que se aproximan simultáneamente, verse entre si con la anticipación necesaria, en la figura 23 se consideran tres casos generales, en los cuales se suponen las maniobras de los conductores en las ramas.

En un cruce sin señales de “ceda el paso” o de “Alto” o bien sin semáforo, el conductor de un vehículo que se aproxime, debe hallarse en aptitud de percibir cualquier peligro con el tiempo suficiente para modificar su velocidad en la medida necesaria, antes de llegar al camino transversal. Se ha fijado una distancia mínima entre la intersección y el punto desde el cual un conductor puede



## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero.

descubrir la presencia de otro vehículo que se aproxima al cruce por el camino transversal, que equivale a la distancia recorrida en tres segundos, correspondiendo dos al tiempo de reacción del conductor y un segundo adicional para proceder a frenar o acelerar, según se requiera.

Las distancias recorridas en estos tres segundos para diferentes velocidades son:

Velocidad (km/h)	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Distancia (m)	21	25	33	42	50	58	67	75	83	92

Cuando un vehículo hace alto total, el conductor de un vehículo en cualquiera de las dos vías, debe estar en posibilidad de distinguir el cruce con suficiente anticipación, para detener su vehículo antes de llegar a éste. La longitud necesaria para realizar esta maniobra es la corriente a la distancia mínima de visibilidad para camino abierto.

En carreteras con faja separadora central de ancho mayor o igual a la longitud de un vehículo, la maniobra de cruce puede realizarse en dos etapas, protegiéndose el vehículo en la faja al detenerse en la parte central del camino, y continuando la trayectoria hasta ponerse a salvo.

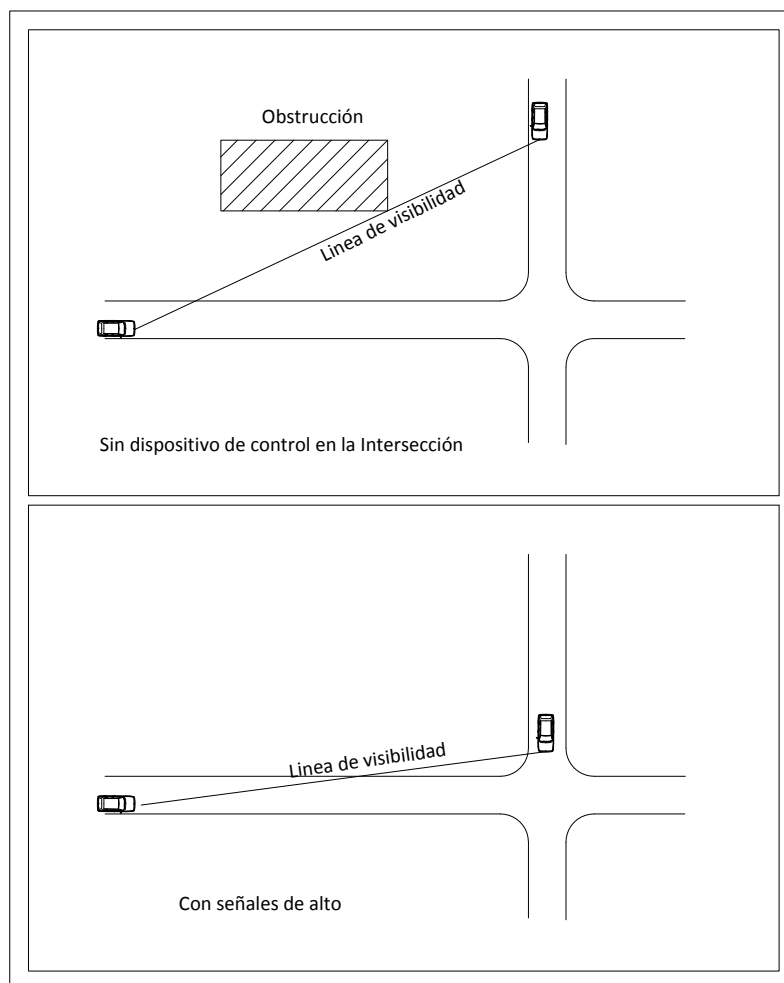


Figura 23. Distancia de visibilidad en las intersecciones

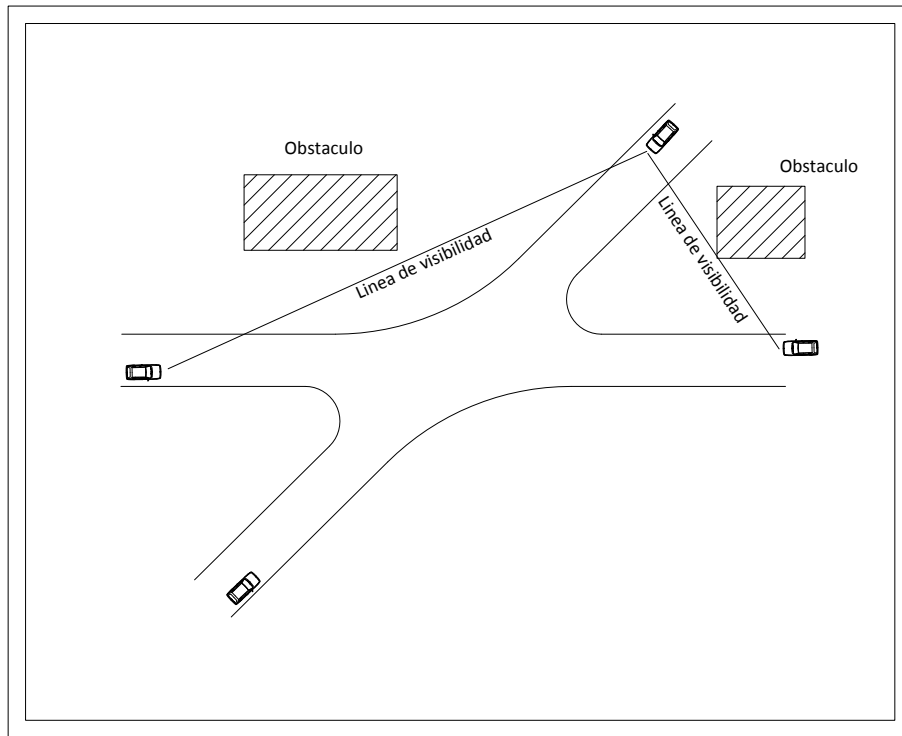


Figura 24. Distancia de visibilidad en intersecciones oblicuas

## ISLETAS

Las intersecciones a nivel que comprenden grandes áreas pavimentadas propician el descontrol de los conductores de los vehículos, requieren cruces para peatones muy largos y tienen zonas pavimentadas que no se llegan a usar; aun en intersecciones sencillas, pueden existir áreas en las que algunos vehículos se desvíen de sus trayectorias naturales. El uso de las isletas en estos casos, disminuye en número e intensidad los conflictos en la intersección.

Una isleta es un área definida entre carriles de tránsito, para controlar el movimiento de vehículos o para refugio de peatones. Dentro de una intersección, se considera como una isleta a la faja separadora central o lateral. Una isleta no tiene un único tipo físico; puede variar, desde una área delimitada o no por guarniciones verticales hasta un área pavimentada, marcada con pintura.

Una intersección a nivel, en la cual el tránsito sigue trayectorias definidas por isletas, se denomina "intersección canalizada".

Las isletas tienen una o más de las siguientes finalidades:

- Separación de conflictos

- Control del ángulo de los conflictos
- Reducción de las áreas pavimentadas
- Canalización del tránsito evitando movimientos erráticos en la intersección
- Disposición para favorecer los movimientos predominantes
- Protección para peatones
- Protección y almacenamiento de vehículos que vayan a voltear o cruzar
- Ubicación de dispositivos para el control de tránsito

#### Tipos de isletas

Las isletas pueden agruparse en tres grandes grupos, en cuanto a su función:

1. Canalizadoras. Son las que tienen por objeto encauzar el tránsito en la dirección adecuada, principalmente para dar vuelta.
2. 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.
3. De refugio. Son áreas para el servicio y seguridad de los peatones.

- a. Isletas canalizadoras. Los movimientos erráticos del tránsito en áreas muy grandes, pueden evitarse al colocar en estas áreas isletas que dejan poco a la discreción de los conductores. Las isletas canalizadoras pueden ser de muchas formas y tamaños; entre las más comunes están de la forma triangular (a) y la semicircular (d), según se ilustra en la figura 25.

Las isletas canalizadoras deberán colocarse de tal manera que el curso apropiado del viaje parezca obvio, continuo y fácil de seguir y deberán permitir a las corrientes de tránsito, en la misma dirección, converger con ángulos pequeños y alinear los movimientos de cruce a cerca de 90 grados. En aquellas intersecciones donde hay confusión en el movimiento de los vehículos, es aconsejable probar canalizaciones temporales con dispositivos móviles, observando el comportamiento del tránsito, variando el tamaño y forma de las isletas, antes de proyectarlas y construir las definitivamente. Es aconsejable usar pocas isletas grandes a muchas isletas pequeñas, para reducir el peligro.

- b. Isletas separadoras. En las intersecciones de caminos no divididos puede ser aconsejable colocar isletas en las ramas de acceso, para regular el tránsito en la intersección. Este tipo de isleta son especialmente ventajosas para controlar el tránsito que da vuelta a la izquierda en las intersecciones esviajadas. En la figura 25 se ilustra una variedad de isletas que separan el tránsito que circula en sentido contrario (b, c, e y f) y la isleta (g) que separa los carriles de tránsito en un mismo sentido, para dar acceso a algún servicio o tránsito lateral.
- c. Isletas de refugio. Son aquellas colocadas sobre o cerca de un paso de peatones, para ayudar y proteger a estos cuando cruzan el camino. Las isletas a, b, e y f de la figura 25 son ejemplos clásicos, los conceptos generales para el proyecto de isletas,

se aplican a las de refugio, excepto que para estas son necesarias las guarniciones del tipo vertical.

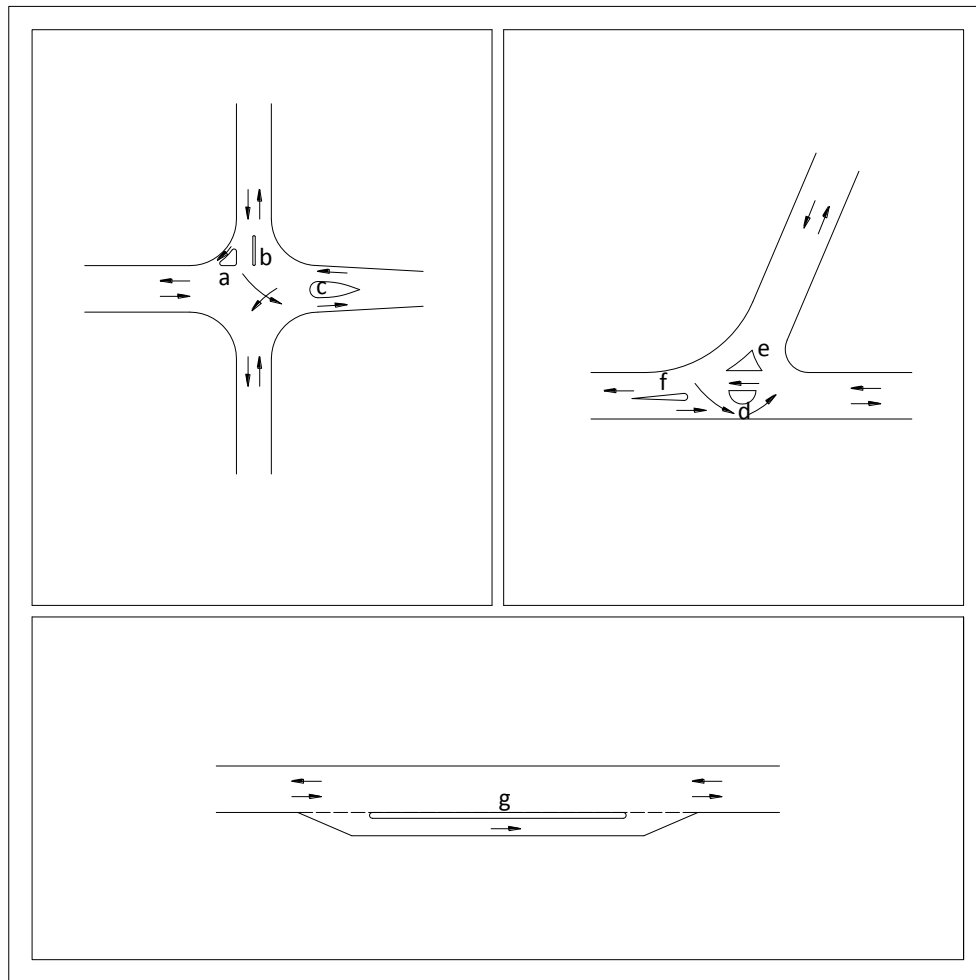


Figura 25. Tipos y formas más comunes de isletas.

#### TAMAÑOS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ISLETAS

Las isletas deberán ser lo suficientemente grandes para llamar la atención del conductor, la isleta más pequeña deberá tener como mínimo un área de  $5 \text{ m}^2$  y preferentemente  $7 \text{ m}^2$ . De la misma manera, las isletas triangulares no deberán tener lados menores de  $2.50 \text{ m}$  y de preferencia de  $3.50 \text{ m}$ , después de redondear las esquinas. Las isletas alargadas o separadoras, no deberán tener un ancho inferior a  $1.20 \text{ m}$  ni una longitud menor de  $3.50 \text{ m}$ . En casos muy especiales, cuando hay limitaciones de espacio, las isletas alargadas como la b y la g de la figura 25, pueden reducirse a un ancho mínimo absoluto de  $0.60 \text{ m}$ .

Las isletas se pueden construir con diferentes materiales, dependiendo de su tamaño, ubicación y función, y de la zona de que se trate, ya sea rural o urbana. Desde el punto de vista, se pueden dividir en tres grupos.

1. Isletas en relieve, delimitadas por guarniciones. Son las del uso más común en zonas urbanas, en cambio en zonas rurales su empleo es limitado.
2. Isletas delimitadas por marcas en el pavimento, botones u otros elementos colocados sobre el pavimento. Son aplicables en zonas urbanas donde las velocidades son bajas y el espacio restringido; en cambio, en zonas rurales se utilizan en los caminos donde una guarnición representa un peligro.
3. Isletas formadas en un área sin pavimento, delineadas por las orillas de las calzadas. Son exclusivas de las zonas rurales y aplicables en aquellas intersecciones donde existe espacio suficiente para grandes radios de curvatura.

## DISEÑOS DE LAS ISLETAS

Las isletas pequeñas se delimitan generalmente con guarniciones, en cambio las isletas mayores con pavimentos tienen que ser diferentes en color o en textura, con cubiertas vegetales, postes, defensas o cualquier combinación de estas. En zonas rurales, las guarniciones de las isletas deberán ser del tipo achaflanado, excepto cuando el uso de estas sean para peatones. En este caso es conveniente que la altura que sobresale de la superficie de rodamiento no sea mayor de 20 cm.

- Isletas triangulares. Los contornos de las isletas están determinados por las orillas de las calzadas del tránsito directo y la de los enlaces, con su correspondiente espacio libre lateral a las orillas de la isleta. Los vértices de la isleta, deben ser redondeados o biselados para hacerlos visibles y facilitar su construcción. El desplazamiento de la isleta con respecto a los carriles para el tránsito directo, depende del tipo de tratamiento de la orilla y de otros factores, tales, como el contraste de la isleta y de la velocidad de tránsito.

El vértice de acceso de una isleta deberá ser visible para los conductores que se aproximen y deberá estar fuera de las trayectorias de los vehículos, de tal modo que los conductores no tengan que virar para alejarse de la isleta.

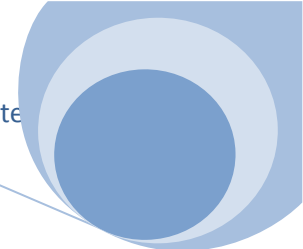
Deberán colocarse dispositivos que prevengan a los conductores con anticipación de la existencia de las isletas, tanto durante el día como en la noche.

- Isletas separadoras centrales. El vértice de acceso de una isleta separadora central deberá diseñarse cuidadosamente ya que se encuentra en línea directa con el tránsito que se aproxima. En las zonas rurales, el acceso deberá consistir de un ensanchamiento gradual de la raya central, proporcionado por una ampliación de la corona del camino.

## DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRÁNSITO

El proyecto de los dispositivos para el control de tránsito, especialmente el señalamiento y las marcas en el pavimento, debe hacerse conjuntamente con el proyecto geométrico para obtener el equilibrio necesario entre ambos. El proyecto geométrico no puede considerarse completo si no hasta que se han determinado las necesidades de dispositivos de control y pueden estos instalarse de tal manera que aseguren una operación segura y eficiente.

Los proyectos de señalamiento, marcas en el pavimento y demás dispositivos necesarios para el control en las intersecciones, deberán realizarse de acuerdo con las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



## ENTRONQUES A NIVEL

Un entronque a nivel implica la realización de un proyecto que permita al conductor efectuar oportunamente las maniobras necesarias para la incorporación o cruce de las corrientes de tránsito.

Los tipos generales de entronques a nivel se ilustran en la figura 26. Las formas que adoptan estos son de tres ramas, cuatro ramas, de ramas múltiples y del tipo glorieta. Una clasificación más amplia incluiría otras variedades como entronques simples, con carriles adicionales y canalizados.

Numerosos factores entran en la selección del tipo de entronque y en el tamaño del mismo. Los de mayor importancia son el volumen horario de proyecto de los caminos que se intersectan, su índole y composición y la velocidad de proyecto. Las características del tránsito y la velocidad de proyecto afectan muchos detalles del diseño, pero tratándose de seleccionar el tipo de entronque, revisten menos importancia que el volumen del tránsito. Los volúmenes de tránsito, actuales y futuros, son de suma importancia respecto a los movimientos directos y de vuelta.

A menudo las condiciones locales y el costo del derecho de vía influyen al seleccionar el tipo de entronque. Una distancia de visibilidad limitada, por ejemplo, puede hacer necesaria el control de tránsito mediante señales o semáforos. El alineamiento y la pendiente de los caminos que constituyen la intersección y los ángulos de la misma, pueden llevar a la consideración de canalizar o de emplear áreas auxiliares pavimentadas, independientemente a la densidad de tránsito.

Debe también considerarse la combinación ente los alineamientos horizontal y vertical. Una curva horizontal cerrada a continuación de la cresta de una curva vertical, es absolutamente inconveniente en el área de un entronque.

## ALINEAMIENTOS DE LOS ENTRONQUES

Los entronques presentan áreas de conflicto y constituyen, por ende, peligros potenciales. El alineamiento y las condiciones del cruce deben, por tanto, permitir al conductor discernir con claridad sobre las maniobras necesarias para pasar por un entronque con plena seguridad, ocasionando la mínima interferencia. Para ello, el alineamiento horizontal deberá ser lo más recto y el vertical con las mínimas pendientes posibles. De la misma manera, la distancia de visibilidad deberá ser igual o mayor al mínimo asignado para condiciones específicas de entronques. De otra manera, resulta difícil para el conductor prever los actos de los otros conductores, o percibir los mensajes de los dispositivos de control y mantener al mismo tiempo su propio vehículo.

1. Modificaciones al alineamiento horizontal. En muchas ocasiones, las condiciones del lugar establecen limitaciones en el alineamiento definitivo y en la pendiente de los caminos que se intersectan, pero a menudo es posible modificarlos para mejorar las condiciones de circulación y reducir los peligros, particularmente en carreteras.

Independientemente del tipo de entronque es conveniente tanto desde el punto de vista de seguridad como de la economía, que los caminos se crucen en un ángulo lo más próximo a 90 grados, pues en aquellos que se intersectan con esviajamiento se limita la visibilidad, especialmente a los vehículos pesados. Además, en los entronques esviajados, es mayor el tiempo en que existe riesgo para los vehículos que cruzan la corriente principal, lo que aumenta la potencialidad de accidentes. Por tanto resulta altamente benéficamente la práctica de modificar el alineamiento horizontal de las ramas.

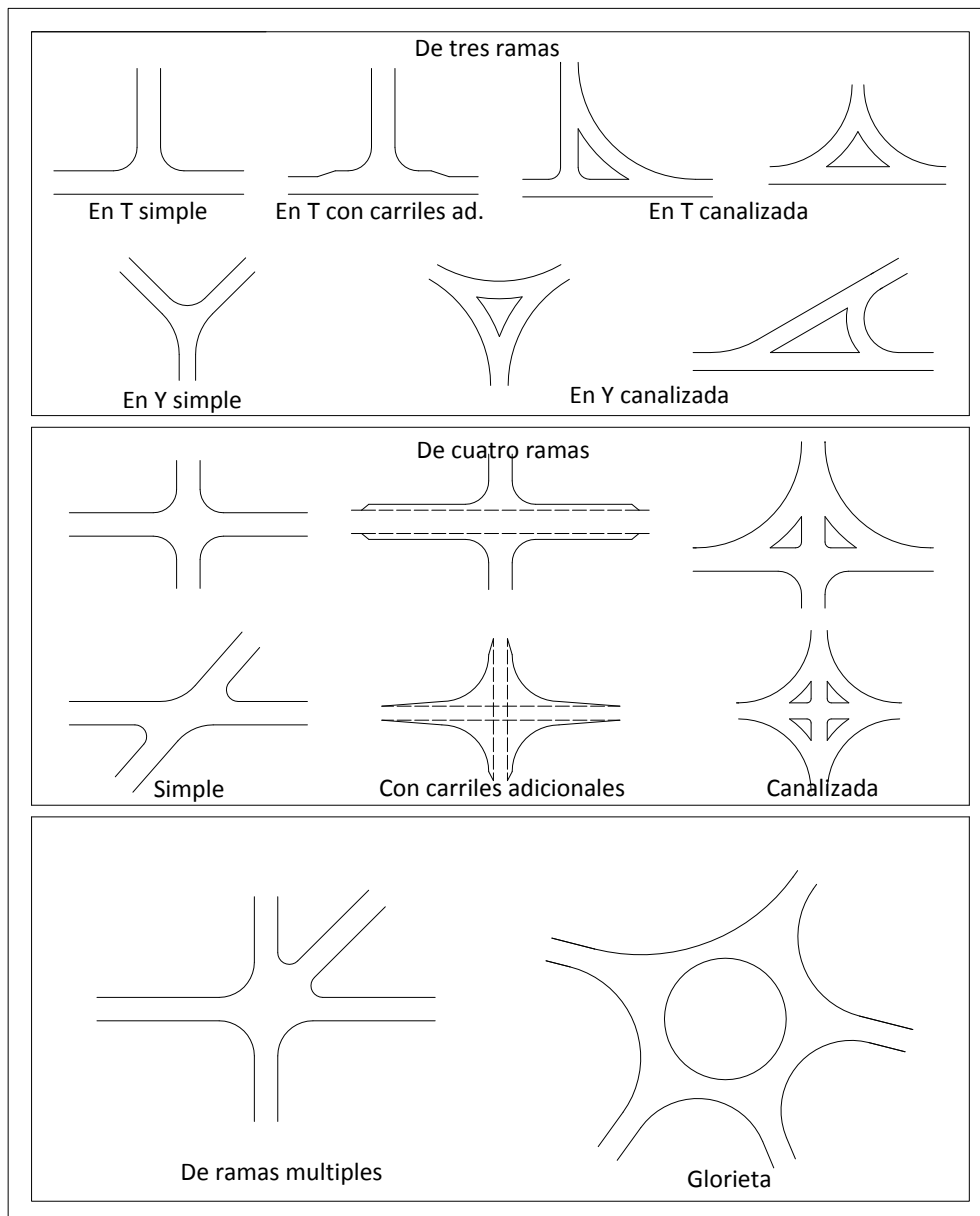


Figura 26. Tipos de entronque generales a nivel.



2. Modificaciones al alineamiento vertical. En los entronque donde se instalen señales de “Ceda el paso” o de “Alto”, semáforos, las pendientes deben ser lo menor posible en los tramos empleados para almacenar los vehículos que se detienen momentáneamente. La mayoría de los vehículos cuando se hallan sobre una pendiente, tienen los frenos aplicados para mantenerse inmóviles mientras el motor funciona a menos que la pendiente sea inferior al 1%.

Las rasantes y las secciones transversales de las ramas de un entronque deberán de ajustarse desde una distancia conveniente, a fin de proporcionar un acceso apropiado y el drenaje necesario. Normalmente, el camino principal debe conservar su rasante, a través del entronque y la del camino secundario ajustarse a ella. Las rasantes de los enlaces deben ajustarse a las pendientes transversales y longitudinales de los caminos.

Por regla general, los alineamientos horizontal y vertical de los caminos en o cerca de un entronque, se hallan sujetos a mayores restricciones que en el camino abierto. Su combinación en el sitio del entronque y en las proximidades de este, debe permitir en todo momento al conductor una clara visibilidad de los carriles de tránsito y comprensión absoluta sobre cualquier dirección que pretenda tomar, libre de toda aparición repentina de peligros potenciales.

#### TIPOS DE ENTRONQUES A NIVEL.

En cada caso particular, el tipo de un entronque a nivel se halla determinado tanto en la topografía como en el uso de la tierra, como por las características del tránsito y el nivel del servicio deseado. Cualquier tipo de entronque puede variar ampliamente en dimensiones, forma y grado de canalización.

Los principales factores para el diseño de un entronque son: los volúmenes del tránsito, la velocidad y las características de los caminos en cuestión.

#### Entronques de tres ramas.

Estos entronques pueden adoptar la forma de T o de Y, cualquiera que esta sea, los principios generales de diseño son aplicables a ambos casos.

1. Entronques simples y con carriles adicionales. En la figura 27 A, aparece el entronque ilustrado más común de entronque en T; en este la calzada conserva su ancho normal en ambos caminos exceptuando las zonas destinadas para las vueltas. Este tipo de entronque se adapta a intersecciones entre caminos secundarios o locales y en términos generales, a intersecciones de caminos secundarios con carreteras de mayores importancias, siempre que el esviamiento no sea muy pronunciado. En áreas rurales generalmente se emplea este tipo para el entronque entre carreteras de dos carriles con escasos volúmenes de tránsito, en áreas urbanas o suburbanas puede operar satisfactoriamente aun con altos volúmenes y en caminos de carriles múltiples. Donde las velocidades son altas y los movimientos de vueltas frecuentes, habrá de asignarse un carril adicional para facilitar las maniobras, en la forma que se ilustra en la figura 27 B, 27 C, 27 D. Este carril adicional reduce por una parte el peligro originado por los vehículos que dan vuelta y por otra incrementa la capacidad. Las vueltas a la izquierda procedentes de los carriles del camino principal son particularmente peligrosas

por que los vehículos tienen que desacelerar y quizás detenerse antes de completar la vuelta. Los entronques con carriles adicionales permiten a los conductores en la corriente de tránsito directo, rebasar fácilmente a los vehículos que desaceleran.

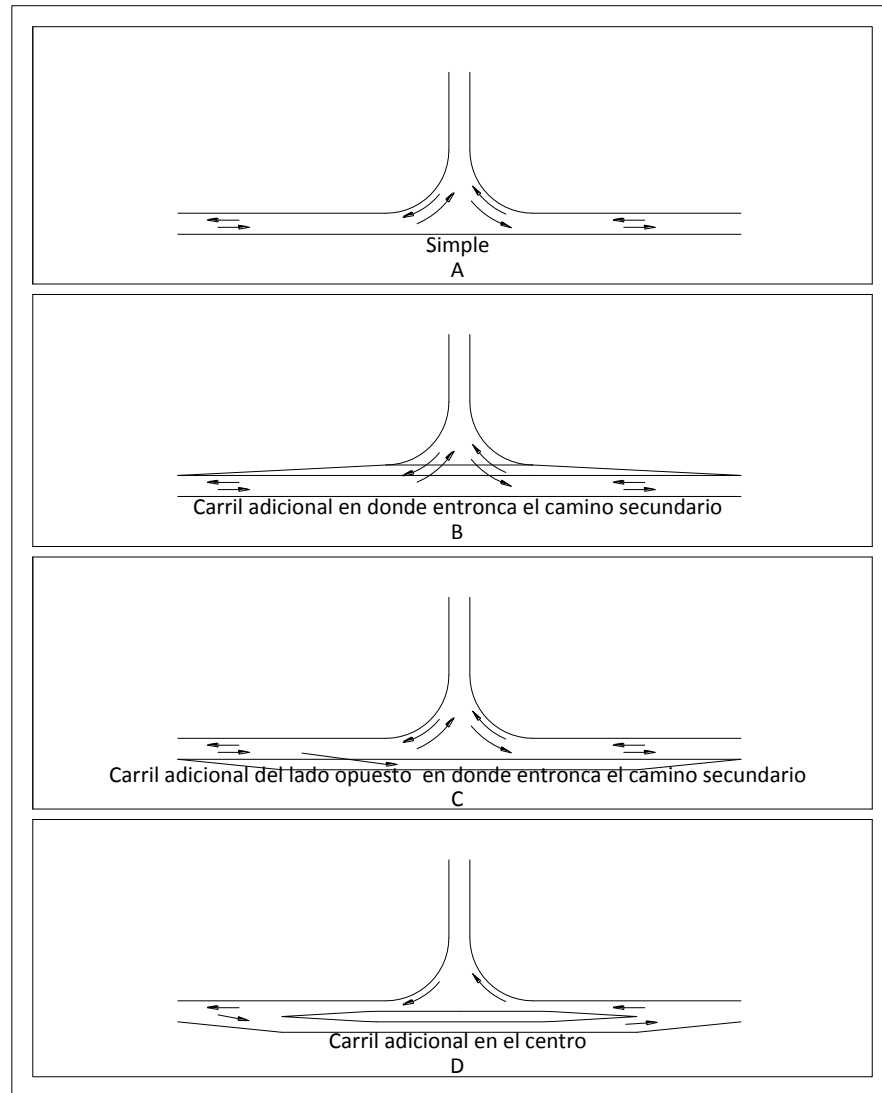


Figura 27. Entronque en T, simple y con carril adicional

2. Entronques canalizados. Donde se justifique una trayectoria de vuelta mayor que la mínima, habrán de asignarse enlaces para las vueltas derechas, con el fin de reducir el área pavimentada del entronque. Puede usarse un solo enlace en uno de los cuadrantes, cuando el volumen de tránsito que efectúa la maniobra de vuelta lo justifique, o en aquellos cuadrantes donde el ángulo de vuelta es muy agudo debido al esviajamiento de la intersección.

La figura 28 B corresponde a un entronque con dos enlaces. Este diseño no favorece las vueltas hacia la izquierda desde el camino principal, ya que el enlace para vueltas a la derecha, destinado al tránsito que se dirige al camino principal, debe ser lo más angosto posible para desanimar a los conductores que intenten entrar en el, dando vuelta hacia la izquierda desde el camino principal.

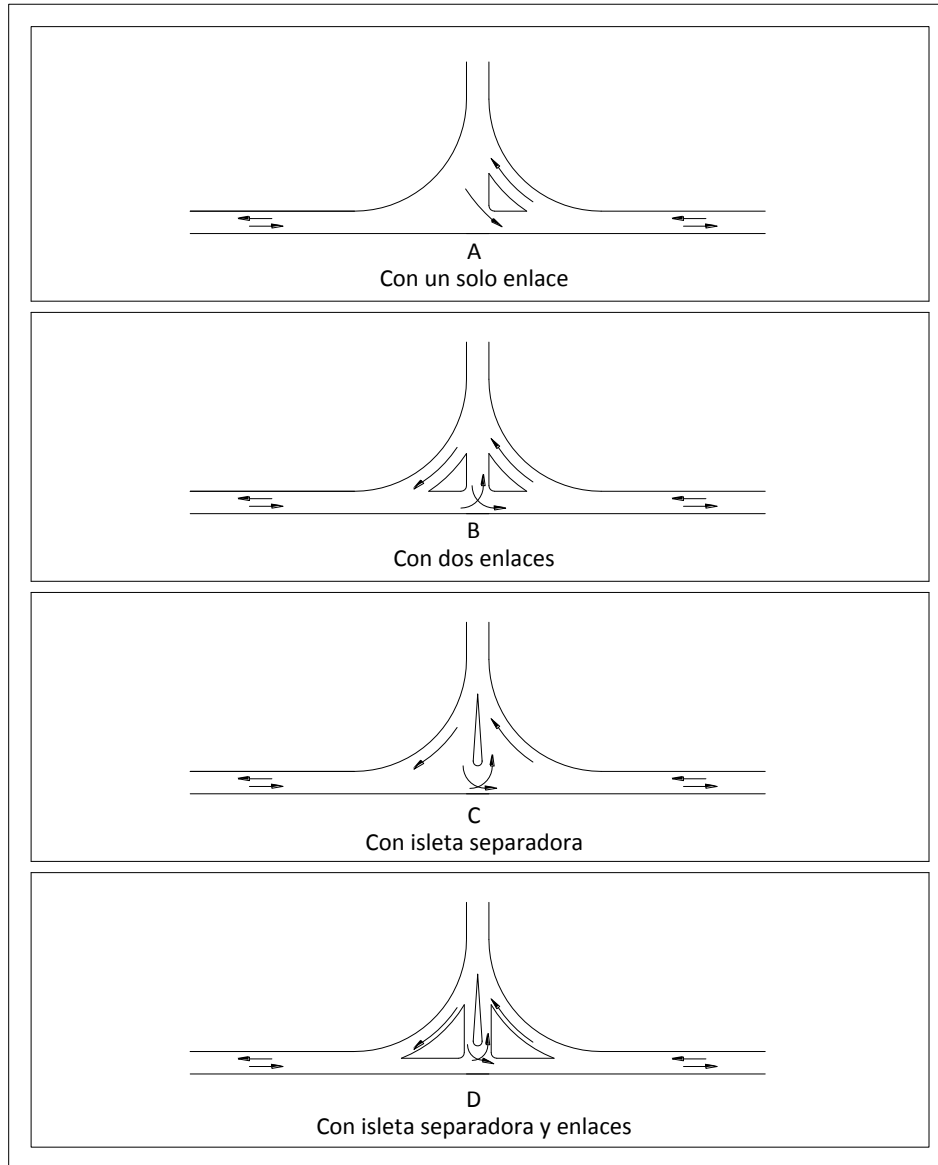


Figura 28. Entronques en T canalizados.

La figura 28 C muestra un entronque canalizado por medio de una isleta separadora ubicada sobre el camino secundario; el sitio para la isleta se proporciona ampliando la corona de este camino y asignándolo a los movimientos de vuelta a la derecha radios superiores al mínimo. El extremo de la isleta generalmente se localiza de 2.50 a 3.60 m

de la orilla de la calzada del camino principal, para dar lugar a las trayectorias de aquellas vías de dos carriles con altos volúmenes de tránsito, donde se carece de espacio para establecer enlaces y a la vez, se desea realizar un diseño sencillo. Tratándose de volúmenes de tránsito que fluctúan entre intermedios y altos, en relación a la capacidad de las vías, el camino principal deberá ampliarse con un carril adicional.

3. Entronque canalizados con circulación en los enlaces en ambos sentidos. La figura 29 A, representa un entronque con enlaces de circulación en ambos sentidos, formados por una isleta triangular grande, que permite a los vehículos que dan vuelta, tanto a la derecha como a la izquierda circular a velocidades superiores a la mínima, con movimientos mejor dirigidos y menores distancias de recorrido. El inconveniente en este diseño consiste en que, al seguir los vehículos su trayectoria natural para dar vuelta hacia la izquierda, cruzan un tanto la entrada como a la salida de los enlaces (a, b y c). Por bajas que sean las velocidades, los cruces en ángulos tan abiertos son siempre peligrosos. Este diseño no es recomendable si no está controlado por un semáforo, excepto en los sitios donde los volúmenes de tránsito son bajos y el terreno es plano.

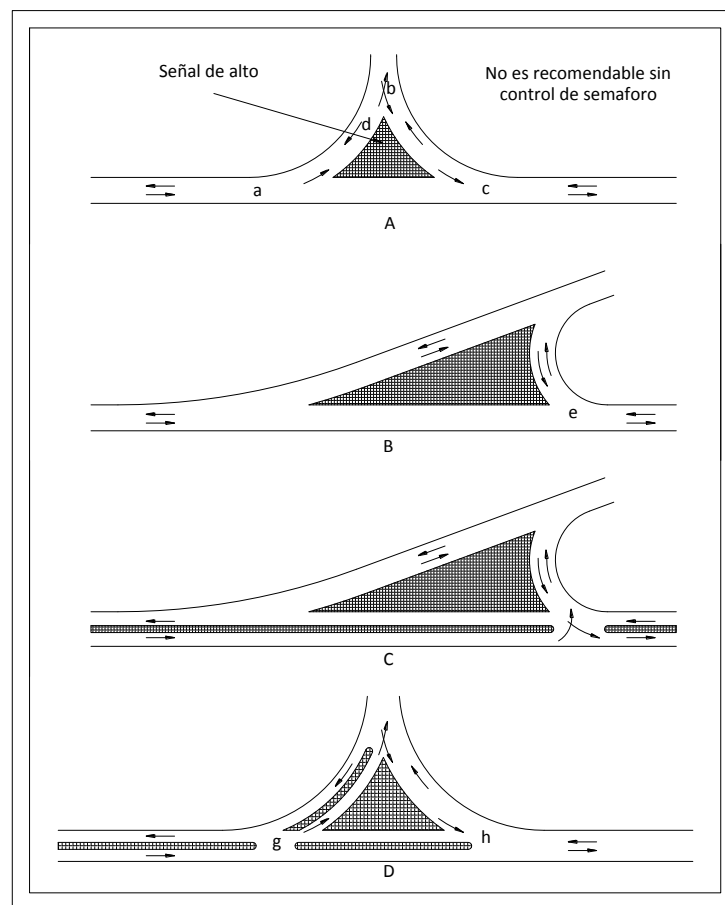


Figura 29. Entronques de tres ramas, canalizadas, con circulación en los enlaces en ambos sentidos.

En la figura 29 B se muestra un diseño similar al anterior en el que debido al ángulo de esviaje, los cruces en los puntos e y f son casi normales, lo que los hace menos peligrosos. En este diseño la isleta deberá ser tan grande como sea posible y deberá colocarse una señal de Alto en el punto e.

En la figura 29 C muestra un entronque en ángulo agudo en el que el enlace superior es de un solo sentido. Este diseño puede resultar inconveniente en carreteras de dos carriles, en donde el tránsito que da vuelta hacia la izquierda desde la vía principal, puede verse inducido a entrar erróneamente en el enlace; esto se evita con una faja separadora a lo largo de la zona del entronque. En intersecciones de menor importancia, conviene eliminar éste enlace, simplificando el diseño.

En la figura 29 D corresponde a un entronque formado por carreteras de carriles múltiples, con volúmenes considerables, tanto de frente como de vuelta. Para un mejor servicio habrán de asignarse calzadas separadas con circulación en ambos sentidos. Este diseño requiere un sistema coordinado de semáforos en los puntos g y h y probablemente j, la isleta triangular deberá ser de un tamaño suficientemente grande para que pueda almacenar los vehículos que esperan la luz verde del semáforo. Es necesario cuidar el equilibrio entre el volumen de tránsito y la capacidad determinada por el número y ancho de carriles, por el ciclo del semáforo y por las áreas de almacenamiento.

4. Entronques con alto grado de canalización. En carreteras con elevados volúmenes de tránsito y frecuentes movimientos de vuelta se requieren entronques con alto grado de canalización como los mostrados en las figuras 30 y 31. La figura 30 A corresponde a una intersección de caminos con dos carriles, donde los volúmenes de tránsito se aproximan a su capacidad. En el camino principal se ha ampliado la corona de dos a cuatro carriles incluyendo las isletas separadoras, estableciéndose así en ambas direcciones un carril exclusivo para el tránsito directo y otro para los movimientos de vuelta. Sobre el camino secundario todos estos movimientos se realizan en carriles separados. Los diseños de la figura 30 son recomendables para los extremos de las rampas de un entronque a desnivel, especialmente en aquellos con formas de trébol parcial.

La figura 30 B ilustra un entronque de carreteras divididas con faja separadora central cuya anchura es del orden de cinco o diez metros dentro de los cuales se ha proporcionado un carril adicional para los movimientos de vuelta izquierda. También se proporcionan carriles de cambio de velocidad para las vueltas a la derecha. Cuando las vueltas hacia la izquierda, partiendo de la carretera principal, alcancen un volumen cuyo control requiere semáforo pueden asignarse dos carriles dentro de la faja separadora central.

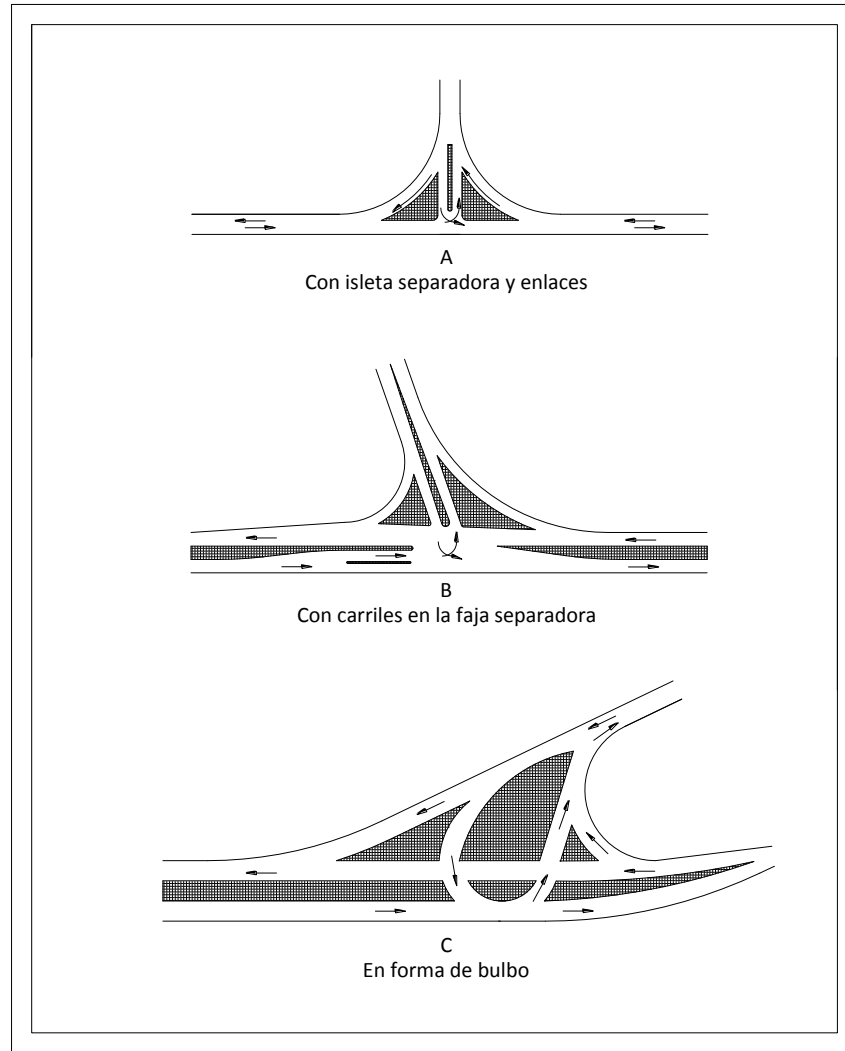


Figura 30 Entronques de tres ramas con alto grado de canalización.

La figura 30 C muestra un entronque cuya canalización adopta la forma de un bulbo. El camino principal cuenta con una faja separadora central de doce o más metros. Las velocidades son altas y los movimientos de vuelta izquierda no requieren, por su volumen, control mediante semáforo. Cuando sea necesario podrán incluirse carriles adicionales a expensas de la faja separadora, indicados por una raya punteada. Esta solución es también apropiada para carreteras de dos carriles siempre y cuando se incluya una faja separadora en las ramas de la intersección. Su principal inconveniente es que requiere una gran superficie.

La figura 31 A corresponde a un entronque en Y canalizado, adecuado para dos carreteras que convergen en ángulo agudo. Este diseño es realizable ya que con caminos divididos o en caminos de dos carriles en ambos sentidos. Como las vueltas

hacia la izquierda son las de menor importancia realizan en U a cierta distancia de la intersección principal. Las vueltas hacia la derecha se efectúan en el punto b y corresponden por lo común a diseños superiores al mínimo. Los movimientos de vuelta enmarcados con a y b pueden realizarse mediante un ramal separado con circulación en ambos sentidos y alejado del punto principal de la intersección. Letra C.

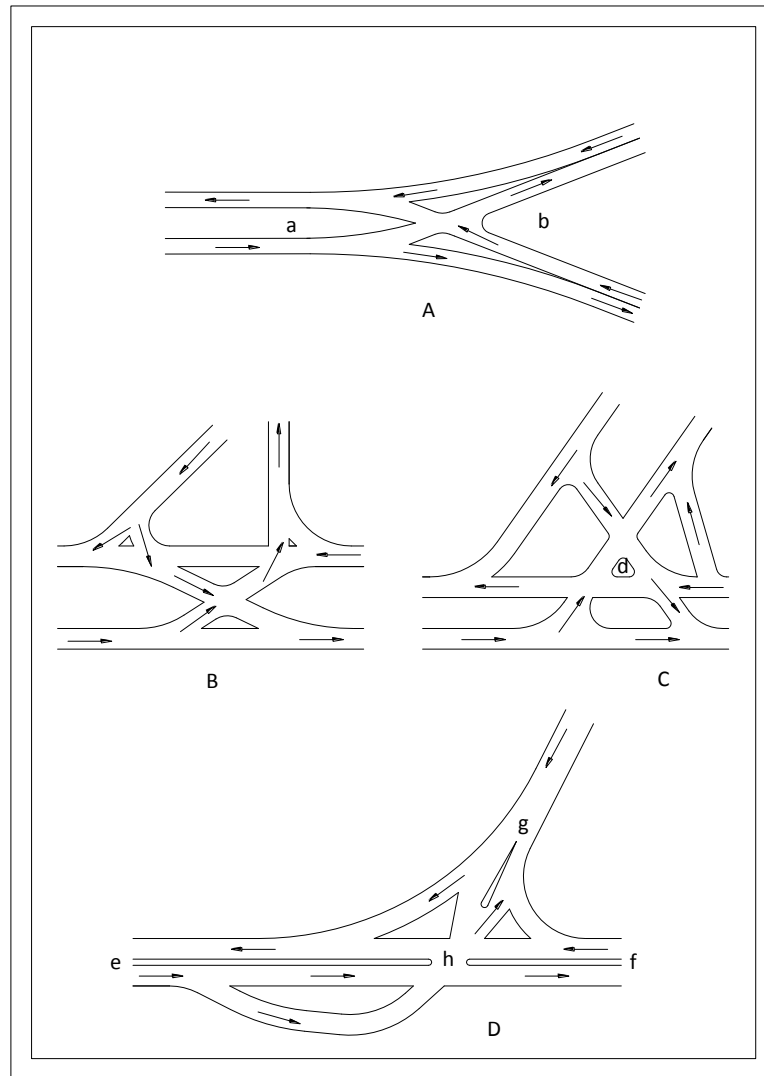


Figura 31. Entronque de tres ramas, con alto grado de canalización

La figura 31 B muestra una solución similar a la de forma de bulbo. Los dos movimientos de vuelta están diseñados en forma tal que se cruzan dentro de la faja separadora central la cual debe tener una anchura de veinticinco metros o más para que exista un efecto positivo en la canalización. La vuelta hacia la izquierda desde el camino secundario, deberá estar controlada por una señal de Alto en los dos puntos de cruce. Cuando el volumen de tránsito requiera de semáforo para su control puede adoptarse este proyecto a fajas separadoras centrales mas angostas.

Otra variación de este mismo aparece en la figura 31 C, el cruce de los dos movimientos de vuelta izquierda no se verifica dentro de la faja separadora central, si no a un lado del camino principal. El diseño aparenta estar canalizado en exceso; sin embargo con suficiente separación entre los enlaces, una isleta grande en el punto d y control mediante semáforos coordinados en los tres sitios de cruce, podría dar servicio a elevados volúmenes de tránsito.

En la figura 31 D aparece un diseño especial para entronques en T o en Y correspondiente a una carretera de carriles múltiples. Para realizar los movimientos de vuelta a la izquierda, partiendo del camino principal, el conductor sale por la derecha y cruza la propia carretera para entrar en el camino secundario. Este diseño resulta adecuado en aquellos sitios donde el camino secundario da servicio en una zona que genera volúmenes de tránsito altos. Pero relativamente de corta duración; como una planta industrial, un camino deportivo o un centro de recreo. Debe controlarse mediante semáforos semiaccionados por el tránsito y funcionando a tiempo durante las citadas horas de volumen máximo. Puede lograrse una gran capacidad haciendo el ramal inferior destinado a los movimientos que van de e a g, suficientemente ancho en el sitio del cruce, en forma que pueda dar servicio a la circulación de dos o tres carriles. Usualmente, el control mediante semáforo de dos fases resulta suficiente por cuando los movimientos e-g se han acumulado, los vehículos que van de g a f están en aptitud de circular. Este diseño resulta ventajoso cuando se requiere una intersección a desnivel destinada principalmente a servir durante las horas de volumen máximo, pero cuya inversión no se halle justificada por que dicho volumen es esporádico.

#### Entronques de cuatro ramas.

Los principios generales para el diseño, la disposición de las isletas y el uso de áreas auxiliares de pavimento, así como la mayor parte de lo expuesto respecto a entronques de tres ramas se aplica igualmente para los de cuatro ramas.

1. Entronques simples y con carriles adicionales. La figura 32 A ilustra la forma más simple de entronque de cuatro ramas sin canalizar apropiadamente para cruces de caminos de bajo volumen de tránsito y a menudo para los sitios en que estos intersectan un camino de alto volumen siempre y cuando el esviamiento de la intersección no sea excesivo y que el volumen de tránsito que da vuelta sea escaso.

La figura 32 B muestra un entronque con carriles adicionales que incrementan su capacidad para los movimientos directos y de vuelta. Los carriles adicionales permiten a los vehículos que siguen de frente, rebasar a los que circulan lentamente o a los que se detienen para dar vuelta.

La figura 32 C muestra un entronque con carriles adicionales dentro de la isleta separadora central, que está definida por marcas en el pavimento. Este diseño resulta



adecuado para caminos con dos carriles donde las velocidades son altas, las intersecciones poco frecuentes y los movimientos de vuelta a la izquierda, peligrosos.

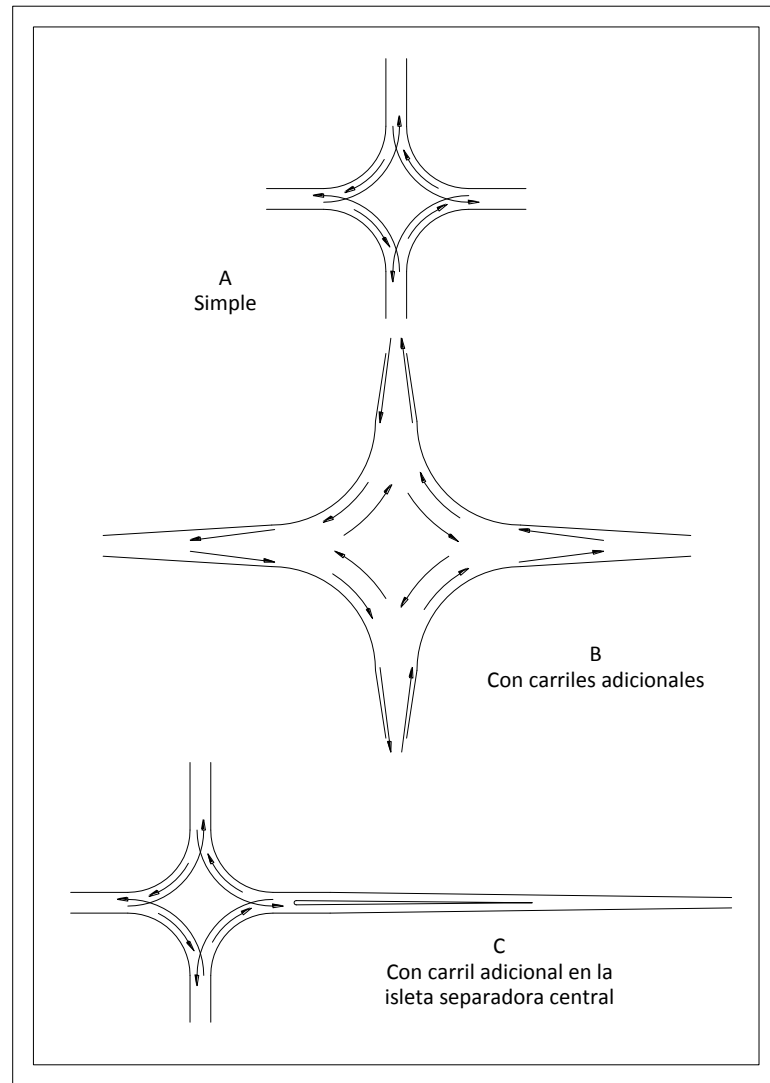
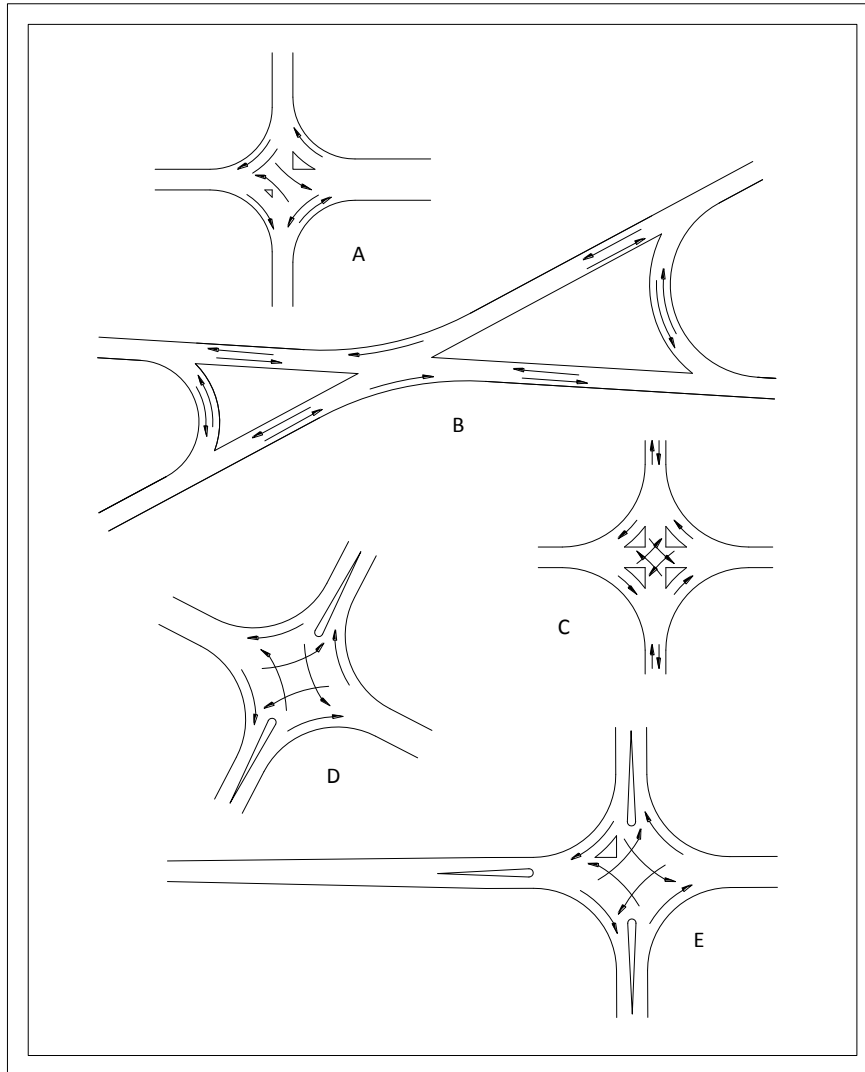


Figura 32. Entronques de cuatro ramas simples y con carriles adicionales

2. Entronques canalizados. Es frecuente proporcionar enlaces para vueltas en la derecha como lo indica la figura 33 A, cuando los movimientos de vueltas a la derecha son importantes, o para dar servicio a los vehículos de grandes dimensiones; también se construyen en aquellos cuadrantes donde el ángulo de vuelta exceda considerablemente los 90 grados.

En la figura 33 B se muestra un entronque esviado a 45 grados o más, con enlaces separados y con circulación en ambos sentidos. Los vehículos pueden girar fácilmente

hacia la derecha o hacia la izquierda, eliminándose las maniobras molestas y las invasiones a los carriles en el sentido contrario, sin embargo, los múltiples puntos de cruce y el amplio ángulo de esviajamiento pueden hacer peligroso este tipo de entronques. Preferentemente, uno o ambos caminos deben ser modificados para **reducir** el ángulo de esviajamiento o cuando el espacio lo permita, conviene realizar una canalización en Y.



Figur

a 33. Entronque canalizados de cuatro ramas.

La figura 33 C muestra un cruce con enlaces en sus cuatro cuadrantes, adecuado para los sitios donde haya suficiente espacio disponible y elevando el volumen de tránsito que de vuelta, particularmente en áreas suburbanas donde transiten peatones. Este diseño no se aplica comúnmente en carreteras de dos carriles. Cuando uno o más de los movimientos de vuelta a la derecha requiere enlaces, generalmente resultan necesarios carriles adicionales para completar los vehículos correspondientes de vuelta izquierda.

La figura 33 D ilustra un entronque con isletas separadoras en el camino secundario. Este diseño se ajusta a grandes volúmenes de tránsito en el sitio cuya capacidad depende los anchos en la calzada en el entronque y la sencillez en el entronque.

El diseño que aparece en la figura 33 E resulta conveniente para caminos de dos carriles cuya operación se halle cercana a su capacidad o bien para aquellos donde circulen volúmenes moderados a altas velocidades. En el acceso del entronque, la calzada del camino principal, de dos carriles, se convierte en un tramo de cuatro carriles, con una isleta separadora. La canalización sobre el camino secundario puede adoptar diversas formas, dependiendo de los volúmenes que cruzan y que dan vuelta, así como de la dimensión de los vehículos.

3. Entronque con alto grado de canalización. Los volúmenes y la velocidad del tránsito en carreteras divididas, justifican a menudo un alto grado de canalización que dé preferencia a los movimientos predominantes del entronque.

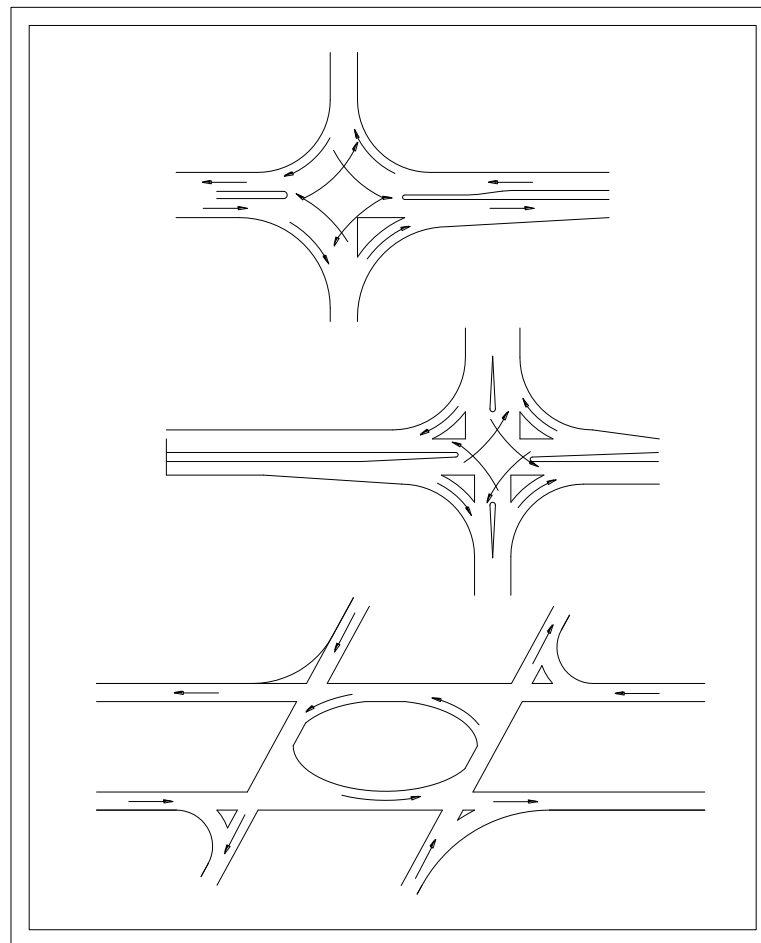


Figura 34. Entronques de cuatro ramas, con alto grado de canalización

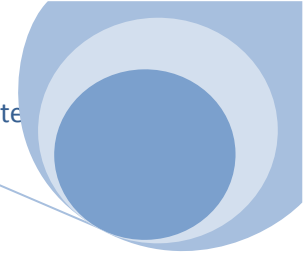
La figura 34 A muestra un entronque donde los movimientos de vuelta en el cuadrante inferior derecho son muy significativos, para lo cual se ha provisto un carril a expensas de la faja separadora central para vuelta a la izquierda y un enlace para dar vuelta a la derecha. Los movimientos restantes de vuelta son de menor importancia. Las vueltas hacia la izquierda, en el cuadrante opuesto se facilitan mediante el remate ahusado de la faja separadora, permitiendo, por lo menos, que un automóvil se detenga en espera de dar vuelta fuera del pavimento destinado al tránsito directo.

La figura 34 B representa un diseño para un cruce de importancia entre dos autopistas. Los enlaces para vuelta hacia la derecha, con carriles para cambios de velocidad y los carriles en la faja separadora central para vueltas a la izquierda, proporcionan un alto grado de eficiencia en la operación, permitiendo al tránsito directo circular sobre la carretera a una velocidad razonable.

La figura 34 C muestra un diseño con suficiente separación entre las calzadas de cada sentido que permite alojar una isleta central, alrededor de la cual circulan satisfactoriamente los vehículos. La separación requerida entre las calzadas es de 25 o más metros. La isleta central debe quedar a una distancia apropiada de las orillas de la calzada o de la faja separadora y tener radios no menores de 10 m. No se trata precisamente de una glorieta sino de un diseño para separar efectivamente los movimientos de vuelta a la izquierda, dándoles la educada protección. Si como facilitar a los camiones con remolque y demás vehículos, cruzar más fácilmente la carretera con mejor riesgo que en los entronque de cuatro ramas. Este diseño resulta adecuado para cruces importantes de carreteras divididas donde se dispone de suficiente derecho de vía, las pendientes son suaves y donde las fajas separadoras son anchas o pueden ser fácilmente ensanchadas. Este diseño se controla mediante señales de Alto o por medio de semáforos; en este último caso, la separación de los movimientos y los espacios de almacenamiento de vehículos alrededor de la isleta, a menudo eliminan la necesidad de múltiples fases en el semáforo.

#### ENTRONQUES DE RAMAS MÚLTIPLES.

Pertencen a esta clasificación aquellos entronques con cinco o más ramas. Estos entronques deben ser evitados siempre que sea posible. Cuando los volúmenes sean ligeros y exista control de Alto, puede resultar conveniente que todas las ramas se intersecten en un área común pavimentada en su totalidad. Con excepción de los cruces de menor importancia, puede incrementarse la seguridad y eficiencia del entronque, mediante reacondicionamientos que alejen de la intersección principal algunos conflictos. Esto se logra re alineando una o más de las ramas y canalizando algunos de los entronques adyacentes secundarios.



## EFFECTOS DEL CONTROL MEDIANTE EL SEMÁFORO.

La mayoría de los entronques ilustrados y expuestos anteriormente resultan adecuados para señales de Alto o semáforos. En los entronques que no requieren de semáforos, el ancho normal de la calzada en los caminos convergentes se mantiene uniforme en la zona de la intersección, con la posible adición de carriles para el cambio de velocidad, carriles de almacenamiento o transiciones.

Cuando los volúmenes de tránsito alcanzan niveles que requieren de control mediante semáforos, a menudo tendrá que aumentarse en uno o dos el número de carriles para el tránsito directo; cuando el volumen de tránsito en las ramas del entronque se aproxime a la capacidad bajo condiciones de circulación continua, posiblemente tendrá que duplicarse el número de carriles en cada dirección para acomodar dicho volumen bajo el control de semáforo.

Otras características geométricas susceptibles de modificarse por la instalación de un semáforo, son la longitud y el ancho de los carriles de almacenamiento, la localización de los ramales, los espaciamientos de los entronques secundarios y posiblemente la ubicación de dimensiones en las isletas a fin de acomodar los postes del semáforo o de los arbotantes.

El proyecto de un entronque que requiera control mediante semáforo, se realiza en mejor forma considerando conjuntamente el diseño geométrico, el análisis de la capacidad, los volúmenes horarios de proyecto y los controles físicos.

## GLORIETAS

Las glorietas son una forma especial de los entronques a nivel.

Las glorietas tienen algunas ventajas sobre tipos de entronques a nivel de la misma capacidad, pero presenta desventajas que limitan grandemente el uso.

Ventajas:

- La circulación en un solo sentido dentro de las glorietas da por resultado un movimiento de tránsito continuo y ordenado. Normalmente todo el tránsito se mueve simultánea y continuamente a baja velocidad. Cuando se trata de escasos volúmenes, se producen muy pocos retrasos debido a reducciones de velocidad y ninguna demora de paradas.
- Los movimientos usuales de cruces oblicuos de los entronques a nivel se reemplazan por entrecruzamientos. Los conflictos por cruce directo quedan por lo tanto eliminados, ya que el tránsito en todos los carriles converge o diverge formando ángulos pequeños. Los accidentes ocasionados por tales movimientos son de poca importancia y constituyen en su mayoría, daños a la propiedad únicamente.
- Todas las vueltas pueden efectuarse con facilidad, si bien se produce una longitud adicional de recorrido para todos los movimientos exceptuando las vueltas derechas.
- Las glorietas son especialmente adecuadas para entronques de cinco o más ramas.

- Una glorieta, normalmente, cuesta menos que un entronque a desnivel, que pudiera construirse en la misma área.

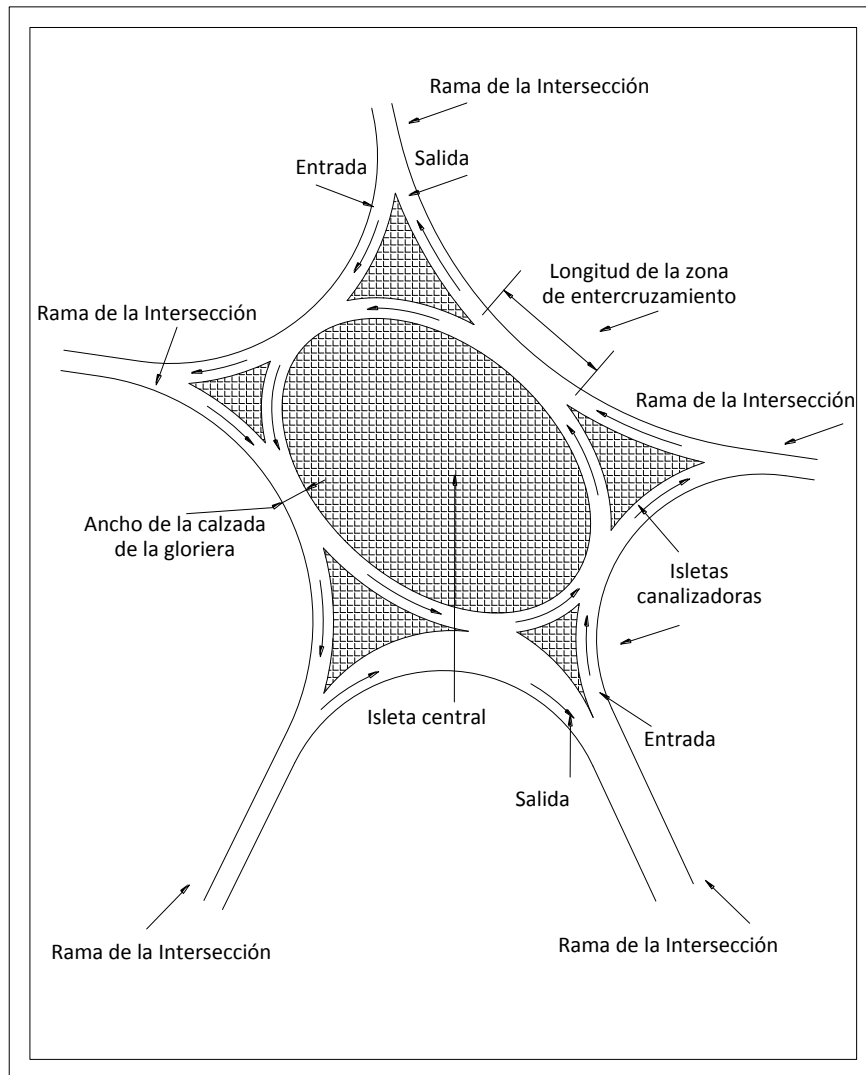


Figura 35. Términos empleados en el proyecto de glorietas.

Desventajas:

- La capacidad de una glorieta es inferior a la de un entronque correctamente canalizado.
- Las glorietas no operan satisfactoriamente cuando los volúmenes de tránsito de dos o más de las ramas de la intersección, se aproximan simultáneamente a su capacidad, particularmente si son caminos de cuatro o más carriles.
- Las glorietas necesitan mayor derecho de vía y mayor superficie de rodamiento, resultando generalmente más costosas que los entronques a nivel.
- Las grandes áreas que se requieren para construir las glorietas impiden su uso en zonas congestionadas.

- Debido a que el área requerida debe ser relativamente plana, el uso de glorietas se ve restringido a zonas con esa topografía.
- No son adecuadas en aquellos lugares donde existe un movimiento grande de peatones a través de la intersección, ya que su paso interrumpe el tránsito de vehículos. En algunos casos, en zonas urbanas, las glorietas operan mediante semáforos. Lo que anula el principio básico de las glorietas, la circulación continua.
- Las glorietas requieren grandes dimensiones cuando los caminos que forman la intersección son para alta velocidad, y ello es debido a que necesitan una longitud de entrecruzamiento muy larga, o bien cuando la intersección está formada por más de cuatro ramas; en estos casos, deberá compararse el tiempo de recorrido en la glorieta con los tiempos de espera en un entronque canalizado especialmente respecto a los movimientos de vuelta.
- Para obtener una operación segura y eficiente en una glorieta son necesarias numerosas señales. Las cuales deberán prestar servicio tanto durante el día como la noche. Resulta difícil obtener un señalamiento adecuado que no confunda a los conductores no familiarizados con la zona. Generalmente se necesita iluminación y paisaje, cuyo costo deberá considerarse en el estudio comparativo con una alternativa de entronque canalizado.
- Las glorietas no pueden adaptarse fácilmente a un desarrollo por etapas. Intentarlo conduce a un proyecto excesivo para las condiciones de tránsito iniciales.
- Para que una glorieta funcione satisfactoriamente, deberán controlarse las entradas y las salidas.

#### CONDICIONES DE TRÁNSITO FAVORABLES PARA EL PROYECTO DE GLORIETAS

Las glorietas requieren la subordinación de los movimientos individuales del tránsito, a favor del tránsito general. Muy rara vez pueden reunirse en un proyecto todas las ventajas de las glorietas sin la inclusión de alguna de sus desventajas. El proyecto final deberá ser equilibrado.

1. Composición del tránsito. En una glorieta pueden operar toda clase de vehículos de motor, incluso grandes camiones, siempre que el proyecto sea suficientemente amplio para ello.
2. Velocidad de proyecto. Las glorietas son adaptables a caminos con cualquier velocidad de proyecto. Sin embargo tratándose de carreteras para alta velocidad, es necesario reducirla considerablemente, lo que se consigue mediante el diseño adecuado de los accesos y el señalamiento. Una buena visibilidad en los accesos de las vías para alta velocidad, disminuirá, la posibilidad de accidentes en la glorieta.
3. Volumen de tránsito. Las glorietas son más eficientes cuando los volúmenes de tránsito procedentes de las diferentes ramas que forman la intersección son aproximadamente iguales. Un total de 3000 vhp procedente de todas las ramas de la intersección, parece ser la capacidad de las glorietas de primer orden. Con todo en algunas ocasiones el volumen total de las ramas de la intersección no norma el criterio de proyecto. Su capacidad rige por el tránsito principal y por el que se entrecruza en el sitio crítico de confluencia de la glorieta.
4. Otras consideraciones. Las glorietas se adaptan mejor a las condiciones de tránsito cuando el volumen que da vuelta iguala o supera al que sigue de frente; con esto ocurre

frecuentemente en áreas suburbanas, donde un camino radial intersecta un anillo periférico, las glorietas en estos lugares tienen, además, la ventaja de reducir la velocidad de tránsito de llegada.

#### ELEMENTOS DE UNA GLORIETA.

Velocidad de proyecto en las glorietas.

No puede establecerse un patrón general para el proyecto de las glorietas. Cada una requiere, atendiendo a la interrelación de todos sus detalles, un proyecto determinado.

En la glorieta, los vehículos deben transitar a una velocidad uniforme para poder incorporarse, entrecruzarse y salir de la corriente de tránsito, desde y hacia las ramas de la intersección, sin serios conflictos. La velocidad de proyecto para la glorieta deberá ser fijada inicialmente y a ella deberán sujetarse todos los elementos de proyecto, para lograr uniformidad, dicha velocidad de proyecto estará en función de las corrientes a los caminos que se intersectan, cuando se tiene una marcada disminución de velocidad, se incrementan los peligros. Por otra parte, los proyectos para alta velocidad, dentro de la glorieta requieren áreas muy extensas y distancias de recorrido muy grandes. El proyectista deberá buscar un equilibrio que no exija una reducción drástica de la velocidad sobre las ramas de la intersección y que conduzca a un proyecto de dimensiones prácticas y de operación adecuada.

Las primeras experiencias en áreas urbanas indicaron que la velocidad más eficiente en las glorietas oscilaba entre 25 y 40 km/h. En áreas rurales se descubrió posteriormente, que tales velocidades no eran satisfactorias cuando los caminos que formaban glorietas estaban proyectadas para velocidades entre 60 y 110 km/h la experiencia ha demostrado que las glorietas pueden ser empleadas efectivamente, cuando su velocidad de proyecto se aproxima o resulta algo inferior a la velocidad de marcha de los caminos que forman la intersección.

En caminos proyectados para velocidades de 50 a 70 km/h, la velocidad de proyecto de la glorieta debe corresponder a la velocidad de marcha del camino; específicamente a 46 y 63 km/h, respectivamente. Para velocidades de proyecto en el camino superiores a 70 km/h, la velocidad correspondiente en la glorieta deberá ser relativamente baja para que sus dimensiones se mantengan dentro de los límites prácticos.

Longitudes en las zonas de entrecruzamiento.

La longitud de entrecruzamiento es la distancia que existe entre los extremos de las isletas canalizadoras. En cada zona de entrecruzamiento se produce un movimiento de entrecruce y dos que no son de entrecruce. Los vehículos que se entrecruzan efectúan su maniobra en la parte más angosta de la calzada. Independientemente del número de ramas de la intersección, el proyecto del ancho de la calzada entre dos ramas adyacentes depende de la magnitud de los movimientos antes mencionados. La longitud de entrecruzamiento determina la facilidad de maniobra para los vehículos y de hecho, la capacidad misma de tramo.

Puede que la longitud de la zona de entrecruzamiento no debe ser menor que la requerida para maniobrar, con volúmenes bajos, a la velocidad de proyecto de la glorieta.



#### Isleta central

El diseño de la isleta central depende de la velocidad de proyecto de la glorieta, del número y ubicación de las ramas de intersección y de las longitudes de entrecruzamiento requeridas. Existen varias posibles posiciones para cada entrada y salida y cada combinación de ellas sugiere una forma diferente para la isleta central.

El diseño de la glorieta se inicia conectando los caminos con un solo sentido de circulación de entrada y salida para formar una figura cerrada previéndose las distancias mínimas de entrecruzamiento. Una vez hecho esto se ajusta la figura para el radio de la isleta central correspondiente a la velocidad de proyecto. Asimismo, las condiciones propias del lugar pueden requerir futuros ajustes a la forma de la isleta central. Los ajustes pueden realizarse con mayor facilidad en plano a escala del sitio donde se ubicará la glorieta. Puede ser deseable realinear una o más de las ramas de la intersección con el fin de que los vehículos reduzcan su velocidad al entrar a ella pero la curvatura no deberá ser tan pronunciada que reduzca la distancia de visibilidad.

Una isleta central puede diseñarse como un círculo, el cual ocupa el área mínima, en su perímetro, todos los segmentos de la glorieta pueden proyectarse para la misma velocidad. Sin embargo, un círculo o polígono, regular no es deseable desde el punto de vista del tránsito, excepto en aquellos casos en que los caminos que se intersectan son equidistantes sobre el perímetro de la glorieta y tienen aproximadamente los mismos volúmenes. En la mayoría de los casos los caminos no se intersectan en una manera uniforme ni el tránsito presenta una trayectoria balanceada durante la hora de máxima demanda.

El volumen diario que circula en una zona de entrecruzamiento es el mismo que circula en otra zona, pero durante la hora de máxima demanda, una zona de entrecruzamiento puede tener volúmenes altos, que involucren tanto movimientos directos como de entrecruzamientos. Estas zonas de entrecruzamiento adecuadas, frecuentemente termina con la simetría del diseño y puede resultar que una isleta central resulte alargada o de forma oval.

#### Calzada de la glorieta.

La calzada de la glorieta es la que tiene un solo sentido de circulación alrededor de la isleta central. En combinación con las entradas y salidas, su anchura varía generalmente a lo largo de cada zona de entrecruzamiento son usualmente las mismas. Por conveniencia, esta anchura mínima se denomina anchura de la calzada de la glorieta. Si existen demandas de tránsito desiguales durante la hora de máxima demanda, estas anchuras para las diferentes zonas de entrecruzamiento pueden o no ser las mismas. La combinación de la anchura de la calzada de la glorieta y la longitud de la zona de entrecruzamiento, determina la capacidad de la glorieta.

La anchura mínima de la calzada de la glorieta debe ser el equivalente a dos carriles de 3.65 m generalmente la anchura mínima deberá ser igual o exceder a la mitad de la anchura total de la rama de la intersección más ancha, más la anchura de un carril. Normalmente la anchura máxima recomendada en áreas rurales es de cuatro carriles, ya que anchuras excesivas provoca a los vehículos a bandear peligrosamente durante periodos de bajo tránsito.

El alineamiento de la calzada de las glorietas deberá permitir a los vehículos pasar de una rama a otra sin cambios bruscos de dirección, dejando a los vehículos que dan vuelta a la derecha circular dentro de la zona de entrecruzamiento siguiendo una trayectoria natural. La máxima utilización de sección transversal se asegura con un poco más de calzada.

#### Entradas y salidas

La operación satisfactoria de una glorieta depende grandemente del comportamiento de los conductores al entrar y salir de la calzada de la glorieta. Al entrar al tránsito puede hacerlo con eficiencia y seguridad, cuando su velocidad es aproximadamente igual a la del tránsito en la glorieta. Esto se obtiene reduciendo la velocidad del tránsito que se aproxima a la glorieta y proyectando los accesos para una velocidad aproximadamente igual a la anterior de la glorieta.

Las salidas deberán tener una velocidad de proyecto similar a la de la glorieta y preferentemente deberá ser mayor para alentar a los conductores a dejar la glorieta rápidamente, lo que satisface la tendencia natural de los conductores a aumentar su velocidad al dejar la intersección, una velocidad de proyecto muy alta para la salida no es objetable, pero puede requerir un derecho de vía considerable y resultar una curva tan larga, que reduzca la longitud de la zona de entrecruzamiento. Estos factores deberán equilibrarse en el diseño.

#### Isletas canalizadoras.

El diseño de las isletas que dividen el acceso para formar las entradas y salidas, afectan directamente la operación en la glorieta. Para asegurar los ángulos de entrecruzamiento adecuados se deberá prestar mayor atención a la canalización.

Las isletas y las entradas y salidas se diseñan en conjunto. Las isletas deberán tener el tamaño y la forma adecuados para delinear claramente la trayectoria a seguir y dar cabida al señalamiento, iluminación y refugio de peatones.

#### Distancia de visibilidad y pendientes.

La distancia de visibilidad en los accesos a una glorieta deberá ser suficiente para que el conductor pueda percatarse con anticipación de las isletas canalizadoras y central. La distancia de visibilidad en el principio de la isleta canalizadora deberá exceder la distancia de visibilidad de parada para la velocidad de proyecto del camino del acceso. Si es posible, esa distancia deberá tener como mínimo 180 metros.

A través de toda la glorieta las pendientes deberán ser tan planas como sea posible, para permitir a los conductores maniobrar sin reducir la velocidad debido a cambios en la pendiente. Las pendientes en las glorietas no deberán exceder el 3%.

#### Guarniciones y acotamientos.

Dentro de una glorieta, la totalidad de la isleta central y de las isletas canalizadoras deberán estar limitadas por guarniciones, para mejorar la visibilidad y servir como una barrera principal. Se tendrá una excepción a la regla cuando la isleta central sea un promontorio. Como las isletas canalizan el tránsito, deberán ser altamente visibles con guarniciones achaflanadas a excepción de

los lugares donde haya cruces de peatones, en donde debe usarse una guarnición de tipo vertical. En el perímetro exterior de la calzada de la glorieta no es necesario usar guarniciones.

Cuando se tenga una gran proporción de tránsito no familiarizado con la zona y paradas por conductores desorientados en adición a aquellos de vehículos descompuestos, es deseable disponer de acotamientos, los cuales deberán contrastar en color y en textura con la calzada de la glorieta.

Paisaje.

El paisaje en las glorietas deberá ser una parte integral del proyecto. La esencia del control del tránsito en las glorietas radica en la reducción de velocidad, más la indicación de la trayectoria vehicular a seguir. Un paisaje bien proyectado ayuda apreciablemente a la obtención de estos objetivos. Por ejemplo, el color contrastante y la textura de una isleta cubierta con pasto o árboles plantados de manera desordenada y al azar o un grupo de árboles enfrente del camino de acceso, que visto desde la distancia, enfatiza la necesidad de un movimiento de vuelta e induce a los operadores de los vehículos a reducir la velocidad.

Los automovilistas aprecian la apariencia de un buen paisaje en las glorietas, pero deben evitarse las plantas que constituyen un obstáculo lateral a la visual.

En áreas rurales existen algunas ventajas para las isletas centrales en montículos, ya que de por sí representa un aviso de su existencia a los conductores que se aproximan, asegurando que ellos preverán las vueltas y reducción de velocidad necesarias. Asimismo, pueden proyectarse con un acotamiento izquierdo para evitar los gastos de una guarnición. Las isletas centrales en forma de montículos y una pantalla de plantas, reducen eficientemente el deslumbramiento en las ramas opuestas a la intersección. Además de desorientar al conductor, el deslumbramiento proveniente de las luces al otro lado de la isleta central, pueden seguir una continuidad en el camino de acceso y ocasionar que los conductores sigan en línea recta sin reducir su velocidad. Deberán eliminarse las hileras de árboles y postes que den la sensación de que continua la rama de acceso.

Dispositivos para el control de tránsito.

Las glorietas requieren señales que sean efectivas durante el día y durante la noche; deberán ser reflejantes y preferentemente iluminadas, juegan un papel principal en la operación segura de la glorieta, particularmente en la reducción de velocidad y son un suplemento necesario para el proyecto.

Las rayas o marcas en el pavimento no son necesarias o deseables en la calzada de las glorietas ni en las entradas y salidas. Las superficies pavimentadas entre isletas canalizadoras y entradas y salidas adyacentes, funcionan como zonas de entrecruzamiento y operan sin necesidad de marcar los carriles de circulación.

Las marcas de pavimentos para separar carriles son normalmente útiles en cualquier camino, tanto para separar el tránsito de corrientes opuestas como para segregar el tránsito de una misma dirección cuando se tengan varios carriles. Deberán emplearse en todas las ramas de la intersección

con varios carriles de circulación. En caminos de dos carriles es deseable marcar el acceso de la isleta canalizadora con una raya continua para guiar el tránsito a la derecha de la isleta, ya que la decisión para iniciar el movimiento de entrecruzamiento generalmente la toma el conductor cuando aún se encuentra en la entrada y su maniobra final la completa cuando se encuentra en la salida. Todas las marcas sobre el pavimento deberán determinarse en la isleta canalizadora.

El control de Alto y Siga puede necesitarse en aquellas glorietas con un volumen de tránsito grande y un número considerable de peatones y en donde la glorieta no tenga el tamaño adecuado. Estas condiciones ocurren con mayor probabilidad en áreas urbanas y muchas glorietas urbanas existentes están ahora operando con señales de alto o con semáforo o con ambos. La finalidad esencial de esta operación con semáforo, es mantener en movimiento al tránsito de la glorieta a expensas del retraso y almacenamiento en los caminos de acceso. Esto se logra al programar el semáforo de tal manera que de un mayor tiempo de luz verde al tránsito que sale de la glorieta que el correspondiente al tránsito entrando en ella.

Cuando las condiciones sean tales que obliguen a las interrupciones frecuentes del tránsito en las ramas de la glorieta, el diseño de la glorieta deberá analizarse y contemplarse con otros tipos de intersecciones canalizadas. Cuando el tránsito debe parar, el patrón de operación es el correspondiente a un entronque canalizado, ya que la forma de la glorieta tiene la desventaja de ocasionar una mayor distancia de recorrido y posiblemente tenga una menor capacidad.

Iluminación.

Es deseable que las glorietas tengan iluminación propia y permanente.

#### TIPOS DE GLORIETAS.

En la figura 36 A se muestra una glorieta con tres ramas. La cual se utiliza en muy raras ocasiones debido a la distancia extra de recorrido y a que la disminución de la velocidad del tránsito no se justifica para evitar los pocos puntos de conflicto de una intersección canalizada, la cual es usualmente más práctica en su diseño y más simple en su operación.

En la figura 36 B se muestra una glorieta de cuatro ramas. La isleta central es normalmente alargada sobre el camino principal para favorecer el mayor movimiento directo.

La figura 36 C ilustra una disposición para una glorieta de cinco ramas. La isleta central se muestra en forma circular aunque las condiciones del lugar y del tránsito generalmente dictaminan una forma irregular o alargada. Las glorietas de ramas múltiples necesitan de grandes áreas por los requisitos de las longitudes y del número de zonas de entrecruzamiento. En las intersecciones de ramas múltiples se considera que una glorieta es mejor solución que un entronque canalizado.

En la figura 36 D se ilustra una adaptación de los principios de la glorieta que esencialmente es un equilibrio entre una intersección a nivel y una glorieta. El tránsito directo en el camino principal pasa a través de la glorieta y no se involucra en el entrecruzamiento. El tránsito que va a dar vuelta y aquel de la rama de menor importancia utiliza la calzada de la glorieta. El tránsito directo de menor

importancia y el tránsito que va a voltear a la izquierda deberán cruzar la corriente principal bajo el control de una señal de alto o de un semáforo. La calzada de la glorieta funciona como un camino colector-distribuidor para todo el tránsito local, manteniendo por tanto a la calzada interior, libre para el tránsito directo. Este arreglo permite manejar un alto volumen con un semáforo.

La figura 36 E representa una adaptación de la glorieta en la cual el camino principal prosigue sin interrupciones. Todas las vueltas desde el camino principal a los caminos secundarios se efectúan hacia la derecha sobre la calzada de la glorieta y todo el tránsito de los caminos secundarios hacen lo mismo.

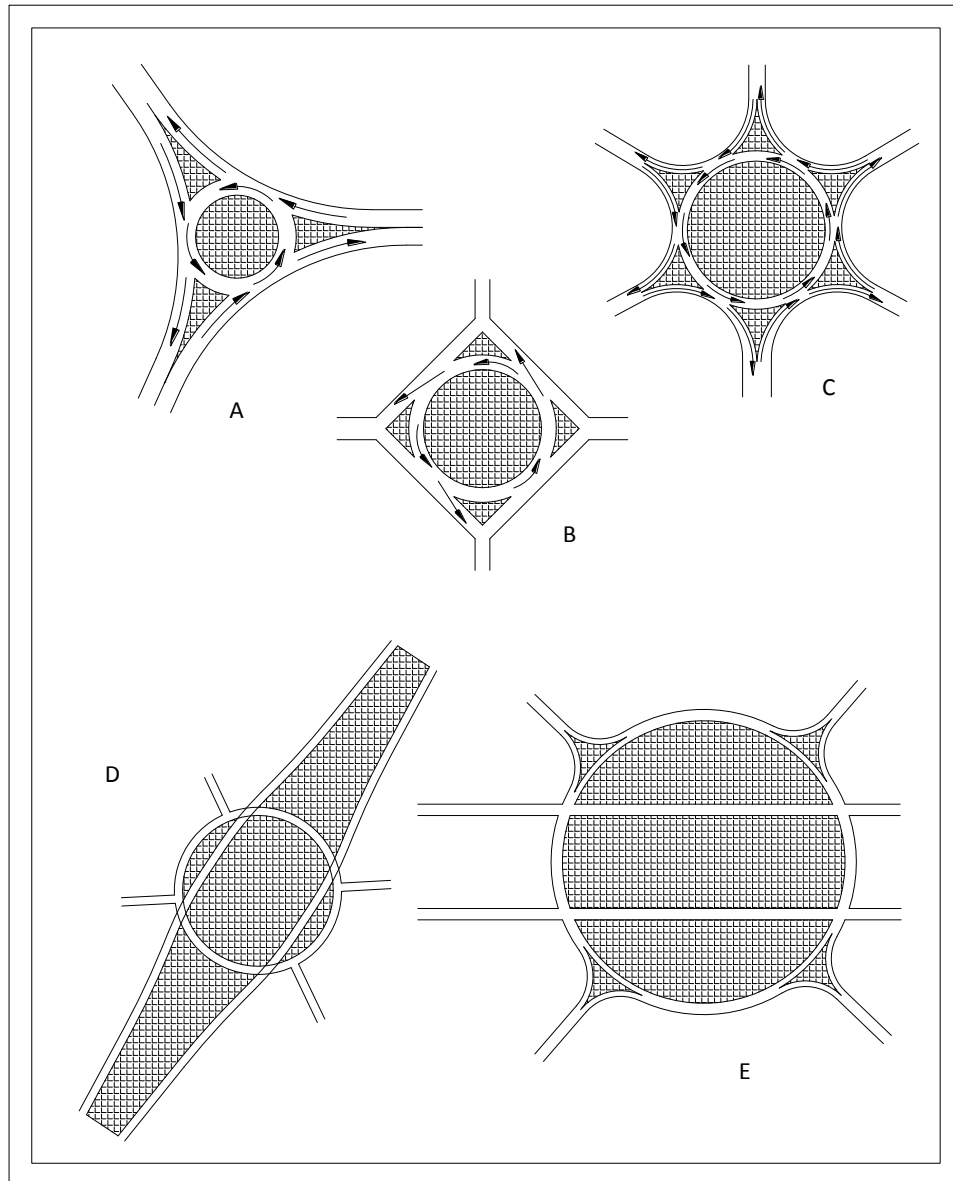
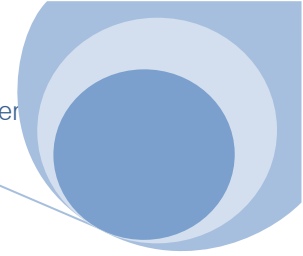


Figura 36. Tipos de glorietas.



## ENTRONQUES A DESNIVEL.

Un entronque a desnivel es una solución útil y adaptable en muchos problemas de intersecciones. Pero, debido a su alto costo inicial su empleo se limita a aquellos casos en que pueda justificarse ese costo. Una enumeración de los requisitos que justifican una solución a desnivel es difícil y en algunos casos no pueden establecerse conclusiones.

Los entronques a desnivel son necesarios en las intersecciones donde un entronque a nivel no tiene la capacidad suficiente para alojar los movimientos de la intersección. La capacidad de un entronque a desnivel se aproxima o es igual a la suma de las capacidades de los caminos que lo forman, ya que los movimientos de frente pueden efectuarse sin interrupciones y los movimientos de vuelta se realizan sin interferir con el tránsito directo al diseñarse los carriles exclusivos para el cambio de velocidad. En algunas ocasiones se emplean los entronques a desnivel por razones de seguridad y en otras llegan a ser más económicas debido a la topografía.

El tipo adecuado de entronque a desnivel. Así como su diseño, depende de factores tales como los volúmenes horarios de proyecto, así como su diseño, depende de factores tales como los volúmenes horarios de proyecto, el carácter y la composición del tránsito y la velocidad de proyecto. Las pendientes y radios de curvatura pronunciados inducen a una operación errónea, hacen peligrosa e incómoda una intersección y limitan su capacidad. Por otro lado, tampoco debe proyectarse un entronque con curvas y pendientes muy suaves con distancias de recorrido excesivamente largas.

### Ventajas.

Las principales ventajas de los entronques a desnivel son:

- La capacidad de la rama para el tránsito directo puede hacerse igual o casi igual a la capacidad del camino.
- Se proporciona mayor seguridad al tránsito directo y al que da vuelta a la izquierda. El tránsito que da vuelta a la derecha hace la misma maniobra que en los entronques a nivel, pero generalmente con mucha mayor facilidad, lo que también se traduce en una mayor seguridad.
- Las paradas y los cambios apreciables de velocidad se eliminan para el tránsito directo. En un entronque proyectado adecuadamente los usuarios que dan vuelta, generalmente reducen un poco la velocidad. La continuidad del tránsito se traduce en grandes ahorros en un tiempo y en los costos de operación de los vehículos, además de aumentar notablemente la comodidad de los conductores.
- El proyecto de la separación de niveles es flexible y puede adaptarse a casi todos los ángulos y posiciones de los caminos que se intersectan.



## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero.

- Generalmente los entronques a desnivel se adaptan a la construcción por etapas. Puede construirse una estructura con una o más rampas a manera de formar una unidad completa y añadir más enlaces en etapas posteriores. En entronques direccionales pueden omitirse inicialmente una o más estructuras y añadirlas conforme se requiera.
- La separación de niveles es una parte esencial de las vías rápidas y las autopistas.

### Desventajas.

Las principales desventajas de los entronques a desnivel están relacionadas con consideraciones económicas y con el aspecto práctico para obtener proyectos óptimos en áreas con derecho de vía restringido y en terreno difícil. Las principales desventajas son las siguientes:

- Los entronques a desnivel son costosos. La ingeniería del proyecto, el derecho de vía, la construcción y el mantenimiento de estos entronques cuesta más que los correspondientes entronques a nivel.
- Los entronques a desnivel no son absolutamente seguros en cuanto a la operación del tránsito. El trazo puede confundir a algunos conductores, especialmente cuando el entronque no tiene completo el conjunto de rampas y cuando los usuarios no están familiarizados con él. Sin embargo, conforme aumenta la experiencia del conductor con los entronques, aumenta su eficiencia.
- Cuando el proyecto implique un paso inferior, es conveniente dar desde el principio el ancho definitivo de la estructura, pues generalmente es lo más económico cuando se trata de una sola estructura, ya que su ampliación no se presta para construirla por etapas. Cuando se trata de un paso superior, la construcción por etapas puede ser una solución económica.
- Una separación de niveles puede involucrar crestas y columpios inconvenientes en el perfil de uno o dos de los dos caminos que se intersectan, especialmente si la topografía es plana. Los accesos tan largos que se requieren en terreno plano, pueden resultar costosos, generalmente no son atractivos e introducen un elemento de peligro debido a la reducción en la distancia de visibilidad.

### FACTORES POR CONSIDERAR EN LA JUSTIFICACIÓN DE ENTRONQUES A DESNIVEL.

Entre los factores que deben analizarse en el estudio de un entronque a desnivel están incluidos principalmente los volúmenes de tránsito y su operación, las condiciones del lugar, el tipo de camino, la seguridad y los aspectos económicos. Al analizar estos factores se obtienen al mismo tiempo el grado de adaptabilidad del entronque en las condiciones existentes.

### TRÁNSITO Y OPERACIÓN.

El factor más importante que puede justificar un entronque a desnivel es el volumen de tránsito.

Aunque no puede determinarse con precisión el volumen de tránsito que justifique un entronque a desnivel, es una guía importante para tomar una decisión, especialmente cuando se conocen sus movimientos direccionales. Si los volúmenes exceden la capacidad del entronque a nivel, habría una justificación para un entronque a desnivel. El tipo de entronque a desnivel dependerá principalmente de la magnitud de los movimientos de vuelta y del tránsito en el camino secundario. Así, puede ser necesario construir enlaces únicamente en ciertos cuadrantes, o bien en todos ellos.

Desde el punto de vista de la operación siempre que las condiciones lo permitan, es recomendable proyectar los entronques de una zona de manera que proporcionen al conductor el mismo tipo de maniobra. A medida que se hacen más frecuentes y similares, el usuario se acostumbra a ellos y mejora gradualmente la calidad de la operación. En aquellos lugares en que los entronques a desnivel no son frecuentes, se deberá asegurar una operación eficiente mediante un buen señalamiento y la vigilancia adecuada.

La presencia de un número considerable de autobuses y vehículos pesados hace deseable un entronque a desnivel, ya que la eliminación de paradas y reducciones de velocidad para este tipo de vehículos ayuda a conservar la capacidad de los caminos que se intersectan.

#### CONDICIONES DEL LUGAR.

En algunos sitios, el entronque a desnivel puede ser lo más económico. La topografía del lugar puede ser que haga incosteable cualquier otro tipo de intersección que cumpla con las especificaciones. Cuando se tiene un terreno en lomeríos los entronques a desnivel generalmente se adaptan al terreno natural; los caminos directos pueden proyectarse con mejores características a niveles separados y al mismo tiempo se simplifica el proyecto de las rampas. El proyecto de los entronques a desnivel en terreno plano es sencillo, pero requiere de pendientes desfavorables a la operación de los vehículos, a la vez que puede desmerecer la apariencia presentándose la necesidad de renivelar toda la zona del entronque para obtener un paisaje adecuado.

Cuando la solución a nivel sea un glorieta muy complicada y de grandes dimensiones, puede reducirse el costo de adquisición del derecho de vía proyectando un entronque a desnivel, aunque deben mantenerse los accesos a las propiedades vecinas haciendo los ajustes necesarios a los perfiles de los enlaces.

#### TIPO DE CAMINO.

La necesidad de disponer en el futuro, de tránsito continuo o de control de acceso de total entre dos terminales dadas de una carretera, puede ser un requisito que justifique construir entronques a desnivel en los caminos que intersectan el camino principal.

El peligro y los tiempos adicionales de operación por las paradas y vueltas directas en una intersección, aumentan conforme aumenta la velocidad de proyecto, por lo que la igualdad de volúmenes de tránsito se justifica la construcción de un entronque a desnivel para los caminos de mayor velocidad de proyecto.



En algunas circunstancias la importancia de una intersección radica en el servicio local que presta; ciertos tipos de entronque a nivel proporcionan fácilmente un servicio local, mientras que algunos tipos de entronques a desnivel requieren un número considerable de obras adicionales para proporcionar éste servicio, por lo que deberá seleccionarse aquel tipo que preste el servicio local con mayor facilidad.

#### SEGURIDAD.

Independiente de los volúmenes de tránsito, una alta incidencia de accidentes en una intersección a nivel puede justificar el proyecto de un entronque a desnivel. La separación de niveles para los tránsitos directos disminuye la posibilidad de accidentes entre ellos, prevaleciendo una pequeña posibilidad de accidentes fuera de la calzada si el ancho de la estructura es reducido. Un entronque a desnivel reduce los conflictos entre el tránsito directo y el que da vuelta, substituyéndolos por los menos peligrosos de incorporación y separación en las zonas de entrecruzamiento.

#### FACTORES ECONÓMICOS.

Se mencionó anteriormente que para ciertos tipos de topografía los entronques a desnivel se adaptan mejor al terreno natural, obteniéndose, además de mejores características, una reducción en el costo inicial de construcción. De la misma manera un entronque a nivel del tipo glorieta o con alto grado de canalización, puede requerir un mayor derecho de vía que un entronque a desnivel, haciendo por ello más económica la solución a desnivel.

Los costos por concepto de combustibles, lubricantes, llantas, reparaciones, tiempo, accidentes y demás, en entronques se requieren cambios de velocidad, paradas y esperas, exceden con mucho a los correspondientes a entronques que permiten una operación ininterrumpida. En general, los entronques a desnivel requieren una longitud total de viaje poco mayor que los entronques a nivel, pero el costo de la longitud del camino adicional es menor que el costo por las paradas y demoras. La relación entre el beneficio del usuario y el costo adicional del entronque a desnivel, es un índice para juzgar si se requiere este tipo de entronque.

#### TIPOS DE ENTRONQUE A DESNIVEL.

El tipo de un entronque a desnivel esta determinado principalmente por el número de ramas de la intersección, por los volúmenes probables del tránsito directo y del que da vuelta, por la topografía y por las estructuras existentes. Es conveniente que, en lo posible, todos los entronques a lo largo de un camino sean del mismo tipo, de tal manera que los usuarios se acostumbren a su forma y a la ubicación de los enlaces. Cuando esta uniformidad no pueda lograrse por consideraciones económicas, topográficas o de otra índole, debe emplearse un señalamiento especial.

Los tipos generales de entronques a desnivel que se ilustran en la figura 37, se designan de acuerdo con la forma que adoptan más que por el número de ramas. El diseño A de la figura es un entronque de tres ramas, adaptable a intersecciones en T, por la forma que presenta se acostumbra llamarlo trompeta. El diseño B es adaptable a una intersección en Y y se le llama direccional debido a que su forma permite que los tránsitos principales efectúen sus movimientos en forma directa.

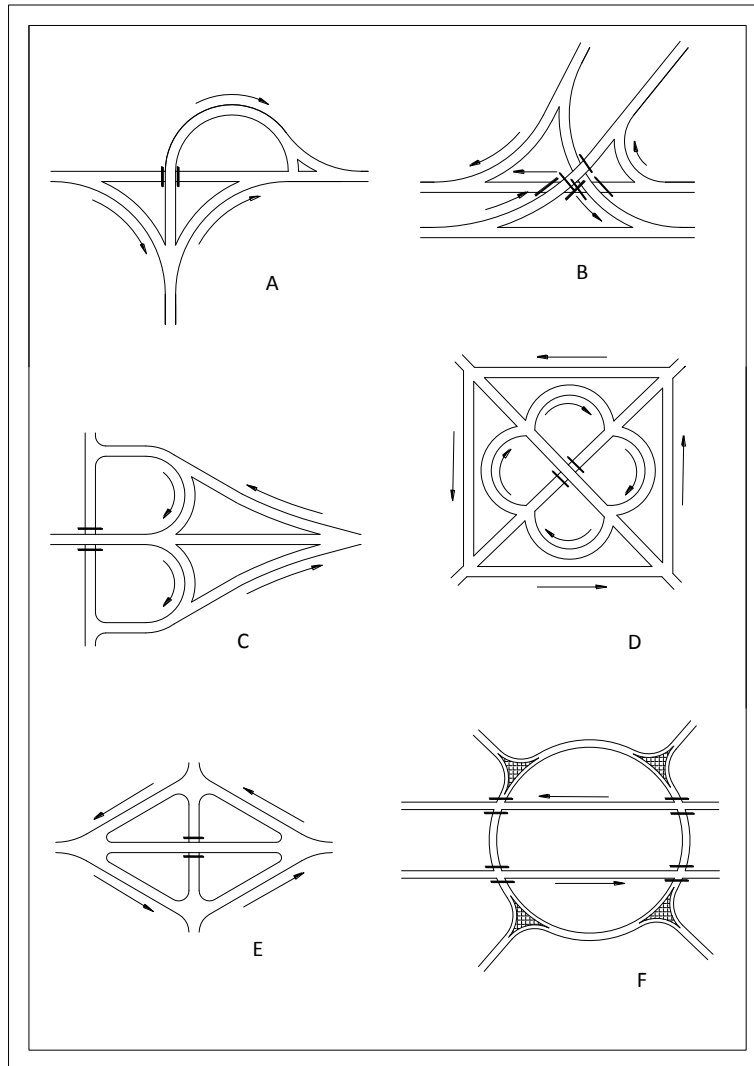


Figura 37. Diseños de entronques a desnivel

El trébol mostrado en el diseño D, está constituido por enlaces de un solo sentido de circulación. No son posibles las vueltas directas a la izquierda; los conductores que deseen ir a la izquierda necesitan pasar por el punto de intersección y dar vuelta a la derecha girando 270 grados antes de alcanzar la dirección deseada. El trébol parcial es aquel al que le falta algún enlace, como el que ilustra en el diseño C, donde se aprecia que los enlaces están en dos cuadrantes. Este diseño permite todos los cambios de dirección, pero se necesita dar vuelta a la izquierda a nivel en el camino secundario.

El tipo de entronque mostrado en el diseño E, o sea el tipo de diamante, tiene cuatro rampas de un solo sentido de circulación. Es especialmente adaptable en intersección de un camino principal y de uno secundario, cuando el derecho de vía está restringido. Las rampas generales están alargadas en el sentido del camino principal. Los extremos de las rampas en el camino secundario forman un entronque a nivel en Y o en T, el entronque tipo diamante puede adaptarse a un amplio rango de volúmenes de tránsito; para caminos secundarios de bajo volumen, es el tipo lógico y menos costoso. Si se modifica el camino secundario en las zonas de la intersección, o se amplían los extremos de las rampas, pueden circular grandes volúmenes de tránsito.

El diseño F ilustra una glorieta a desnivel. Es la más adecuada para intersecciones de rampas múltiples.

#### ACCESOS A UN ENTRONQUE A DESNIVEL.

Un entronque a desnivel debe tener el mismo grado de eficiencia que los caminos que forman la intersección; por lo tanto las especificaciones relativas a la velocidad de proyecto, alineamientos y la sección transversal en el área del entronque, deben ser congruentes con la especificación de los caminos. La presencia misma de la estructura en el entronque ofrece cierto peligro y este no debe aumentarse con el empleo de especificaciones geométricas menores que tiendan a provocar un comportamiento inseguro de los conductores; de preferencia las especificaciones geométricas de la estructura deben ser congruentes con las de la carretera, para evitar cualquier posible sensación de restricción causada por estribos, pilas guarniciones y defensas en parapetos. También es deseable que los alineamientos del camino principal en un entronque a desnivel, sean relativamente suaves y con alto grado de visibilidad.

#### ALINEAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL Y SECCIÓN TRANSVERSAL.

Las normas generales para los alineamientos vertical y horizontal deben apearse en lo posible a las que se aplican para caminos abiertos; se debe evitar cualquier curva horizontal o vertical pronunciada; también debe evitarse que las curvas horizontales se inicien muy cerca de las curvas verticales pronunciadas ya sea encresta o en columpio. Las pendientes de los caminos que se intersectan, en ningún caso debe exceder los valores máximos establecidos para las condiciones de camino abierto; deben evitarse las pendientes que obliguen a los vehículos pesados a disminuir apreciablemente su velocidad. En pendientes sostenidas muy largas, la reducción de velocidad de los vehículos causa maniobras de rebase que en la proximidad de los extremos de las rampas son peligrosas; del mismo modo, los vehículos lentos del tránsito directo pueden inducir a los vehículos que entran y dejan la carretera que se incorpore o salgan bruscamente con el consecuente peligro.

Con objeto de obtener una buena operación y la capacidad adecuada en un entronque a desnivel, puede ser necesario efectuar algunos cambios en el alineamiento y en la sección transversal de las rampas. En una carretera dividida, las vueltas directas a la izquierda pueden hacer necesaria una ampliación de la sección transversal para proporcionar una anchura adecuada a la faja separadora central y del carril de cambio de velocidad; en una carretera sin dividir varios carriles, generalmente,

es necesario proyectar una faja separadora central para asegurar que la vuelta directa a la izquierda se haga en la propia rama y así disminuir el peligro y la confusión, cuando una carretera de dos carriles pasa a través de un entronque, es probable que ocurran vueltas a la izquierda equivocadas, aun con un conjunto completo de rampas; por lo que para condiciones de alta velocidad o volúmenes grandes, es aconsejable una sección dividida a través del área del entronque para evitar tales vueltas.

Cuando una o ambas carreteras que se intersectan en un entronque a desnivel son de dos carriles y el tipo adecuado de ramas incluye vueltas directas a la izquierda, todas las operaciones son las mismas que las del entronque de tres ramas a nivel, y los volúmenes determinaran si es necesario o no incrementar el número de carriles de tránsito.

Los caminos divididos de cuatro carriles pueden llevar suficiente tránsito para justificar la eliminación de vueltas a la izquierda a nivel. Para asegurarse de que los conductores que desean dar vuelta a la izquierda a nivel, es recomendable que se acomoden en una faja separadora de ancho adecuado.

La ampliación o estrechamiento para obtener la anchura deseada para alojar una isleta separadora en el área de entronque a desnivel se hace de la misma manera que para los entronques a nivel.

#### DISTANCIA DE VISIBILIDAD.

La distancia de visibilidad en las carreteras a través de un entronque a desnivel debe ser cuando menos igual a la distancia de visibilidad de parada y de preferencia mayor.

El proyecto de alineamiento vertical es igual que para cualquier otro punto de la carretera, excepto en algunos casos de curvas verticales en columpio donde la estructura de un paso inferior, puede acortar la distancia de visibilidad, generalmente las longitudes requeridas para las curvas verticales en camino abierto son posibles en los entronques a desnivel, ya que la estructura no corta la distancia de visibilidad mas allá de la misma requerida para parar. En algunas ocasiones, cuando se pretende proporcionar la distancia de visibilidad de rebase, como suele suceder en caminos de dos carriles, conviene comprobar la distancia de visibilidad disponible, para lo cual, lo más conveniente es hacer una verificación gráfica.

Las restricciones en la distancia de visibilidad provocadas por las pilas y los estribos de las estructuras en curvas horizontales, generalmente presentan un problema más difícil que el correspondiente a las restricciones verticales. Con la curvatura máxima correspondiente a una velocidad de proyecto dada, el espacio libre lateral usual en pilas y estribos de un paso inferior no proporciona la distancia de visibilidad mínima; de manera similar en un paso superior la distancia usual del parapeto a la orilla interna de la calzada también da por resultado ciertas diferencias de visibilidad; esto demuestra la necesidad de usar la curvatura máxima en entronques a desnivel.

#### RAMPAS.

El término rampa incluye todas las disposiciones y tamaños de enlaces que conectan dos ramas de la intersección a desnivel. Generalmente las especificaciones para el alineamiento horizontal y vertical de las rampas son menores que aquellas para los caminos que se intersectan, pero en algunos casos pueden ser iguales.

#### TIPOS DE RAMPAS.

La figura 38 ilustra las formas y características de varios tipos de rampas; existen varios tipos de rampas; existen numerosas variaciones en la forma, pero cada una puede clasificarse dentro de uno de los tipos mostrados. Puede considerarse que cada rampa es un camino de un sentido de circulación, a excepción de la ilustrada en la 38 C, la cual es un camino sencillo con dos sentidos de circulación.

Las rampas diagonales, figura 38 A, casi siempre son de un sentido y usualmente tienen movimientos de vuelta, izquierdos y derechos en los extremos próximos al camino secundario. Aunque en la figura 38 A se muestra a la rampa diagonal como una curva continua, esta puede estar constituida en gran parte por una tangente o bien por una curvatura inversa; los entronques a desnivel del tipo diamante, generalmente tienen cuatro rampas en diagonal.

La rampa tipo gaza de la figura 38 B, permite la vuelta izquierda sin cruces con el tránsito en sentido contrario, ya que los conductores efectúan este movimiento de vuelta más allá de la estructura de separación para niveles, dando vuelta a la derecha y girando aproximadamente 270 grados para entrar al otro camino. La distancia de recorrido en las rampas de este tipo es mayor que la correspondiente a otros tipos. Una combinación de una gaza y una rampa diagonal externa, en un cuadrante, como la de la figura 38 D, representa la forma básica de los entronques en un tipo de trébol. Cuando las dos rampas están combinadas dentro de un camino de doble circulación como el de la figura 38 C, se mantiene la forma general para el trébol.

En las rampas semidirectas, como la que se muestra en la figura 38 E, con línea llena, los conductores efectúan la vuelta izquierda sobre una trayectoria en forma de curva inversa, saliendo hacia la derecha, después gradualmente, girar hacia la izquierda implementando la maniobra con una incorporación sobre la derecha o sobre la izquierda según sea el caso. En otro tipo de rampa semidirectas, la vuelta izquierda se efectúa con una trayectoria de curva inversa, girando después hacia la derecha gradualmente, para incorporarse por el lado derecho.

En rampas semidirectas se pueden emplear para vueltas a la derecha pero no hay razón para usarlas si se puede proporcionar la rampa diagonal de la forma convencional. La distancia de recorrido en esta rampa, es menor que la correspondiente en una gaza y mayor que para una directa.

El funcionamiento de las rampas semidirectas requiere la convergencia con calzadas de un solo sentido de circulación, lo que hace necesario que uno de los caminos que cruzan se separe en dos cuerpos cada uno con un sentido de circulación, con la necesidad de dos estructuras, separadas lo necesario para permitir una pendiente adecuada de la rampa. Cuando la separación de las estructuras no permita proporcionar la pendiente adecuada en la rampa será necesaria una tercera estructura, o bien una estructura de tres niveles.

Las rampas directas permiten a los conductores efectuar las vueltas con un movimiento directo; así, en la rampa para vuelta izquierda que se muestra en la figura 38 F, los conductores salen a la rampa girando directamente hacia la izquierda y su entrada al otro camino es sobre la izquierda.

Con rampas direccionales para vuelta izquierda, la distancia de recorrido es menor que para cualquier otro tipo de rampas, pero como se necesitan dos o más estructuras, su costo inicial es muy alto. Los diferentes tipos de entronques a desnivel se hacen con varias combinaciones de los tipos de rampas mencionados; por ejemplo, al entronque tipo trompeta tiene una gaza, una rampa semidireccional y dos rampas para vueltas derecho del tipo diagonal.

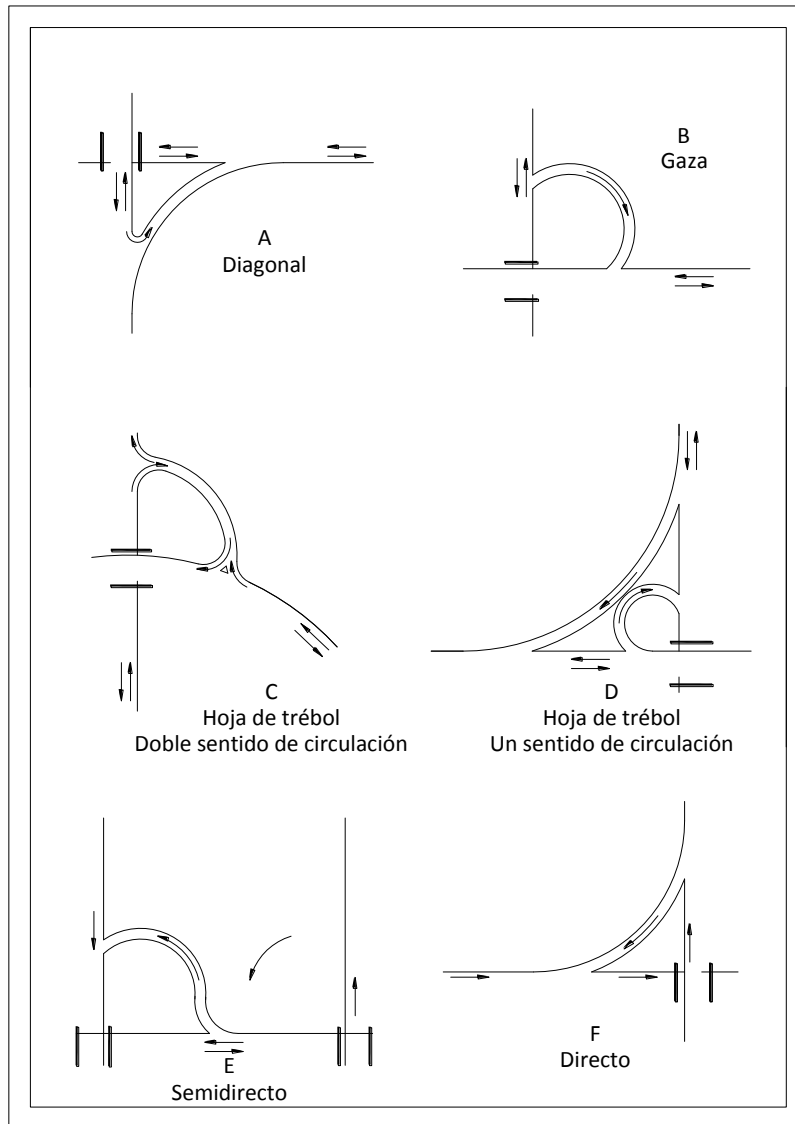


Figura 38. Tipos de Rampas.

#### VELOCIDAD DE PROYECTO.

Raras veces es posible proporcionar en las rampas las mismas velocidades de proyecto que en el camino abierto, pero deberán estar relacionadas entre sí. La velocidad de proyecto en los extremos de la rampa, debe corresponder a la velocidad de marcha de los caminos que se intersectan, cuando estos soportan un volumen de tránsito bajo; sin embargo, las limitaciones de ubicación y los factores económicos algunas veces obligan a una velocidad de proyecto más baja, que la que puede aceptarse, ya que la vista de una estructura, sus rampas, accesos, señalamientos y demás elementos advierten al conductor que va a dar vuelta, para que baje su velocidad.

A continuación se indican los valores de la velocidad de proyecto en los extremos de las rampas para los diferentes valores de la velocidad de proyecto de los caminos que se intersectan.

Vel. de proy. en carr. Km/h	30	40	50	60	70	90	100	120
Vel. en rampa Km/h	30	40	45	55	65	80	85	90

La determinación de la velocidad de proyecto en la rampa, depende principalmente del tipo de carreteras que se intersectan y de las características físicas del lugar. En gran parte estas condiciones determinan el tipo de rampas, para lo cual se aplican los siguientes principios en la selección de la velocidad de proyecto:

Las rampas directas se deben proyectar con la velocidad de proyecto deseable; este tipo de rampas generalmente están en curva continua y tanto en la rampa como en la curva requieren características de velocidad razonablemente altas, por que el volumen es alto o bien porque se pueden proporcionar con un apreciable costo extra. La velocidad de proyecto para las gazas muy frecuentes es cercana a la mínima con carriles de cambio de velocidad adecuados en los extremos de la gaza.

#### FORMAS DE LAS RAMPAS.

La forma de las rampas depende de las características del tránsito, las velocidades de proyecto, la topografía, el ángulo de intersección y el tipo del extremo de la rampa. Las gazas asimétricas pueden diseñarse en donde los caminos que va a intersectar no son de la misma importancia y los extremos de la rampa se proyectan para diferentes velocidad, o bien cuando estén obligados por el derecho de vía, por el perfil, por las condiciones de visibilidad o por la localización de los extremos.

#### PROYECTO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL.

Para pendientes de las rampas deben ser tan suaves como sea posible, para facilitar la maniobra de pasar de una rampa a otra. Las pendientes en las rampas pueden ser mayores que aquellas pendientes de los caminos que se intersectan, pero no puede establecerse una relación precisa entre ellas.

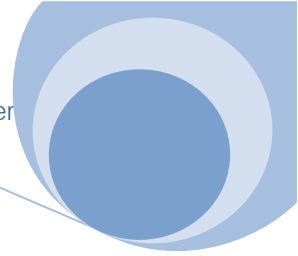
Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero.

Se pueden establecer valores límites para las pendientes, pero la pendiente para cualquier rampa en particular depende de las características propias del lugar y del cuadrante en cuestión. Aunque las pendientes máximas permitidas no están estrictamente relacionadas con la velocidad de proyecto.

Vel. de proy. Km/h	25-30	40-50	60-70
Pendientes en ascenso %	6-8	5-7	4-6

Las pendientes para las rampas descendentes de un solo sentido de circulación deben mantenerse dentro de los mismos rangos, aunque en casos especiales pueden incrementarse 2%.





## PASOS

En todo camino existe la necesidad de permitir el entrecruzamiento de personas, animales y de los diferentes medios de transporte. El proyecto y la ubicación de los pasos requiere un estudio que considere las características particulares de cada caso con el objeto de definir el tipo de obra conveniente a fin de encontrar el cruzamiento de manera que se obtengan condiciones de seguridad tanto para el usuario del camino como para que el cruce, evitándose con esto los cruzamientos anárquicos. Dentro del tipo de pasos que se suelen considerar para estos fines están los pasos para peatones, ganado, maquinaria agrícola, vehículos y ferrocarriles, los cuales pueden ser a nivel o a desnivel.

### PASOS A NIVEL.

Paso a nivel es el cruzamiento a una misma elevación de un camino con personas, animales u otra vía terrestre.

### PASOS PARA PEATONES.

La figura 39 A muestra el caso más frecuente de diseño para peatones, el cual consiste en proporcionar unas fajas de seguridad marcadas en el pavimento por medio de rayas blancas y continuas, con un ancho variable de entre 0.15 y 0.25 m; la raya del lado donde se aproximan los vehículos deberá ser más ancha, siendo conveniente aumentarla hasta 0.60 m; las rayas deberán ser 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.

Los pasos para peatones se proporcionaran en todas las intersecciones donde puede 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.

### PASOS PARA GANADO.

En algunas ocasiones el camino atraviesa por zonas ganaderas, en donde existe el riesgo de que los animales crucen el camino en una forma anárquica, lo cual debe evitarse controlando el cruce instalado cercas en el límite del derecho de vía que permitan el paso en puntos específicos por medio de puertas, tal como se indica en la figura 39 B, en la que se muestra también el señalamiento preventivo que debe instalarse en estos pasos, a fin de disminuir el riesgo de los usuarios del camino.

## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque carretero Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

Cuando se tenga la necesidad de que el ganado cruce de un lado a otro del camino ya sea para cambiar de pasto o para llegar a los abrevaderos, la puerta será abierta por la persona encargada del ganado, quien tendrá cuidado, al conducir los animales, de que el paso se haga en el momento en que no circulen los vehículos por la carretera y deberá cuidar de que no quede ningún animal dentro del derecho de vía.

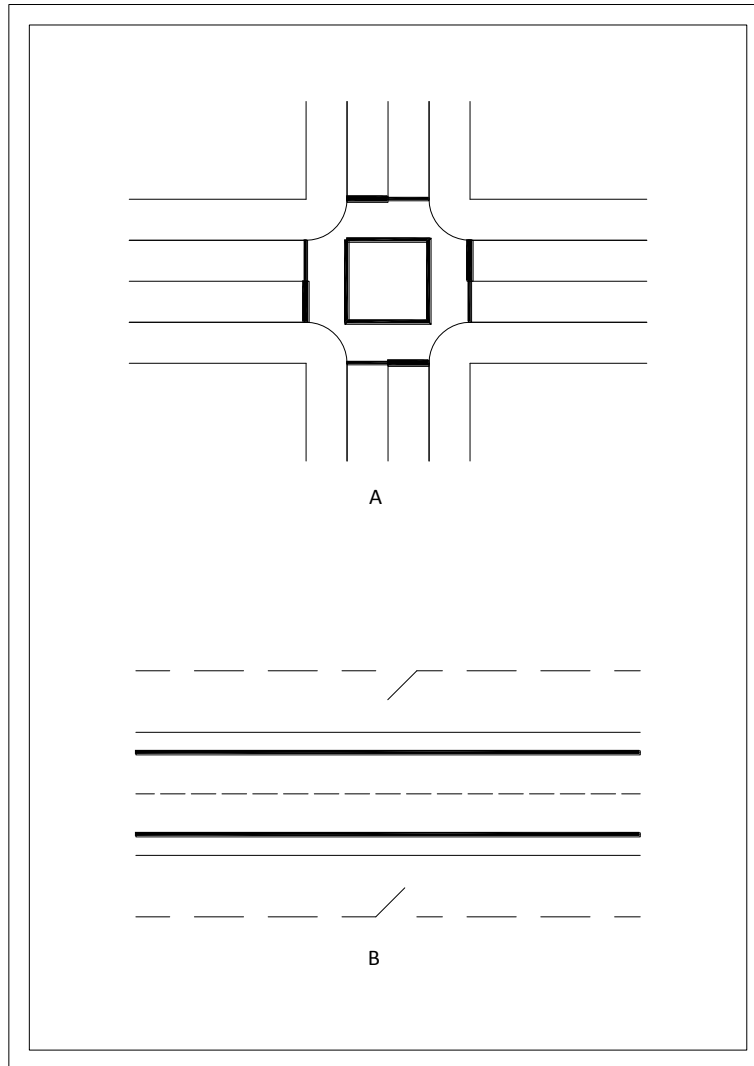


Figura 39. Pasos a nivel para peatones y ganado.

### PASOS PARA FERROCARRIL.

El proyecto geométrico de un cruce a nivel de un camino con ferrocarril, incluye los alineamientos vertical y horizontal, la sección transversal y la distancia de visibilidad de parada.

Las características de estos elementos pueden variar de acuerdo con el tipo de dispositivo para el control de tránsito que se utiliza, los cuales pueden ser señales únicamente, señales y semáforos o señales y barreras automáticas.

Cuando se utilizan señales como único medio de protección, deberá procurarse un cruce en ángulo recto. Aun con semáforos o barreras, deberá evitarse un ángulo de esviaje grande.

Independientemente del tipo de control, la pendiente del camino debe ser suave en el cruce y sus vecindades para permitir que los vehículos se detengan cuando sea necesario y puedan cruzar sin dificultad. El dispositivo de control deberá ser claramente visible a una distancia por lo menos igual a la distancia de visibilidad de parada requerida y preferiblemente mayor. En algunos casos puede ser necesario colocar el dispositivo a cierta altura o moverlo lateralmente para hacerlo visible desde una distancia adecuada. Debe considerarse también la posibilidad de iluminar el cruce cuando haya movimiento nocturno de trenes, especialmente cuando la operación del cambio de trenes pueda bloquear el camino.

La superficie de rodamiento del camino debe construirse en una longitud adecuada a uno y otro lado del mismo, con materiales que permitan el tránsito en todo el tiempo.

La distancia de visibilidad es una consideración primordial en cruces donde no se utilizan semáforos o barreras; la condición de un cruce a nivel de ferrocarril es similar a la de caminos que se intersectan, siendo necesario proporcionar un triángulo de visibilidad libre de obstáculos. Los catetos que forman el triángulo de visibilidad son: sobre el camino, la distancia recorrida durante el tiempo de percepción, reacción y frenado, mas la distancia de seguridad que se proporciona entre el conductor y la vía del tren cuando el vehículo se ha detenido; sobre la vía del tren, la distancia recorrida por el tren durante el tiempo que necesita el vehículo para recorrer la distancia que hay desde el punto de decisión hasta un punto más allá del cruce. En la figura 40 se indican las diferentes posiciones considerables para el vehículo.

La distancia sobre el camino se calcula con la siguiente expresión.

$$D_C = D_R + D_F + D_E$$

En donde:

$D_C$  =Distancia total requerida por vehículo desde el punto de decisión hasta el cruce.

$D_R$  =Distancia recorrida durante el tiempo de reacción.

$D_F$  =Distancia recorrida durante el frenado.

$D_E$  =Distancia de seguridad desde el conductor hasta la vía del tren, cuando el vehículo se encuentra parado. Para efectos de proyecto se considera una distancia de 6 metros.

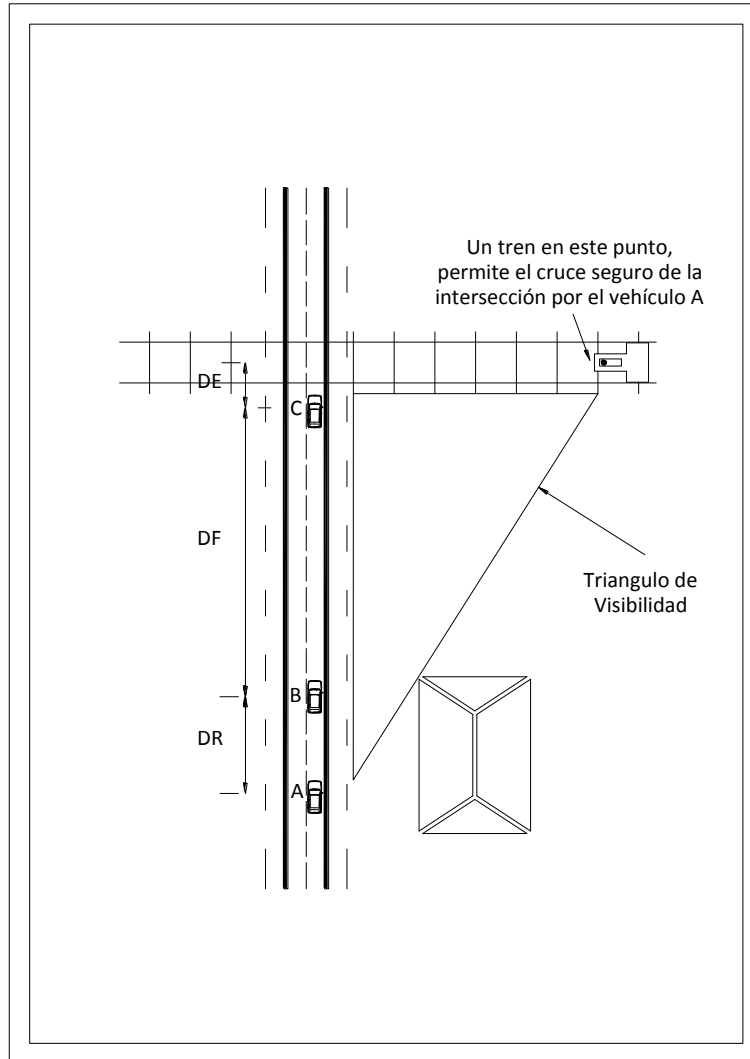


Figura 40. Visibilidad en pasos de ferrocarril a nivel.

Cuando no se instalen dispositivos de control automáticos, se recomienda que el triángulo de visibilidad en cada cuadrante del cruce, esté libre de obstrucciones. Si no se dispone de suficiente distancia de visibilidad, el conductor debe contar con una distancia de visibilidad, al dispositivo de control automático.

#### PASOS PARA MAQUINARIA AGRÍCOLA.

Estos pasos deben permitirse donde exista la visibilidad suficiente para que un vehículo transitando por la carretera a la velocidad de proyecto, pueda ver con la anticipación necesaria al vehículo agrícola que cruza, de manera que dispone de tiempo requerido para frenar antes de llegar a él.

## PASOS PARA VEHÍCULOS.

A diferencia de los vehículos agrícolas, estos requieren de un camino para transitar, por lo cual, cuando sea necesario cruzar la carretera o camino principal, deberá cumplirse con las condiciones de visibilidad a fin de garantizar la seguridad en el paso. Deberá procurarse que la pendiente del camino sea suave y esté al mismo nivel en el cruce y sus vecindades, para no dificultar la parada y el arranque de los vehículos.

## PASOS A DESNIVEL.

Paso a desnivel es el cruzamiento a diferente elevación de un camino con personas, animales y otra vía terrestre. El cruzamiento a diferente elevación tiene por objeto permitir el tránsito simultáneo, lo cual se logra por medio de estructuras.

Los pasos a desnivel pueden ser de dos tipos:

- Pasos superiores, que son aquellos en que el camino pasa arriba de la otra vía de comunicación terrestre.
- Pasos inferiores, que son aquellos en que el camino pasa debajo de otra vía de comunicación terrestre.

Su estructura de separación de niveles debe adaptarse a los alineamientos horizontal y vertical, así como a la sección transversal de las vías que cruzan, puesto que la estructura debe subordinarse al camino y no el camino a la estructura.

Las condiciones que gobiernan el proyecto de los pasos a desnivel caen usualmente en alguno de los tres casos siguientes: la influencia de la topografía es predominante y el proyecto debe adaptarse a ella. La topografía no favorece ningún proyecto particular. Las especificaciones relativas al alineamiento horizontal y vertical de uno de los caminos no son suficientemente importantes para no subordinarlas a la topografía y probablemente para algún un proyecto que no se ajuste a ella.

Como regla general, el proyecto que mejor se adapta a la topografía existente será el más agradable y el más económico de construir y mantener. La excepción a esta regla se presenta cuando debe darse preferencia al camino principal donde el tránsito puede ser tan intenso y con un porcentaje tan alto de vehículos pesados, que deban evitarse los columpios y crestas en su alineamiento vertical y el proyecto del camino secundario se subordina al perfil del camino principal, que sufrirá solo ligeros ajustes para ayudar a adaptar el camino secundario a la topografía.

En la mayoría de los casos los proyectistas se ven obligados, por economía, a elaborar proyectos que se ajustan a la topografía existente. Por lo tanto, es necesario considerar dos o más alternativas que comprendan toda la zona de la intersección con objeto de decidir si debe ser paso superior o inferior, para lo cual se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:



## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque carretero Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

1. Existe cierta ventaja para el tránsito que circula por un paso inferior por que los conductores advierten fácilmente la presencia de la estructura; esta hace más evidente el camino del nivel superior y previene con anticipación la existencia de una intersección.
2. En cuanto al aspecto estético, es mejor elaborar un proyecto en el cual el camino más importante sea el superior. Es posible así, tener una visión amplia desde lo alto de la estructura y sus accesos, y además los conductores tienen solo una sensación mínima de restricción.
3. En terreno montañoso o lomerío, pueden obtenerse pasos superiores para el camino principal solamente con alineamiento horizontal forzado y un perfil ondulado. Cuando un paso superior tiene pendientes fuertes en el camino principal, se requieren curvas verticales más largas para tener la distancia de visibilidad adecuada. Cuando no haya ventajas apreciables para elegir ya sea un paso inferior o uno superior debe preferirse el tipo que proporcione la mayor distancia de visibilidad en el camino principal.
4. Un paso superior ofrece las mejores posibilidades para la construcción por etapas, tanto del camino como de la estructura, sin que la inversión original sufra perjuicios apreciables. Ampliando lateralmente tanto la estructura como el camino, o construyendo una estructura separada para un camino dividido, se llega al proyecto definitivo aprovechando el proyecto inicial.
5. Algunos problemas de drenaje pueden eliminarse llevando el camino principal por arriba de la estructura sin alterar la pendiente del camino secundario. En algunos casos el solo problema del drenaje puede ser razón suficiente para elegir el paso superior para el camino principal, especialmente cuando puede evitarse la instalación del equipo automático de bombeo.
6. Cuando el problema de la topografía es secundario y uno de los caminos tiene que bajarse y otro elevarse, debe considerarse en el análisis el tipo de estructura a escoger. Como el camino principal generalmente es el más ancho de los dos, un paso superior requerirá una o varias estructuras con anchos mayores y claros menores que como paso inferior, aunque en este último caso la estructura puede tener dos claros más cortos con una pila intermedia. Para el mismo tipo de estructura, es preferible el cruce que tenga la de menor claro, pero cuando son varios los tipos que pueden adaptarse, la elección dependerá del costo estructural.
7. Un paso inferior puede ser más ventajoso en donde el camino principal puede construirse apegándose al terreno natural sin cambios bruscos de pendiente. Cuando los anchos de los caminos son muy distintos, el menor volumen de terracerías que requiere el paso inferior hace que este proyecto sea más económico. El camino secundario generalmente se construye con especificaciones más bajas que las de un camino principal, sus pendientes pueden ser mayores y las distancias de visibilidad menores lo cual resulta en economía de terracerías y de pavimento.

8. Frecuentemente la elección de un paso inferior en un sitio particular, no está determinada por las condiciones del lugar sino por el proyecto del camino considerado en su totalidad. La separación de niveles que forma parte de un viaducto construido abajo del nivel del piso cerca de zonas urbanas o arriba del nivel general de las calles adyacentes, son buenos ejemplos de aquellos casos en que la decisión acerca de la localización de cada estructura está subordinada al proyecto general.
9. Cuando un camino nuevo cruza otro que lleva un gran volumen de tránsito, un paso superior para el camino nuevo causará menos perjuicios al camino existente y menos molestias a los usuarios, además de que, generalmente no requiere construir una desviación.

#### PASOS INFERIORES.

En la figura 41 se indican los espacios libres laterales y verticales para un paso inferior. Se ha visto que el efecto de los objetos verticales a los lados del camino tiene poca o ninguna influencia en el comportamiento del tránsito cuando se hallan a 1.80 m o más de la orilla de la calzada.

De ahí que este valor debe considerarse como el espacio libre lateral mínimo desde la orilla de la calzada hasta el estribo, la pila o elemento estructural correspondiente, aunque algunas veces es necesario aumentar este espacio en el lado interno de las curvas, con objeto de proporcionar la distancia de visibilidad requerida. Para autopistas con cuerpos separados en las que sea posible proyectar una pila para la estructura en la faja central, el espacio libre lateral en el lado izquierdo de cada cuerpo puede reducirse, ya que los conductores que van sentados en el lado izquierdo del vehículo, esta reducción puede llegar hasta un mínimo de 1.35 m siendo recomendable conservar el espacio libre lateral de 1.80 m. La figura 41 A muestra un paso inferior en el que el camino tiene acotamiento a la derecha y existe una pila central a la izquierda del cuerpo.

En caso de proyectarse banquetas a través del paso inferior, figura 41 B, estas deberán tener ancho mínimo de 0.90 m y cuando el tránsito de peatones sea considerable, el ancho estará comprendido entre 1.20 y 1.80 m. La distancia entre la orilla de la calzada y la guarnición de la banqueta debe ser de 1.80 m como mínimo, para caminos de alta velocidad y de 0.60 m para caminos de menor importancia.

En la figura 41 C se ilustra el caso en que proporcionan carriles auxiliares bajo la estructura, la orilla externa del carril auxiliar debe considerarse como la orilla de la calzada. Debido a que en los carriles auxiliares la velocidad es más baja y los conductores aceptan mayores restricciones.

La altura libre vertical de todas las estructuras para pasos inferiores debe ser por lo menos de 4.50 m en todo el ancho de los carriles de tránsito incluyendo los acotamientos.

Esta dimensión considera la altura máxima de los vehículos de motores actuales y prevé la posibilidad de una sobrecarpeta.

#### PASOS SUPERIORES.

## mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque carretero Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

Para un camino el tipo de cruce a desnivel más adecuado es el paso superior, ya que no se ve la subestructura, el espacio libre vertical no está limitado y el espacio libre horizontal está supeditado en la ubicación de las guarniciones y los parapetos.

Los espacios libres laterales de los pasos inferiores son por lo general aplicables también a los pasos superiores. Aunque la sensación de estrechamiento es más pronunciada en los pasos inferiores que en los superiores, los conductores se comportan en la forma semejante en los dos casos.

La sección normal del camino incluyendo los acotamientos, debe conservarse en todas las estructuras para pasos superiores.

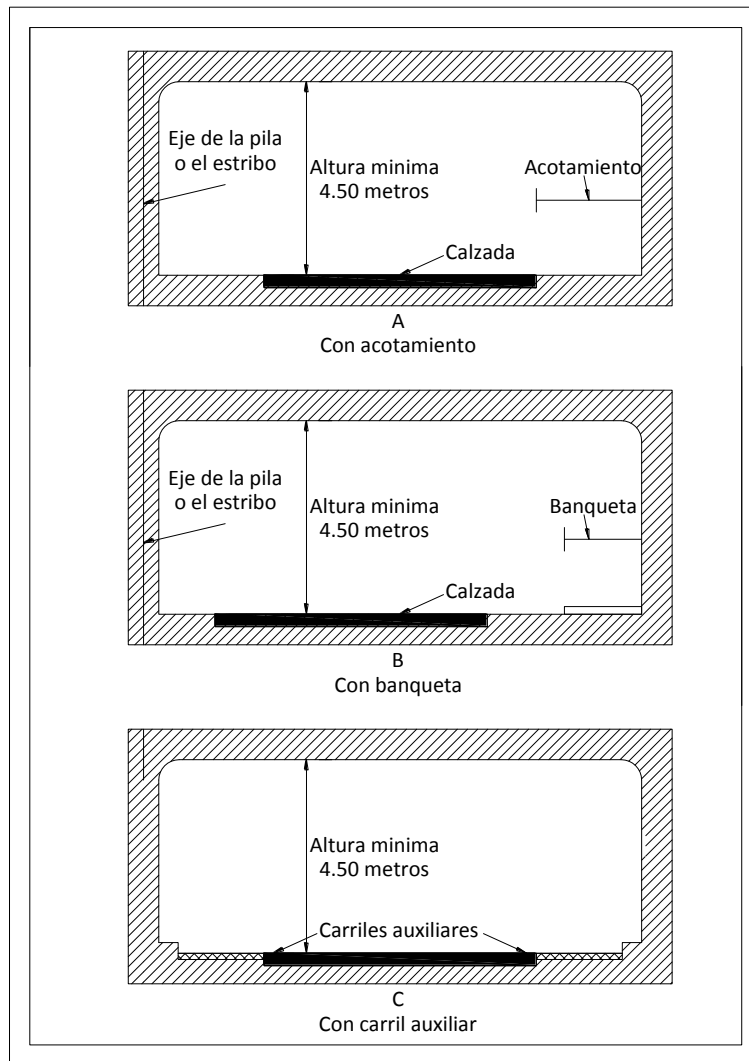


Figura 41. Pasos inferiores.



### PASOS PARA PEATONES Y GANADO.

1. Pasos superiores. En la figura 42 A se indican las dimensiones mínimas para la estructura del cruce de una carretera que pasa por arriba, con una vía para peatones y ganado que pasa por abajo. Este tipo de obras generalmente se proyecta para las carreteras de acceso controlado y para los caminos con altos volúmenes de tránsito y frecuentes cruces con peatones y ganado.
2. Pasos inferiores. Cuando sea necesario proporcionar un paso inferior para peatones y ganado deberá proyectarse considerando un ancho libre que permita el paso de un vehículo.

Existen caminos en los que es necesario proporcionar pasos a desnivel para peatones exclusivamente, estos pueden ser inferiores o superiores, los cuales pueden llevar escaleras o rampas de acceso.

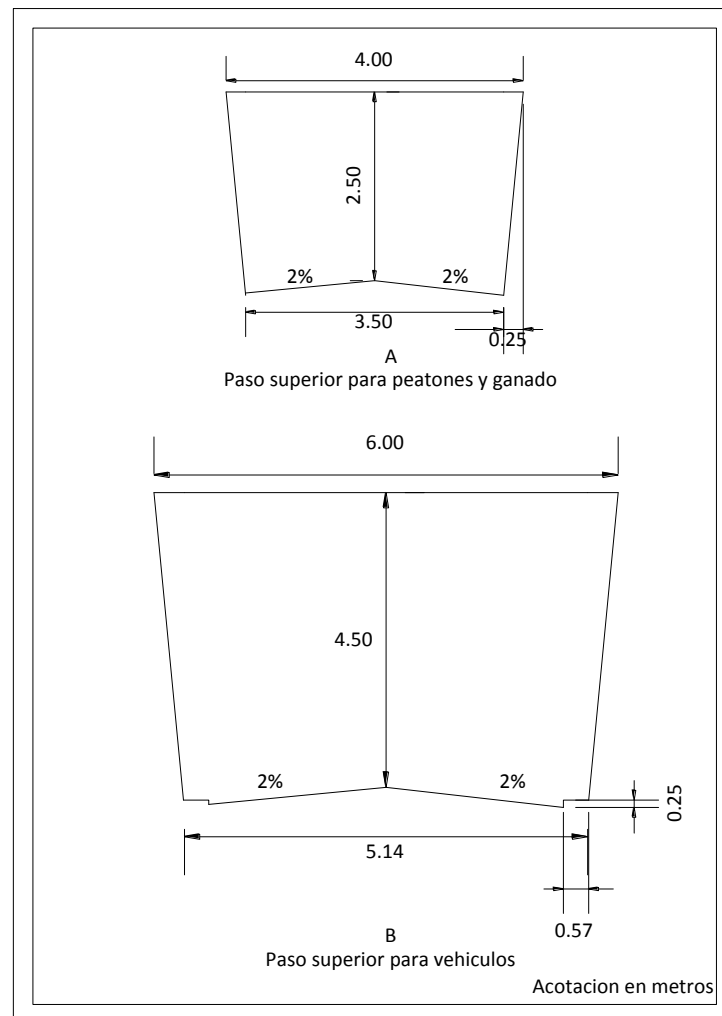


Figura 11.92. Espacios libres y laterales.

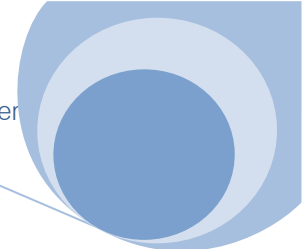
En la mayoría de los casos es preferible proyectar pasos para peatones en los cuales la carretera pase por debajo y los peatones por arriba, ya que en los pasos inferiores tiene que pasar por debajo de la carretera, a través de subterráneos que no invitan a su uso o infunden temor sobre todo cuando no están iluminados. En los pasos inferiores el desnivel es mayor que en los pasos superiores, por lo que algunas veces se hace necesario restringir el cruce a nivel con mallas de alambre obligando al peatón a usar la escalera. El ancho libre de estos pasos depende del número de peatones, pero como mínimo debe ser de 1.50 m, lo cual permite que se camine cómodamente incluso portando bultos.

#### PASOS PARA VEHÍCULOS.

En la figura 42 B se indican las dimensiones mínimas de un paso superior para vehículos, el cual se utiliza cuando el camino que pasa por abajo es de bajas especificaciones, permitiéndose en el paso un solo carril de circulación. Estas dimensiones deben considerarse, cuando se trate de proyectar pasos para maquinaria agrícola.

Para paso inferior y tratándose de un camino secundario como el ancho anterior, la anchura libre mínima deberá ser de 4.00 m.

Para ambos casos cuando el camino secundario tenga mejores especificaciones que las citadas, es de recomendarse que dentro del paso se conserve el mismo ancho del camino, para lo cual al proyectar la estructura, deberá tomarse en cuenta los criterios referentes al camino principal.



## ENTRONQUE TIERRAS PRIETAS.

La justificación de esta obra de interés comunitario y regional, es el de interconectar los cuatro sitios de destino desde el Puerto de Acapulco, pasando por Chilpancingo, y además, mejorar los tiempos de circulación, accesos y salidas para vehículos automotores, mediante una red de vanguardia, misma que sea un detonante en el desarrollo urbano adyacente al cirulo vial.

Sitio localizado en una zona accidentada orográficamente denominada por lomeríos, a una distancia de 2930 m de la capital Chilpancingo y 8770 m de la Cabecera Municipal Zumpango del Rio, esta zona ubicada en la Región Centro del estado de Guerrero. De igual forma brindará servicio a las demás localidades de la zona influenciada.

Para tal caso la implementación el proyecto consiste en las adecuaciones de retornos o interconexiones para direccionar las entradas o salidas de las cuatro rutas principales del estado de Guerrero, sientio éstas Acapulco-Chilpancingo (Autopista del Sol) México, Zumpango del Rio-Iguala (Carretera Federal No. 95), Tixtla (Carretera Federal No. 93 Tixtla-Puebla).

Puntos de adecuación para el Entronque Tierras Prietas, lo que corresponderá a obras de nueva implementación, debido a que la vialidad actual da prioridad a la Autopista del Sol (Acapulco-Chilpancingo-México), y accesos a Zumpango del Rio-Iguala, con sus derivaciones entre estas tres rutas. Por lo que se pretende dar solución a los pobladores, viajantes de esta zona y visitantes terrestres para eficientar el servicio de vialidad, incluyendo accesos con rumbo a la carretera a Tixtla entroncando con la carretera Federal No. 93 Chilpancingo-Tixtla- Chilapa de Álvarez-Tlapa de Comonfort-Puebla, como adecuaciones al eje al eje de comunicación terrestre, para residentes y visitantes de la región.

Dicha obra mejorará el servicio, eficientando el tiempo de traslado y mediante los accesos o retornos, incluyendo el proyecto del Hospital General Doctor Raymundo Abarca Alarcón para los residentes de la zona. La obra está concebida de acuerdo a los estudios y análisis de diseño conforme a la normatividad vigente.

El entronque Tierras Prietas, consiste en la implementación de 13 adecuaciones con igual número de obras, considerándose una superficie de rodamiento de 38223 m<sup>2</sup>, el cual se tendrá una distancia lineal de 4592 m lineales, para lo cual se integrarán las medidas de seguridad, servicios pluviales, y señalamientos para una Carretera tipo C, A2, Y A4 conforme al tránsito promedio diario y conforme a los pesos y dimensiones que circularán por la misma.

La zona se ve influenciada por el asentamiento y operación de gran variedad de giros de tipo industrial y comercial, por lo que se encuentra alterada, erosionada, por lo tanto la modificación de su condición original, además de estar colindante al eje o distribuidor vial existente y la Autopista del Sol la cual entró en funciones a partir del año de 1993, la cual correspondió en su fecha a fluctuaciones en el uso del suelo del lugar.

## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

El área en particular representa vegetación típica de la zona conformada por selva baja caducifolia, sobre todo en los lomeríos, ya que en las partes bajas o planas, se encuentran ocupadas por instalaciones de giro comercial, industrial y en proyecto de servicios por las construcciones del hospital antes mencionado. Las áreas adyacentes a los ejes viales representa visibles muestras de alteración antropogénicas (desmonte, pastoreo, basura, compactación del suelo, etcétera) y naturales como la erosión (eólica y por precipitación).



Ubicación del entronque.

Se tiene considerada una inversión total de recursos de índole federal de \$200'000,000.00 (Doscientos Millones de Pesos).

Se pretende llevar a cabo el habilitado y construcción de 13 cuerpos de conexión o retornos (gasas) para dotar de fluidez al eje carretero situado al norte de la capital del estado y al sur de la cabecera municipal de Zumpango, en terrenos del municipio de Eduardo Neri. Tramo identificado como Tierras Prietas de donde toma su nombre. Actualmente el eje existente comunica a las ciudades de Acapulco-Chilpancingo, México, e Iguala pasando por Zumpango. El habilitado consistirá en una longitud total de 4592m, consistiendo en la preparación de la terracería (subase y base 0.30 m) y recubrimiento mediante aplicación de asfalto en caliente (0.40 cm), implementando tramos con caminos que se clasifican como tipo C, A2 Y A4, con una zona sísmica tica D, teniendo de 1 a 2 carriles en los cuerpos a implementar.



Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero



Comunicación vial del proyecto.



## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

Para el desarrollo del proyecto será removida la vegetación que se llegara a presentar, en el trazo del mismo, tanto para los terraplenes, como cimentaciones para los cruces elevados (carriles Tixtla-Iguala), como para la salida del proyecto del Hospital, como de las obras de protección, señalamiento y servicio y de servicio.



Por tratarse de un área serrana, en las áreas adyacentes al distribuidor no se desarrollan actividades agrícolas, debido a que se identifica como una zona tendiente a la urbanización de índole comercial, industrial y de servicios.

La implementación del entronque, se preñe realizar conforme a las características enmarcadas en la zona sísmica de ocurrencia, el flujo o carga vehicular dado por las actividades turísticas, comerciales y locales, un periodo de retorno de 15 años, conforme a lo enmarcado por la SCT y SEMARNAT.

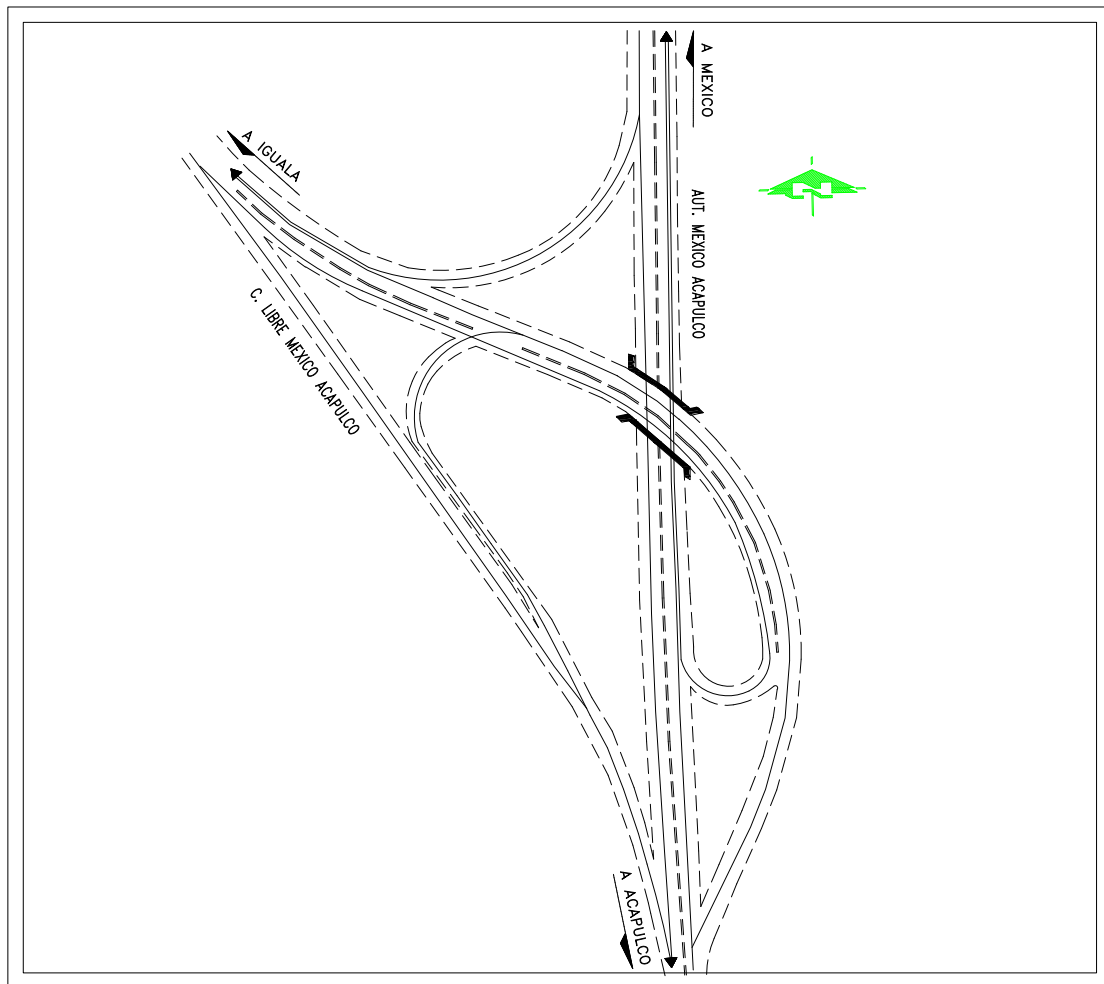
Por existir variaciones en sus distintos componentes, los tramos a ejecutar tienen consideradas adecuaciones con carreteras o caminos:

Tipo ET: son aquellas que forman parte de los ejes de transporte que establezcan la Secretaría, cuyas características geométricas y estructurales permitan la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad de peso, así como de otros que por interés general autorice la Secretaría y que su tránsito se confine a este tipo de caminos.

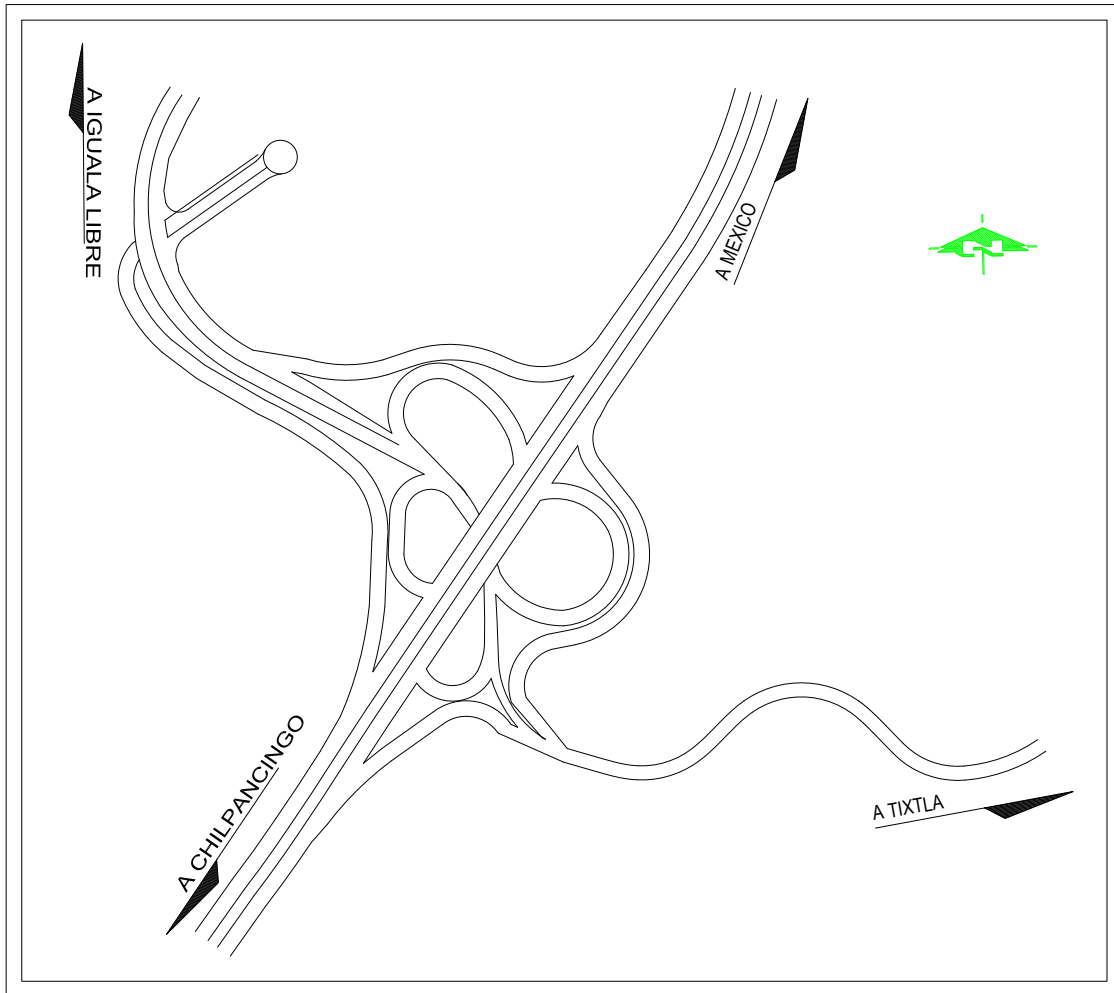
Tipo A: son aquellos que por sus características geométricas y estructurales permiten la operación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso, excepto aquellos vehículos que por sus dimensiones y eso solo se permitan en las carreteras tipo ET.

Tipo C: red secundaria; son carreteras que atendiendo a sus características prestan servicio dentro del ámbito estatal con longitudes medias, estableciendo conexiones con la red primaria.

Actualmente el entronque carretero tiene este diseño.



Con la modificación del entronque, quedará diseñado de la siguiente forma.



#### AFOROS.

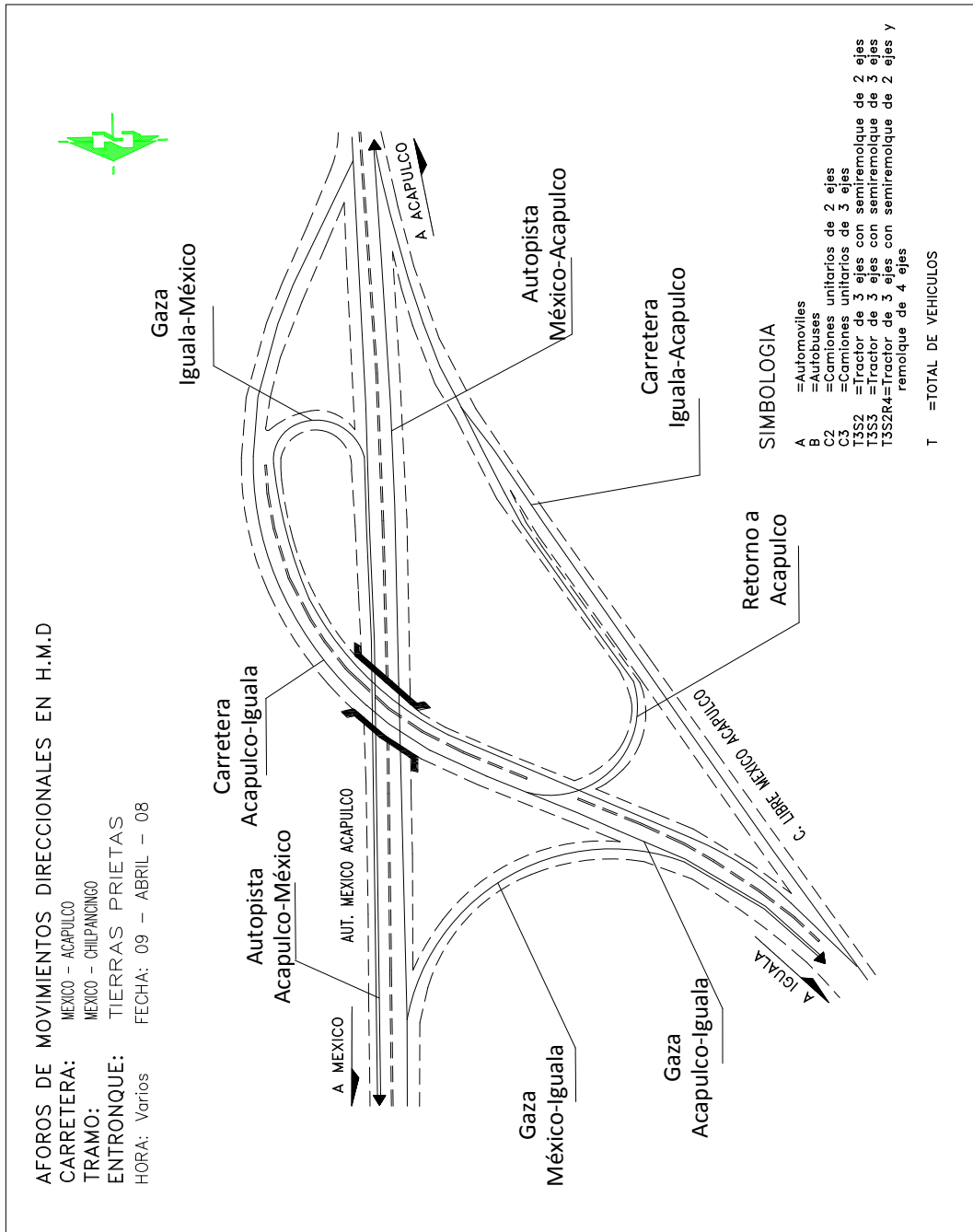
Para el proyecto de la amplificación del entronque antes mencionado, se llevó a cabo el estudio de aforos, en horas de máxima demanda, en dicho lugar, el día 9 de Abril de 2009 obteniendo los siguientes resultados.

#### Simbología

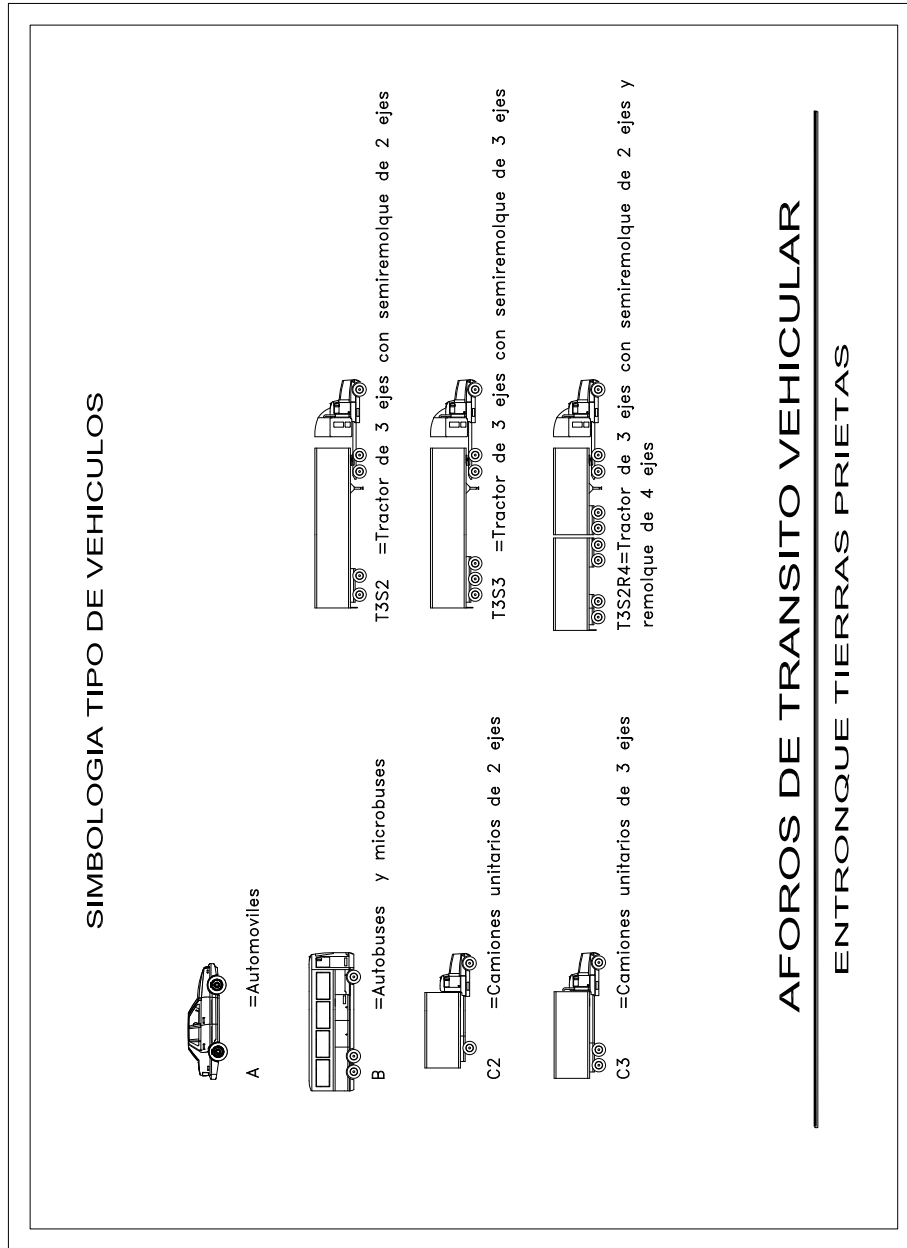
- A = Automóviles
- B = Autobuses
- C2 = Camiones Unitarios de 2 ejes
- C3 = Camiones Unitarios de 3 ejes



- T3S2 = Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes
- T3S3 = Tractor de 3 ejes con semirremolque de 3 ejes
- T3S2R4 = Tractor de 3 ejes con semirremolque de 2 ejes y remolque de 4 ejes
- T = Total de vehículos



Planta de aforos vehiculares.



A continuación se muestran los datos obtenidos para el aforo en el actual entronque Tierras Prietas.

De 7:00 a 8:00 hrs

Aut. Mex-Aca.	Iguala-Acap.	Ret. a Acap.	A Acap.	De Acap.	
A	300	218	103	218	169
B	12	5	0	5	0
C2	2	15	3	15	12
C3	13	5	3	5	7
T3S2	6	3	2	3	0
T3S3	5	0	0	0	1
T3S3R4	1	1	0	1	0
T	339	247	111	247	189

	Gaza Aca-Ig.	Gaza Mx.-Ig.	De México	A México	Aut. Aca.-Mex
A	167	2	302	319	319
B	0	0	12	22	22
C2	12	0	2	4	4
C3	7	0	13	10	10
T3S2	0	0	6	5	5
T3S3	1	0	5	1	1
T3S3R4	0	0	1	1	1
T	187	2	341	362	362

	Acap.-Iguala	Gaza Ig.-Mx.	De Acap.	A Acap.	
A	270	0	589	621	
B	0	0	22	17	
C2	15	0	19	20	
C3	10	0	20	21	
T3S2	2	0	7	11	
T3S3	1	0	2	5	
T3S3R4	0	0	1	2	
T	298	0	660	697	

De 8:00 a 9:00 hrs

Aut. Mex-Aca.	Iguala-Acap.	Ret. a Acap.	A Acap.	De Acap.	
A	255	118	215	164	164
B	14	4	0	4	4
C2	7	12	6	12	16
C3	14	10	10	10	10
T3S2	3	3	3	3	4
T3S3	6	2	0	2	2
T3S3R4	5	1	0	1	0
T	304	244	137	247	299

mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero  
aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

	Gaza Aca.-Ig.	Gaza Mx.-Ig.	De México	A México	Aut. Aca.-Mex
A	160	4	259	378	375
B	4	0	14	20	20
C2	13	3	10	3	3
C3	10	0	14	10	10
T3S2	4	0	3	3	3
T3S3	2	0	6	5	5
T3S3R4	0	0	5	5	5
T	193	7	311	421	421

	Acap.-Iguala	Gaza Ig.-Mx.	De Acap.	A Acap.
A	290	3	665	585
B	4	0	24	18
C2	12	0	15	25
C3	25	0	33	34
T3S2	4	0	7	9
T3S3	2	0	7	8
T3S3R4	0	0	5	6
T	337	3	758	685

De 13:00 a 14:00 hrs

Aut. Mex-Aca.	Iguala-Acap.	Ret. a Acap.	A Acap.	De Acap.	
A	330	280	190	283	218
B	17	5	0	5	2
C2	17	11	12	11	2
C3	1	2	6	2	26
T3S2	3	0	2	0	3
T3S3	1	0	0	0	0
T3S3R4	1	0	0	0	0
T	370	298	210	310	251

	Gaza Aca.-Ig.	Gaza Mx.-Ig.	De México	A México	Aut. Aca.-Mex
A	198	20	350	470	467
B	2	0	18	18	18
C2	1	1	18	1	1
C3	25	1	2	19	19
T3S2	3	0	1	3	3
T3S3	0	0	3	5	5
T3S3R4	0	0	1	4	4
T	299	22	392	520	517

	Acap.-Iguala	Gaza Ig.-Mx.	De Acap.	A Acap.
A	388	3	855	800
B	2	0	20	22
C2	13	0	14	40
C3	31	0	50	9
T3S2	5	0	8	5
T3S3	0	0	5	1
T3S3R4	0	0	4	1
T	439	3	956	878

De 14:00 a 15:00 hrs

Aut. Mex-Aca.	Iguala-Acap.	Ret. a Acap.	A Acap.	De Acap.	
A	345	294	204	299	232
B	19	6	0	6	4
C2	17	12	15	12	6
C3	4	5	6	5	26
T3S2	3	0	4	0	4
T3S3	2	0	0	0	0
T3S3R4	3	0	0	0	0
T	393	317	229	322	272

	Gaza Aca.-Ig.	Gaza Mx.-Ig.	De México	A México	Aut. Acap.-Mex
A	206	26	371	480	475
B	4	0	19	20	20
C2	3	3	20	3	3
C3	25	1	5	19	19
T3S2	4	0	3	3	3
T3S3	0	0	2	5	5
T3S3R4	0	0	2	5	5
T	242	30	423	535	530

	Acap.-Iguala	Gaza Ig.-Mx.	De Acap.	A Acap.
A	410	5	885	843
B	4	0	24	25
C2	16	0	19	44
C3	31	0	50	15
T3S2	8	0	11	7
T3S3	0	0	5	2
T3S3R4	0	0	5	3
T	469	5	999	939

mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero  
aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

De 18:00 a 19:00 hrs

Aut. Mex-Aca.	Iguala-Acap.	Ret. a Acap.	A Acap.	De Acap.	
A	455	312	178	186	173
B	19	4	0	0	4
C2	17	12	6	8	6
C3	4	10	15	15	20
T3S2	3	3	3	3	4
T3S3	6	2	0	0	0
T3S3R4	5	1	0	0	0
T	509	354	202	212	207

	Gaza Acap.-lg.	Gaza Mx.-lg.	De México	A México	Aut. Aca.-Mex
A	160	13	468	583	575
B	4	0	19	26	20
C2	3	3	20	5	3
C3	20	0	4	10	10
T3S2	4	0	3	3	3
T3S3	0	0	6	5	5
T3S3R4	0	0	5	5	5
T	191	16	525	634	621

	Acap.-Iguala	Gaza lg.-Mx.	De Acap.	A Acap.
A	326	8	901	945
B	4	0	24	23
C2	2	2	15	35
C3	31	0	41	29
T3S2	4	0	7	9
T3S3	0	0	5	8
T3S3R4	0	0	5	6
T	377	10	998	1055

De 19:00 a 20:00 hrs

Aut. Mex-Aca.	Iguala-Acap.	Ret. a Acap.	A Acap.	De Acap.	
A	500	330	190	340	101
B	20	0	0	0	1
C2	13	18	2	18	9
C3	6	13	16	13	22
T3S2	4	5	1	5	2
T3S3	0	3	0	3	1
T3S3R4	6	0	0	0	0

T	559	309	209	379	169
	Gaza Acap.-Ig.	Gaza Mx.-Ig.	De México	A México	Aut. Acap.-Mex
A	145	16	516	570	560
B	1	0	20	20	19
C2	7	2	15	5	5
C3	22	0	6	12	12
T3S2	2	0	4	5	5
T3S3	1	0	10	4	4
T3S3R4	0	0	6	4	4
T	178	18	577	619	609
	Acap.-Iguuala	Gaza Ig.-Mx.	De Acap.	A Acap.	
A	335	10	895	1020	
B	1	0	20	20	
C2	9	0	14	33	
C3	38	0	50	35	
T3S2	3	0	8	10	
T3S3	1	0	5	13	
T3S3R4	0	0	4	6	
T	387	10	996	1137	

## ESTRUCTURA

### Estructura principal

La superestructura del puente será de un claro único de 35.00 m de longitud, estructurado con traveses AASHTO de concreto presforzado, las cuales soportan una losa de concreto reforzado de 0.18 m de espesor mínimo.

La subestructura será a base de 2 estribos extremos, con corona, cuerpo y aleros de concreto reforzado desplantados al estrato resistente del terreno natural por medio de una zapata corrida, también de concreto reforzado.

### Materiales:

#### Para el concreto:

Se consideran las siguientes resistencias del concreto para el diseño.

Traveses AASHTO pretensados y los demás elementos precolados:  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ .



## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

Guarniciones:  $f'c$ : 250 kg/cm<sup>2</sup>.

Losas: 250 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el asfalto:

El peso asfáltico que constituye la carpeta de la pista de rodamiento del puente es de 2.2 tn/m<sup>3</sup>.

Para el acero:

Acero de refuerzo:

Peso volumétrico: 7.85 tn/m<sup>3</sup>

Módulo de elasticidad: 21 000 000 tn/m<sup>2</sup>

Límite de fluencia:  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>

Acero de presfuerzo: características de un torón de 1/2 ''

Diámetro de los torones: 12.7 mm

Área del torón: 0.99 cm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad:  $E_p = 19000000$  tn/m<sup>2</sup>

Descripción del análisis y diseño.

Para análisis y diseño de la estructura se tomó en cuenta los efectos más críticos que actúan en ella por combinaciones de cargas más desfavorables, incluyendo cargas permanentes, móviles y accidentales.

Cargas permanentes o cargas muertas.

Para la carga muerta se consideró el peso volumétrico de los materiales empleados, tomando como base las dimensiones de los elementos resistentes en la superestructura y subestructura, así como cargas posteriores como carpetas asfálticas, parapetos y guarniciones.

Cargas móviles o cargas vivas.

Para la obtención de los elementos mecánicos por carga viva más impacto se realizó el análisis considerando efectos críticos por acción de cargas de camiones aplicados directamente a elementos de superestructura y subestructura ubicándolas en diferentes posiciones.

Cargas accidentales.



Para análisis por sismo se considerarán especificaciones del manual de diseño sísmico de la Comisión Federal de Electricidad.

## MECÁNICA DE SUELOS

El objetivo de los estudios de mecánica de suelo hechos en el actual entronque Tierras Prietas es determinar la estratigrafía y propiedades del subsuelo en los ejes de las estructuras que indica el proyecto; para realizar el análisis geotécnico de la cimentación y proponer la solución de cimentación factible, para las necesidades del proyecto.

El proyecto del distribuidor contempla la construcción de un puente.

Para determinar las características del subsuelo en el sitio, se programó el método de exploración denominado Sondeo Tipo Mixto, el cual alterna la prueba de Penetración Estándar con la obtención de Tubos Shelby. Así como también la perforación con barril doble giratorio con broca de diamante.

Debido a las características de los materiales que constituyen el subsuelo en el eje del puente, durante la exploración en campo no se pudieron obtener Tubos Shelby.

Se realizaron dos sondeos, su ubicación y profundidad de cada uno de ellos se presenta a continuación:

Sondeo	Ubicación	Profundidad
1	410+062.00	15.00 m
2	410+115.00	12.50 m

Debido a las características de los materiales que constituyen el subsuelo (arena mal graduada con finos, mayores a 50 golpes), solo se recuperaron muestras alteradas; las cuales se empaquetaron e identificaron correctamente para su envío al laboratorio de mecánica de suelos.

A todas las muestras obtenidas se les determinaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Clasificación manual y visual según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
- Contenido de agua.

Y solo a muestras representativas seleccionadas se les realizaron las siguientes pruebas de laboratorio.

- Límites de consistencia Líquido y Plástico (LL y LP)
- Porcentaje de finos o fracción que pasa por la malla No. 200

## mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

### e) Análisis granulométrico por mallas.

No se analizaron pruebas mecánicas (Compresión Triaxial y Consolidación Unidimensional), debido a que no se recuperaron muestras inalteradas, por que los suelos arenosos detectados no lo permitieron.

Basándose en los resultados de los estudios de campo y laboratorio, se determinó que la estratigrafía del subsuelo es heterogénea, en general, la cual a continuación se describe.

Superficialmente se observó un estrato constituido por una arena limosa con grava, de color blanco, seco, muy compacto, con un espesor de 5.00 m, el SUCS lo clasifica como SM; subyaciéndole se detectó un estrato constituido por una roca sedimentaria, poco alterada, fracturada, su clasificación es Caliza y al final se detectó un estrato arenoso-limoso con grava, de color blanco, seco, muy compacto, con un espesor mayor de 3.00 m, el SUCS lo clasifica como SM.

No se observó nivel de aguas freáticas.

Debido a las propiedades de los materiales que constituyen el subsuelo, se propone que la solución de la cimentación se realice mediante el empleo de zapatas corridas.

Para el análisis geotécnico de la cimentación de la estructura se analizaron los siguientes parámetros:

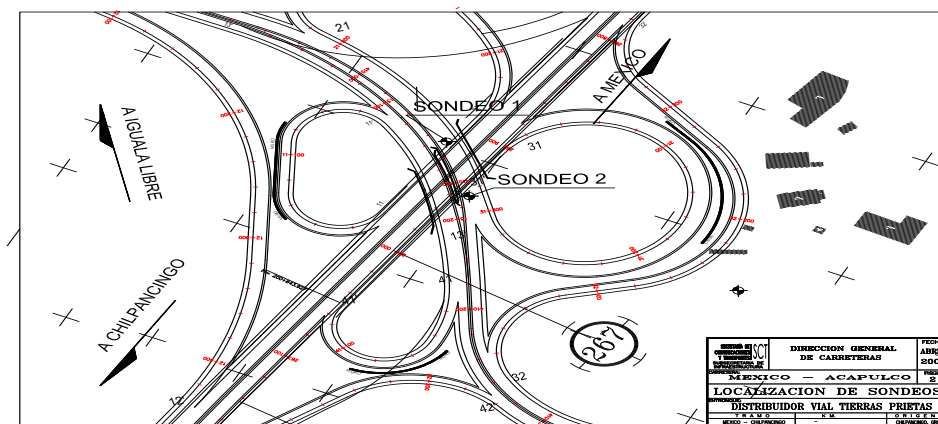
Arena Limosa con Grava

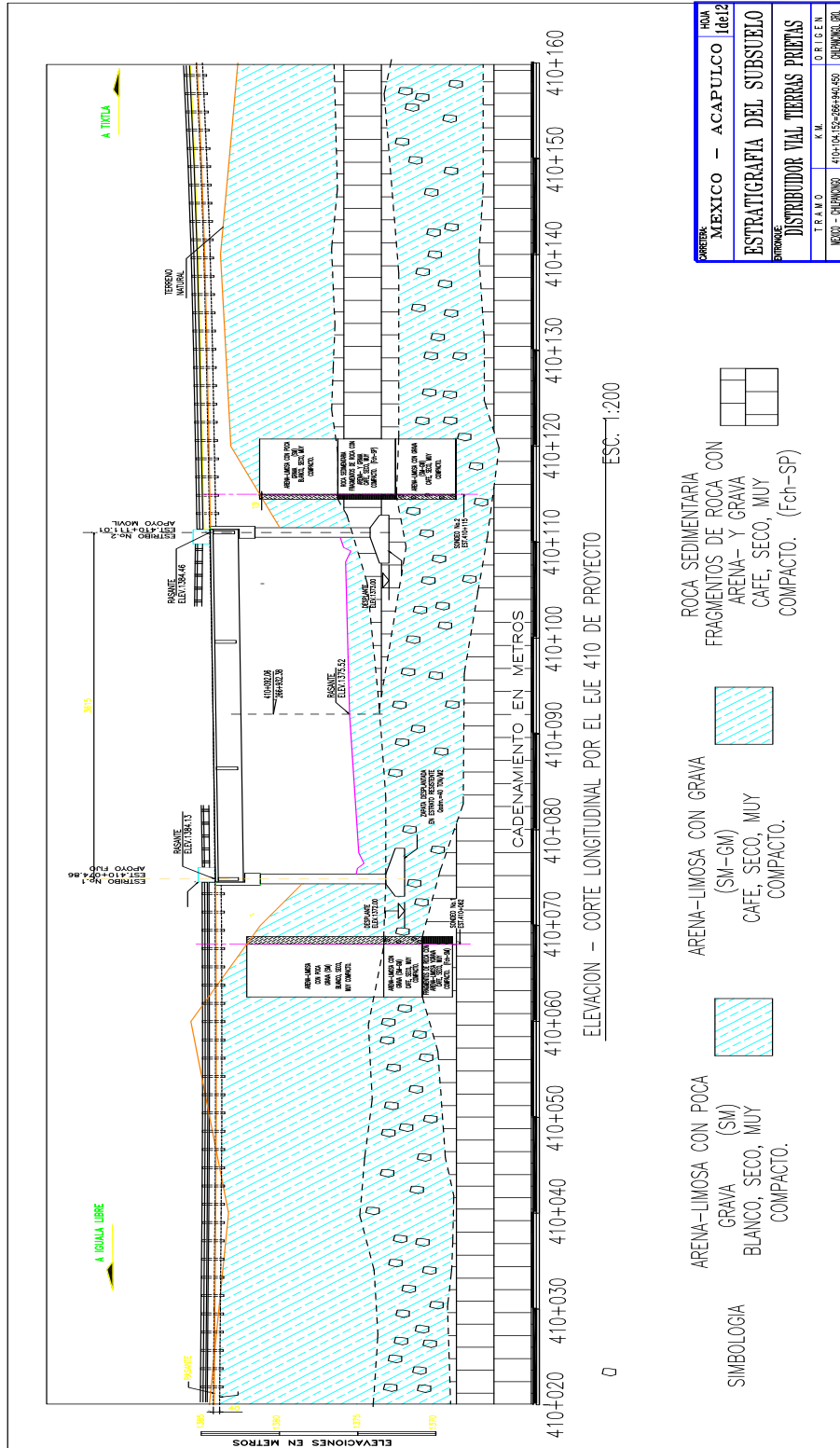
Ángulo de fricción interna:  $30^\circ$

Cohesión:  $0.00 \text{ tn/m}^3$

Peso volumétrico natural:  $1.550 \text{ tn/ m}^3$

De acuerdo a los resultados del estudio nos menciona que la estratigrafía del subsuelo en el sitio es heterogénea y el estrato presenta una resistencia al esfuerzo cortante alta. Para la estructura se recomienda que se desplante mediante zapatas de 4 m de ancho, con una capacidad de carga de  $92.43 \text{ tn/m}^2$ , con una profundidad de desplante de 3.00 m.





Estratigrafía del suelo.

#### PROYECTO DE PAVIMENTOS.

Se contemplará realizar la construcción de un entronque mediante gasas de entrada y de salida hacia la Autopista México-Acapulco del tráfico que circula por la carretera Iguala-Chilpancingo y que formará parte de la nueva carretera hacia Tuxtla.

La estructura del pavimento nuevo a considerar la conformaran una capa de Base Hidráulica de 0.20 m, Base Asfáltica de 0.10 m, y Carpeta de concreto Asfáltico de 1.10 m. Para proporcionar un drenaje adecuado, será necesario dar un bombeo del 2% hacia los lados externos de la sección considerada.

Con el fin de hacer la descripción más sencilla del procedimiento constructivo para este proyecto, se iniciará con lo correspondiente a la generalidad de los casos que se pueden presentar.

#### Terracerías.

- a) Los trabajos de desmonte, despalme y limpieza general del área por construir, así como los taludes del cuerpo existente, se realizarán siguiendo los lineamientos correspondientes.
- b) En el caso de cortes en cajón, una vez efectuado el despalme se abrirá caja cuyas dimensiones deberán estar debida indicadas en el proyecto, el piso de corte o caja deberá compactarse al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar en una profundidad de 0.20 m.
- c) Para el caso de terraplenes se construirá el cuerpo de terraplén con una altura variable dependiendo de la rasante de proyecto y se compactará al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.
- d) La capa de transición de construirá de 0.50 m, deberá compactarse el material que constituya dicha para al 95% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.
- e) La capa subrasante se construirá con un espesor de 0.30 m, debiéndose compactar el material que constituya dicha capa al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.
- f) Los materiales empleados para la formación de las diferentes capas deberán ser procedentes del banco propuesto para este y/o producto de compensación de acuerdo con lo indicado en el proyecto de terracerías.

#### Pavimento.

Las cláusulas e incisos que se mencionan en los siguientes párrafos corresponden a la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

#### Base hidráulica.

Sobre la capa subrasante se construirá una capa de base hidráulica de 0.20 m utilizando material procedente del banco de préstamo. El material que conforme para esta capa se deberá compactar al 100% de su peso volumétrico seco máximo de la prueba AASHTO modificada (cinco capas).

Los materiales utilizados deberán ser los especificados por el proyecto, además éstos tendrán que cumplir con las normas de calidad.

#### Riego de impregnación.

Sobre la superficie de la base hidráulica así como en los taludes de dicha capa, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho de la selección así como en dichos taludes que formen el pavimento, un Riego de Impregnación con emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.2 l/m<sup>2</sup>

El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá cumplir con las normas de calidad.

#### Riego de la liga para Base Asfáltica.

Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica, a razón de 0.6 l/m<sup>2</sup>.

#### Base asfáltica.

Sobre la superficie de la capa de Base Hidráulica debidamente terminada, después de aplicar el riego de liga, se construirá una capa de base asfáltica de 1.10 m de espesor, elaborada en planta y en caliente utilizando material procedente de préstamo y cemento asfáltico con una proporción de 125 kg/m<sup>3</sup> de materia pétreo seco y suelto de tamaño máximo de 38.1 mm (1 ½ ").

El material que conforme esta capa se deberá compactar al 95% de su peso volumétrico determinado por la prueba Marshall.

#### Riego de liga para carpeta de concreto asfáltico.

Sobre la superficie de la capa de base asfáltica debidamente determinada se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica a razón de 0.6 l/m<sup>2</sup>.

#### Emulsiones.

Se deberá indicar el tipo de emulsión asfáltica a emplear para efectos de control de calidad y recepción de la obra; se requiere además obtener la dosificación adecuada en cada caso conforme a las pruebas de laboratorio necesarias según el trabajo a realizar.

#### Carpeta de concreto asfáltico.

Sobre la capa de base asfáltica debidamente terminada y después de la aplicación de riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 0.10 m de espesor, utilizando procedente

del banco de préstamo y cemento asfáltico con una dosificación aproximadamente de 130 l/m<sup>2</sup> de materia pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola al 95% de su peso volumétrico determinado en la prueba Marshall.

Dado que se utilizara cemento asfáltico, la mezcla deberá realizarse a una temperatura entre 140° y 165°C. La mezcla al momento de colocarla en la pavimentadora deberá tener una temperatura no menor a 135°C. La temperatura se medirá en el camión antes de descargar en la pavimentadora.

La compactación se efectuará inmediatamente después de tendida la mezcla y antes de que su temperatura baje a menos de 130° C.

Aditivos.

Con el objeto de mejorar la adherencia de los materiales pétreos con los productos asfálticos, se deberá prever el empleo de aditivos, cuyo tipo y dosificación serán proporcionados por el laboratorio de control de la SCT, después de que el agregado pétreo haya sido debidamente tratado.

Los tipos de aditivos que se utilizarán en el cemento asfáltico deberán incorporarse en una proporción aproximada del 1% en peso, que se ajustara de acuerdo con las pruebas realizadas por el Laboratorio de Control de la Secretaría.

Riego de liga para Open Grade.

Sobre la superficie de la capa de carpeta asfáltica debidamente terminada se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga con emulsión asfáltica catiónica a razón de 0.6 l/m<sup>2</sup>

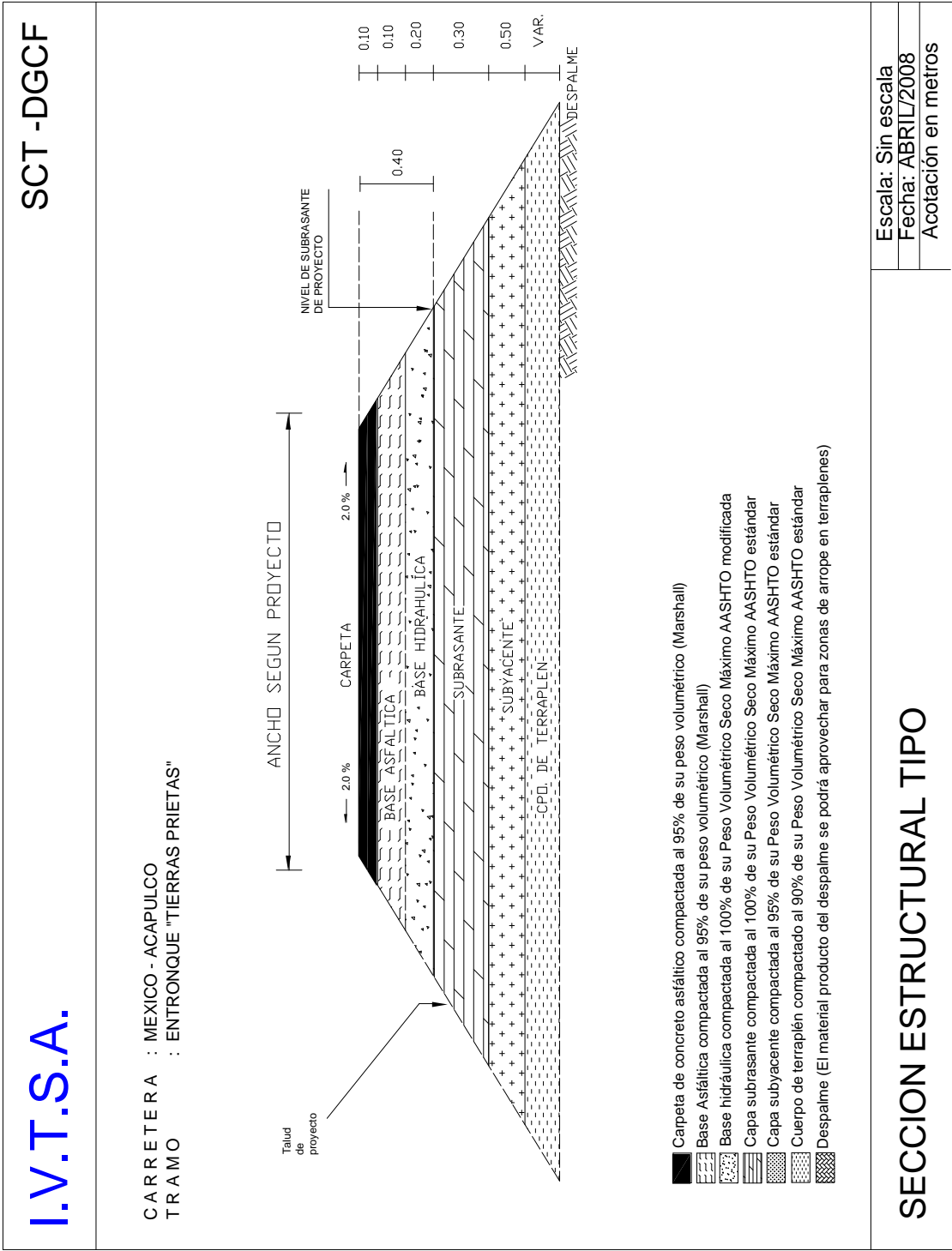
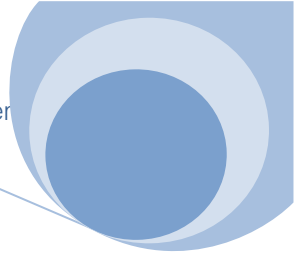
Microcarpeta Open Grade.

Sobre la capa de carpeta asfáltica debidamente terminada y después de la aplicación del riego de la liga, se construirá una carpeta de Textura Abierta de 0.03 m de espesor, utilizando material procedente del banco de préstamo y cemento asfáltico modificado con una dosificación aproximadamente de 100 l/m<sup>2</sup> de material pétreo seco y suelto, la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola mediante dos pasadas con compactador de rodillo liso metálico estático con una masa mínima de 10 toneladas.

La mezcla se proyectará por el procedimiento Marshall.

La compactación se efectuará inmediatamente después de tendida la mezcla y antes de que su temperatura baje a menos de 150°C.

A continuación se muestra la sección estructural tipo de pavimentos del entronque Tierras Prietas.



## DRENAJE.

El drenaje de un entronque carretero tiene el propósito de alejar las aguas de éste. Esto evitará una influencia negativa, tanto en el aspecto de la estabilidad de la infraestructura, como en sus condiciones de transitabilidad. Las dimensiones de las obras de drenaje serán determinadas a base de cálculos hidráulicos, tomando como base la información pluviométrica disponible.

La eliminación del agua que escurre sobre la superficie de pavimentos, se efectuará mediante peralte en las curvas, de modo que el escurrimiento sea hacia las cunetas. El entronque se someterá a una impermeabilización, de este modo se logrará fijar los agregados y se evita que estos sean arrastrados a las cunetas por el agua que fluye desde el pavimento.

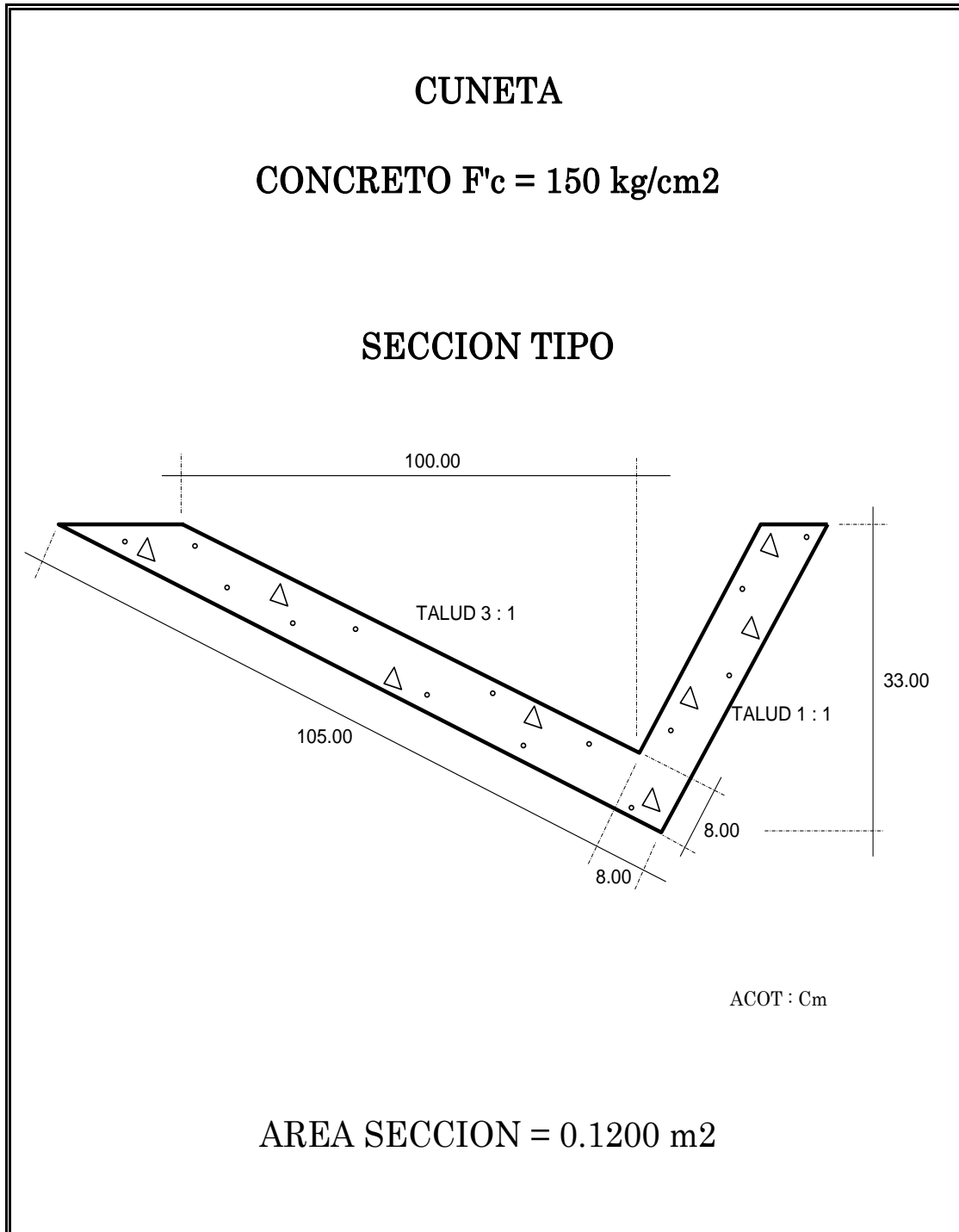
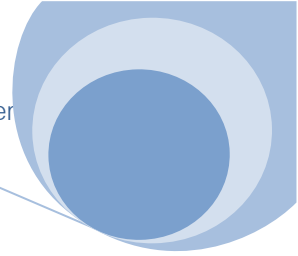
A lo largo del camino principal y de las gazas se construirán cunetas con un concreto con una resistencia de  $150 \text{ kg/cm}^2$  de tipo V, con las siguientes dimensiones.

Un espesor de 8 centímetros, con una longitud de 100 centímetros y una profundidad de 33 centímetros, con una proporción de 3:1.

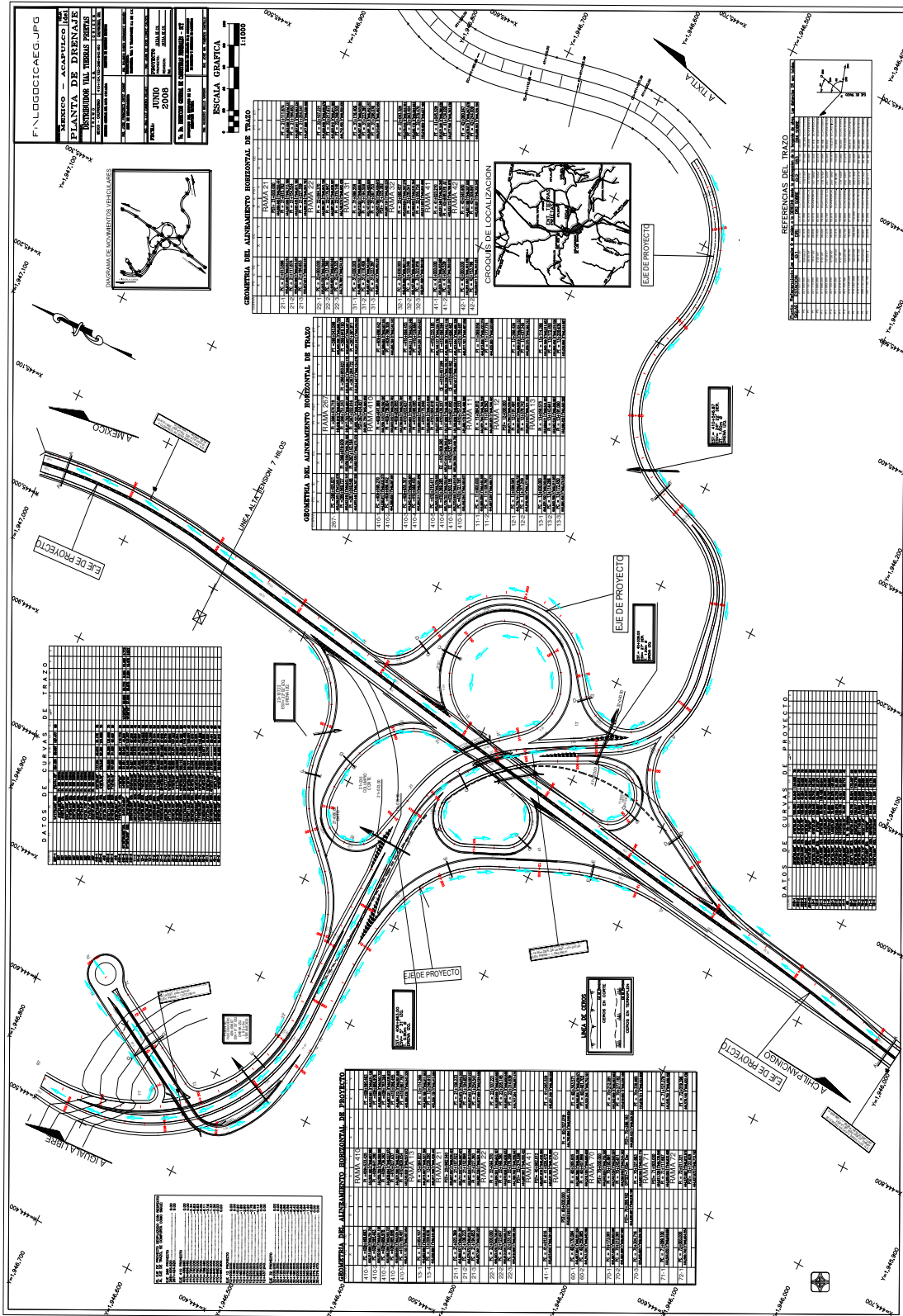
El área de la sección es de  $0.12 \text{ m}^2$ .

A continuación se presenta la planta de drenaje del entronque Tierras Prietas.






mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero  
 aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero



## PROYECTO GEOMÉTRICO

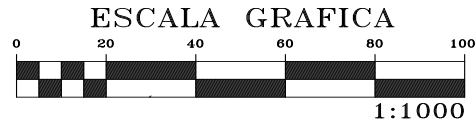
Para que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes pueda aprobar el Proyecto geométrico de un entronque carretera debe cumplir con las normas antes especificadas y los planos deben contener los siguientes datos.

El cuadro de datos con los elementos necesarios para la identificación del entronque carretero a continuación muestro el cuadro de datos.

 <b>Guerrero</b> COMISIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA Y AEROPORTUARIA		
CARRETERA: <b>MEXICO — ACAPULCO</b>		HOJA <b>1de7</b>
<b>PLANTA GENERAL Y DE DERECHO DE VIA</b>		
ENTRONQUE: <b>DISTRIBUIDOR VIAL TIERRAS PRIETAS</b>		
T R A M O MEXICO — CHILPANCINGO	K M. 410+104.152=288+940.450	O R I G E N CHILPANCINGO, GRO.
DIRECTOR GENERAL DEL O.P.D. C.I.C.A.E.G.  ING. JOSE FRANCISCO ORTIZ ADAME <b>JEFE DE DEPARTAMENTO</b>  ING. ANA LUZ CAMERO PELAEZ	COORDINADOR DE SERVICIOS TECNICOS  ING. ROLANDO RUBEN HERNANDEZ GARDOÑO <b>PROYECTISTA:</b> INGENIERIA VIAL Y TRANSPORTE S.A DE C.V.  ING. JUAN DE DIOS LOPEZ CALOCA	
<b>FECHA:</b>	<b>PROYECTO</b>	

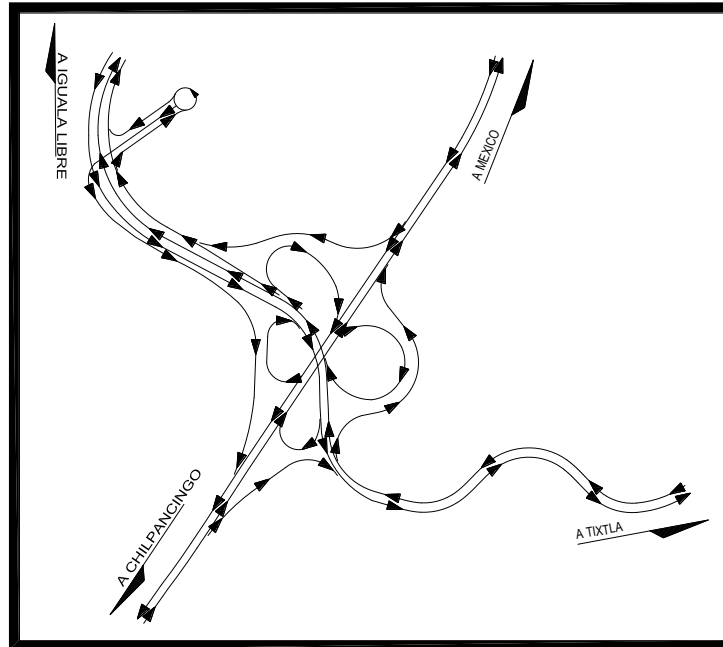
Además de los datos de identificación debe contener las firmas de los Ingenieros que aprobarán, supervisarán y construirán el entronque carretero.

La escala gráfica nos muestra a que proporción observamos los trazos en el plano respecto a las medidas reales.

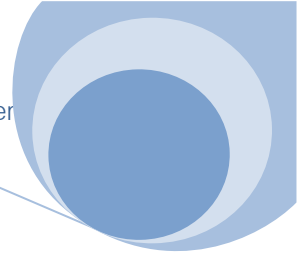


El diagrama de movimientos vehiculares nos da una rápida visión del entronque carretero y nos muestra los flujos direccionales de la carretera principal, secundaria y de las gazas.

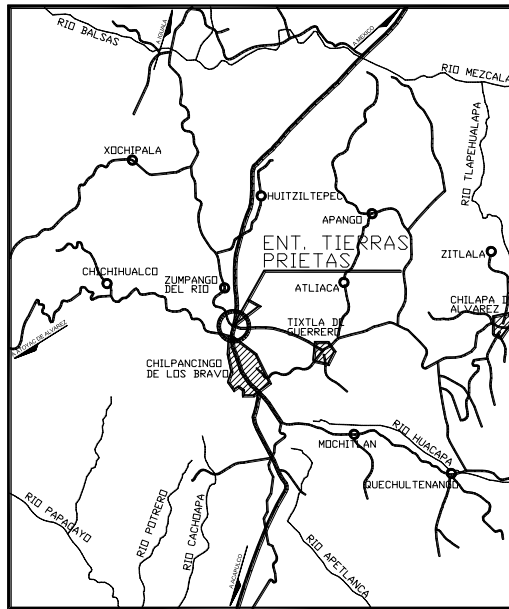
### DIAGRAMA DE MOVIMIENTOS VEHICULARES



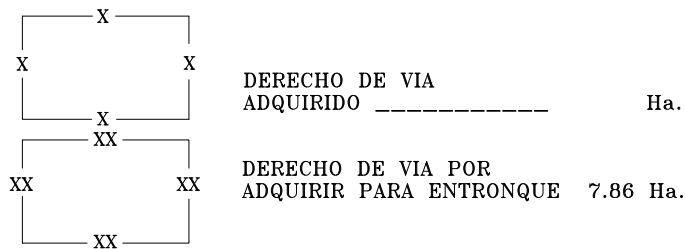
El croquis de localización nos muestra en que parte geográfica se encuentra el entronque carretero, en el cual podemos observar las ciudades y localidades más importantes y cercanas del entronque y las carreteras cercanas.



### CROQUIS DE LOCALIZACION



El derecho de vía nos indica el área de terreno que pertenece al entronque carretero y el área que se tiene que adquirir para cumplir con el área requerida. Este aspecto es de suma importancia ya que es uno de los principales factores que determina el diseño y la velocidad de construcción del entronque carretero.



La tabla del alineamiento vertical nos indica el número de las curvas y tangentes involucradas en el entronque carretero, así como su kilometraje de inicio, intermedio y de salida. Cada uno de los puntos involucrados anteriormente también llevan las coordenadas tanto en X como en Y. De acuerdo al número de la gaza es como se identifican en dicha tabla.

GEOMETRIA DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE TRAZO

CURVA	PC o TE		EC		PI o PST		CE		PT o ET	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
<b>RAMA 21</b>										
PST= 21+000.000										
444,886.465   1'946,550.441										
PI = 21+815.782										
21-1	PC = 21+013.896								PT = 21+111.874	
	444,872.848	1'946,553.213			444,087.086   1'946,713.189				444,883.098   1'946,616.337	
21-2	PC = 21+111.874								PT = 21+194.653	
	444,883.098	1'946,616.337			444,925.435   1'946,611.185				444,957.641   1'946,583.224	
21-3	PC = 21+194.653								PT = 21+254.541	
	444,957.641	1'946,583.224			444,982.336   1'946,561.783				444,977.698   1'946,529.408	
<b>RAMA 22</b>										
PI = 22+064.370										
22-1	PC = 22+000.000								PT = 22+107.221	
	445,003.476	1'946,706.817			444,994.281   1'946,643.106				444,929.948   1'946,640.879	
22-2	PC = 22+131.380								PT = 22+217.673	
	444,905.805	1'946,640.043			444,861.264   1'946,638.501				444,825.812   1'946,611.495	
22-3	PC = 22+279.325								PT = 22+348.505	
	444,776.769	1'946,574.135			444,748.274   1'946,552.429				444,712.455   1'946,552.032	
<b>RAMA 31</b>										
PI = 31+098.258										
31-1	PC = 31+000.000								PT = 31+116.406	
	444,998.112	1'946,509.583			445,012.051   1'946,606.846				445,087.481   1'946,543.880	
31-2	PC = 31+116.406								PT = 31+223.397	
	445,087.481	1'946,543.880			445,147.440   1'946,493.829				445,081.332   1'946,452.237	
31-3	PC = 31+223.397								PT = 31+296.076	
	445,081.332	1'946,452.237			445,043.788   1'946,428.615				445,015.691   1'946,462.938	
PST= 31+325.282										
444,997.191   1'946,485.537										
<b>RAMA 32</b>										
PI = 32+060.457										
32-1	PC = 32+000.000								PT = 32+083.328	
	445,079.000	1'946,352.112			445,029.824   1'946,387.279				445,078.016   1'946,423.781	
32-2	PC = 32+120.046								PT = 32+263.404	
	445,107.286	1'946,445.951			445,198.952   1'946,515.384				445,095.176   1'946,564.923	
32-3	PC = 32+322.916								PT = 32+379.470	
	445,041.469	1'946,590.561			445,011.853   1'946,604.698				445,016.609   1'946,637.169	
<b>RAMA 41</b>										
PI = 41+023.210										
41-1	PC = 41+000.000								PT = 41+045.529	
	445,020.744	1'946,403.885			445,031.349   1'946,383.240				445,031.240   1'946,360.030	
41-2	PC = 41+045.529								PT = 41+134.020	
	445,031.240	1'946,360.029			445,033.113   1'946,756.975				444,977.506   1'946,363.939	
<b>RAMA 42</b>										
PI = 42+045.930										
42-1	PC = 42+000.000								PT = 42+090.847	
	444,951.083	1'946,161.978			444,957.188   1'946,207.500				444,979.073   1'946,247.878	
42-2	PC = 42+153.796								PT = 42+244.009	
	445,009.071	1'946,303.223			445,035.801   1'946,352.540				445,086.803   1'946,329.184	

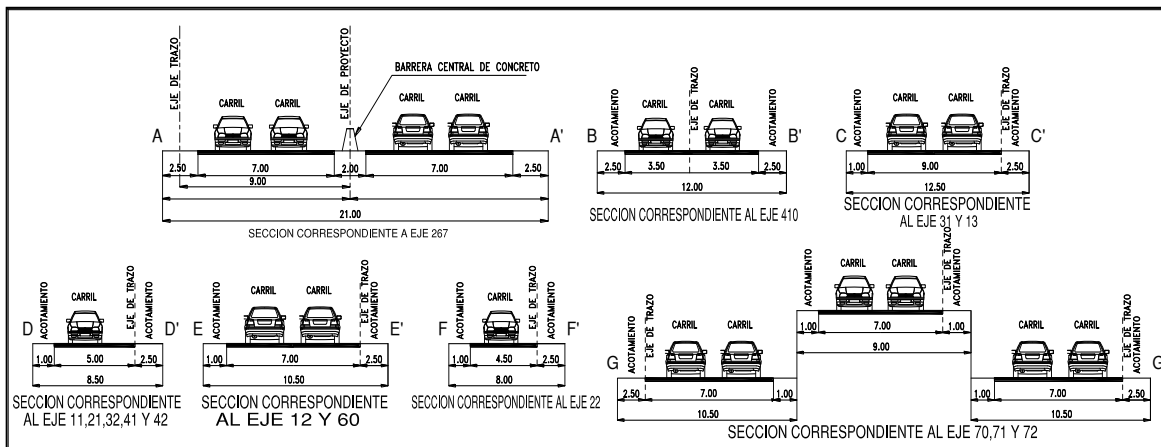
La tabla Datos de Curvas nos muestra el número de la curva así como la dimensión angular y si gira a la derecha o a la izquierda, el grado de curvatura, el radio, la subtangente, la longitud de la curva y la velocidad de proyecto.

D A T O S D E C U R V A S D E P R O Y E C T O

CURVA	At	Ac	Gc	Rc	STE	Lc	Vp Km/h	Øe	Le	Xc	Yc	k	p
410-1		36°56'44.666" IZQ.	5°55'52.50"	193.200	64.542	124.580	70						
410-2		29°28'46.166" IZQ.	6°18'17.55"	181.751	47.817	93.515	70						
410-3		30°08'22.985" IZQ.	6°15'37.75"	183.039	49.284	96.286	70						
410-4		36°28'1.325" DER.	9°03'50.90"	126.423	41.649	80.467	50						
410-10		29°44'37.05" IZQ.	7°30'00"	152.789	40.573	79.316	50						
13-1		28°29'52.126" DER.	9°28'27.90"	120.948	30.716	60.159	60						
13-4		6°00'0.587" DER.	3°13'08"	355.997	18.656	37.279	50						
21-1		159°18'6.535" DER.	37°59'58.60"	30.156	165.133	83.844	30						
21-2		45°16'55.036" DER.	10°14'33.20"	111.878	46.665	88.420	40						
21-3		57°11'22.931" DER.	19°05'54.95"	60.000	32.707	59.888	40						
22-1		84°22'38.132" DER.	17°0'0.00"	67.407	61.096	99.267	50						
22-2		47°09'53.967" IZQ.	15°00'0.00"	76.394	33.348	62.887	50						
22-3		42°34'26.427" DER.	10°29'59.95"	109.135	42.521	81.094	50						
41-1		26°35'29.933" DER.	16°15'30.75"	70.481	16.656	32.713	40						
60		2°24'27.624" IZQ.	Pl. SIN CURVA										
60-1		59°37'1.752" DER.	6°52'22.10"	166.732	95.521	173.487	60						
60-2		32°36'45.263" DER.	5°53'27.90"	194.517	56.904	110.718	60						
70-1		74°32'36.326" IZQ.	38°11'49.90"	30.000	22.830	39.031	40						
70-2		33°45'11.719" IZQ.	10°22'17.40"	110.487	33.519	65.088	40						
70-3		8°34'3.656" IZQ.	5°00'00"	229.183	17.167	34.269	40						
71-1		121°01'35.245" DER.	109°08'5.50"	10.500	18.567	22.179	30						
72-1		74°05'10.581" DER.	76°23'39.85"	15.000	11.321	19.396	30						
80-1		19°36'14.166" IZQ.	04°51'43.280"	235.687	40.719	80.641	30						
80-2		40°12'53.890" IZQ.	13°24'09.080"	85.500	31.301	60.011	30						
80-3		08°06'30.677" IZQ.	07°19'0.200"	156.616	11.101	22.164	30						
80-4		92°50'18.031" IZQ.	57°56'9.500"	19.779	20.784	32.049	30						
80-5		78°26'58.408" IZQ.	73°55'48.140"	15.500	12.653	21.223	30						
80-6		79°30'40.162" DER.	61°56'28.980"	18.500	15.389	25.673	30						
1-1		50°39'30.427" IZQ.	41°43'21.930"	27.465	13.000	24.283	30						
1-2		101°25'24.620" DER.	40°01'04.820"	28.635	35.000	50.689	30						
1-3		33°13'54.716" IZQ.	09°46'13.860"	117.283	34.999	68.025	30						
1-4		22°29'26.551" DER.	15°11'21.690"	75.442	15.000	29.614	30						
1-5		34°34'05.708" IZQ.	34°47'50.900"	32.931	10.247	19.868	30						

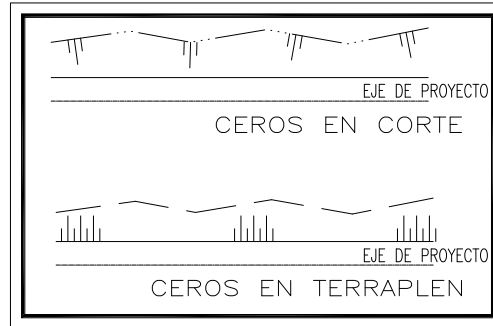
Las secciones tipo nos muestran las dimensiones de la calzada, de la corona, de las barras separadoras y de todos los espacios involucrados en la carretera principal, en la carretera secundaria o en cualquiera de las gazas, vistas en corte.

SECCIONES TIPO



Las líneas de ceros nos indica si se tienen que llevar acabo algún movimiento de tierras, estos pueden ser en cortes o en terraplén, y su simbología es la siguiente.

## LINEA DE CEROS



El símbolo de norte es otro dato que es elemental en cualquier planta de proyecto geométrico, ya que nos dará la referencia para la orientación del lugar. Ligado con el norte, las coordenadas tanto en X como en Y nos sumamente eficientes, ya que podemos ubicar cualquier posición geográfica en la que requiramos trabajar.

### Anteproyectos

Estos planos contienen las diferentes propuestas geométricas de los entronques carreteros, de acuerdo al presupuesto y la sencillez de los proyectos, es como se irán descartando las propuestas.

Para un mismo entronque carretero, en los anteproyectos podemos encontrar un diamante o un trébol, o incluso la combinación de varios.

### Levantamiento topográfico.

Esta planta nos da la visión del entronque carretero pero de manera rápida y sin tantos elementos.

Además podemos observar las líneas de nivel del terreno y ver de qué manera se comporta la topografía del lugar, esto nos ayudará para ver si los pateos que tenemos que hacer serán en corte o en terraplén y si la propuesta de drenaje que se trazo es adecuada.

Mediante esta planta, todas las construcciones cercanas al lugar quedan de manera expuestas, para poder ver si contamos con el derecho de vía necesario, y si es que no, comenzar con los trámites para adquirirlos.

Guarniciones, carpetas, líneas de la CFE, paramentos, cercas, polígonos, mallas, rejas, postes de luz, poste de teléfono, teléfonos, entro otros, son los datos que tenemos que observar en la planta de Levantamiento Topográfico.





## Planta General y Derecho de Vía

La autopista del Sol en el lugar del entronque carretero cuenta con un curva simple que comienza en el kilometraje 266+405.621, su PI esta en 266+474.718, y el PT, lo encontramos en 266+543.098. Posteriormente nos encontramos una curva compuesta que comienza en el kilometraje 266+568.727, el EC está en el 266+619.939, el PI se encuentra en 266+571.243, el CE esta en 266+850.623 y el PT en 266+918.180. Casi en la parte media del entronque encontramos la siguiente curva espiral con los siguientes datos: PI en 267+049.548, EC en 267+143.184, PI en 267+202.816, CE en 267+284.722 y el PT EN 267+361.811. En la parte final de esa parte del entronque tenemos una tangente que finaliza en 267+424.827.

Las dimensiones vistas en corte de esta parte de la Autopista del Sol es de un total de 21.00 metros divididos de la siguiente manera. 2.50 metros de cada lado de acotamiento, 7.00 metros de carriles en cada dirección y 2.00 metros de la barra separadora.

Las modificaciones comienzan con la carretera que proviene de Tixtla y se dirige hacia Iguala. En esta parte la proyección comienza con una curva símpele en el kilometraje 409+468.883 y termina en el cadenamamiento 409+593.463, en este mismo cadenamamiento comienza la siguiente curva simple y termina en 409+686.978. La siguiente curva es simple, comienza en el último cadenamamiento mencionado y termina en 409+783.214. Posteriormente se propusó una tangente de 202.774 metros, y al final de esta tangente continuamos con una curva simple que comienza en el kilometraje 409+985.988 y finaliza en 410+066.455. Continuamos con una curva simple que tiene su PC en el último cadenamamiento nombrado y termina en 410+128.884.

Sobre el mismo eje continua una curva simple que comienza en 410+215.411 y termina en 410+312.2993. Y finalmente sobre este eje la última curva que se presenta cerca del entronque carretero es una curva simple que comienza en el kilometraje 410+324.141 y termina en 410+461.892.

La sección tipo que se presenta a lo largo del eje es de 2.50 metros de acotamiento por lado y un carril por sentido de 3.50 m. Con un total de 12 metros.

La rama denominada número 11 es la que une la Autopista del Sol con dirección a Acapulco y la carretera hacia Tixtla, esta gaza en una rama de trébol. A continuación se describen sus características.

Esta gaza tiene una longitud de 177.774 metros y comienza a 20.50 metros de lado izquierdo de la estación 266+978.639 de la autopista México-Acapulco y está compuesta primeramente por una curva sencilla que inicia en 11+000.000 y termina en 11+069.856, posteriormente contamos con una tangente de 39.931 metros y al finalizar esta tangente tenemos la última curva de la gaza es simple y comienza en 11+109.787, termina en 11+177.774 a 9 metros de la estación 13+114.690 de la gaza numero 13.

La sección tipo para esta gaza es del lado derecho un acotamiento de 1.00 metro, un carril de 5.00 metros y el acotamiento del lado derecho de 2.50 metros, para un total de 8.50 metros.

La gaza numero 12 esta es parte del trébol y está limitada únicamente para quienes salen del Hospital o para quienes vienen de Iguala.

Tiene una longitud de 437.248 metros y está compuesta de la siguiente manera. Comienza a 15.50 metros a la derecha del cadenamiento 409+765.975 de la gaza 409 con una tangente de 99.593 metros para dar paso en el cadenamiento numero 12+099.593 a una curva simple que terminara en la estación 12+266.426. Prosigue una tangente de 10.823 metros y nuevamente da paso a una curva simple comenzando en el cadenamiento 12+317.249 y que termina a 24 metros a la derecha de la estación 267+160.465 de la autopista del Sol en el cadenamiento 12+437.248. Las dimensiones de esta gaza serán las siguientes. El acotamiento del lado derecho será de 2.50 metros, ancho de carril de 7.00 metros y del lado izquierdo un acotamiento de un metro, para un total de 10.50 metros. Esta será una gaza de dos carriles en un solo sentido.

El eje número 13 es muy pequeño y sirve para unir aquellos que vienen de Iguala y se dirigen a Tixtla tiene una longitud de 246 metros y comienza en a 9.50 metros del cadenamiento 409+923.00 metros de la carretera que viene de Iguala. Comienza con una curva simple que fue denominado cadenamiento 13+000.000 y dicha curva termina en la estación 13+114.266 y a su vez en este cadenamiento comienza la siguiente curva simple, llegando a su final en la estación 13+172.450, al igual que el caso anterior en este mismo cadenamiento continua la siguiente curva simple, llegando al final en la estación 13+209.636. En la estación 13+209.636 comienza la siguiente curva simple llegando al final tanto de la curva como del eje en la estación 13+246.915 a 1.00 metro a la derecha de la estación 410+175.909 de la carretera a Tixtla.

La sección tipo para este eje es un total de 12.50 metros divididos a la derecha en el acotamiento por 2.50 metros, dos carriles con una sola dirección de 4.50 metros cada uno y un acotamiento al lado izquierdo de un metro.

El eje denominado 21 es parte del trébol y lo encontramos ubicado en el cuadrante superior izquierdo del entronque, tiene una longitud de 292.000 metros y comienza a 8.6 metros de la estación 410+018.85 de la carretera que proviene de Iguala. Comienza con el cadenamiento 20+962.540 con una tangente de 59.849 metros, y al llegar al cadenamiento 21+022.389 comienza la primera curva simple llegando a su final en el cadenamiento 21+106.233. En este último cadenamiento mencionado comienza la siguiente curva simple, terminando en el cadenamiento 21+194.653. 21+194.653 es la estación donde comienza la última curva simple y terminando en la estación 21+254.541, misma donde termina la gaza 21 a 20.50 metros a la derecha de la estación 266+888.682 de la autopista del Sol.

La vista en corte de este eje nos muestra una longitud total de 8.50 metros, divididos de la siguiente manera. Del lado derecho en el acotamiento contamos con un metro, posteriormente un solo carril de 5.00 metros y del lado izquierdo un acotamiento de 2.50 metros.

La gaza numero 22, al igual que el caso anterior forma parte del trébol en el cuadrante superior izquierdo y comienza a 20.50 metros de la estación 266+720.000 de la autopista del Sol y primeramente cuenta con una tangente de 9.587 metros para dar paso en el cadenamiento 22+009.587 a la primer curva simple del eje que a su vez termina en el cadenamiento 22+108.860. Terminando esta curva el proyecto cuenta una tangente de 33.404 metros y en la estación

22+142.261 tenemos el PC de la siguiente curva simple, llegando a su final en la estación 22+205.145, y a partir de esta estación se nos presenta una tangente de 28.600 metros y en la estación 22+233.745 encontramos el PC de la siguiente curva simple, terminando en el cadenamiento 22+314.839, la gaza termina con una tangente de 59.59 metros en el cadenamiento 22+374.098 a 15 metros a la izquierda de la estación 409+780.399.

La sección tipo para este eje es de 8 metros en total, a la izquierda contamos con un acotamiento de 2.50 metros, un solo carril de 4.50 metros y del lado derecho un metro para el acotamiento.

En el lado superior derecho encontramos la gaza numero 31 y es la que separa el flujo de automóviles que provienen de Chilpancingo y desean salir de la Autopista del sol. Comienza a 2.52 metros a la izquierda de la estación 266+905.408 de la Autopista México-Acapulco. Y en la estación 31+000.000 comienza una curva simple que termina en el cadenamiento 31+116.406 mismo cadenamiento que da origen la siguiente curva simple, terminando está en la estación 31+223.307 y de igual manera en este cadenamiento, comienza la última curva simple para terminar en la estación 31+296.076, posteriormente encontramos una tangente de 29.206 metros que nos dará el final de la gaza en el cadenamiento 31+325.282 que encontramos a 11.50 metros a la izquierda de la estación 410+100.304 de la carretera que viene de Tixtla.

La vista en corta para esta gaza nos muestra una dimensión a la izquierda en el acotamiento de 2.50 metros, dos carriles en un solo sentido con un total de 9.00 metros por los dos, y del lado izquierdo en el acotamiento un metro, para un total de 12.50 metros.

En la misma zona del entronque encontramos al eje 32 que servirá únicamente para los vehículos que provengan de Tixtla y se dirijan a la Ciudad de México. Comienza a 8 metros a la izquierda de la estación 410+259.579 con el cadenamiento 32+000.000 mismo cadenamiento que da origen a la primer curva simple de la gaza y que termina en la estación 32+083.328, posteriormente encontramos una tangente de 36.718 metros y el cadenamiento 32+120.046 comienza la segunda curva simple de la gaza, para terminar en la estación 32+263.404, lugar donde comienza una tangente de 59.512 metros y en el cadenamiento 32+322.916 aparece la última curva del eje, que termina en el cadenamiento 32+379.470 a 2.50 metros de la estación 266+775.481 de la Autopista México- Acapulco.

Para este caso la sección tipo es de una longitud de 8.50 metros, a la derecha tenemos un acotamiento de 1.00 metro, un solo carril de 5.00 metros y del lado izquierdo en el acotamiento tenemos 2.50 metros.

En la parte inferior derecha del entronque encontramos la gaza número 41 que inicia con el cadenamiento 40+962.612 a 11.00 metros a la derecha de la estación 410+ 143.372 con una tangente de 50.204 metros y en el cadenamiento 41+012.816 comienza la primer curva simple, en la estación 41+045.529 metros termina y da origen al PC de la siguiente curva simple que termina en el cadenamiento 41+134.020 lugar donde termina la gaza a 2.50 metros a la izquierda de la estación 267+052.513 de la Autopista del Sol.

2.50 metros del lado izquierdo en el acotamiento, 5.00 metros para un solo carril y del lado derecho un metro para el acotamiento es la sección tipo de la gaza 41.

La gaza número 42 es la primera que encontramos si provenimos de la ciudad de Chilpancingo y es la utilizaremos si nos queremos dirigir a la Ciudad de Tixtla, cuenta con una longitud total de 244.009 metros y estará configurada de la siguiente forma.

Comienza a 2.82 metros a la izquierda de la estación 267+256.225 metros con el cadenamamiento 42+000.000, mismo cadenamamiento que nos da origen a la primer curva simple y que termina en la estación 42+090.847, para encontrarnos con la primer tangente de 62.949, y en el cadenamamiento 42+153.796 encontramos el PC de la siguiente curva simple, terminando junto con la gaza en el cadenamamiento 244+009.000 a 8.00 metros a la derecha de la estación 410+277.853.

Para la sección tipo de esta gaza, presentamos al lado izquierdo 2.50 metros, un solo carril de 5.00 metros y del lado derecho un acotamiento de 1.00 metro, con un total de 8.50 metros.

El eje numero 60 lo encontramos paralelo al carretera Tixtla-Iguala y nos servirá si queremos tomar la desviación para salir al Hospital antes mencionado, cuenta con una longitud de 461.703 metros y se encuentra de la siguiente manera.

Comienza a 0.88 metros a la derecha de la carretera antes mencionada con un cadenamamiento de 60+000.000 y primeramente muestra una tangente de 170.084 metros y en la estación 60+170.084 encontramos el PC de la primer curva simple de la gaza, misma que termina en 60+343.571 y a continuación se muestra una tangente de 7.41 para posteriormente en el cadenamamiento 60+350.985 comenzar la siguiente curva simple y en 60+461.703 llega a su fin el eje a 3.89 metros a la izquierda de la estación 409+471.970.

La sección tipo en este eje es a la derecha en el acotamiento de 2.50 metros, dos carriles de 3.50 metros por cada uno y a la izquierda un metro en el acotamiento, con un total de 10.50 metros. La gaza número 70 es aquella que usaran los usuarios para poder salir del Hospital y la mayor parte de este eje se encontrara sobre una estructura que pasara sobre la carretera Tixtla-Iguala.

Comienza con el cadenamamiento 70+000.00 y lleva una tangente de 173.061 metros, para en la estación 70+173.061 mostrar el PC de la primer curva simple y en el cadenamamiento 70+212.091 dar terminada a la primer curva simple y comenzar la siguiente misma que llegara a su fin en la estación 70+277.182, a partir de aquí surge una tangente de 11.00 metros para llegar a la estación 70+288.182, lugar donde se traza un offset de 7.00 metros a la derecha y continuar con una tangente de 16.5334 metros, lugar donde comienza la última curva simple del eje, en la estación 70+304.716 y en 70+338.985 a 6.51 metros de la estación 12+008.724 termina la curva y el eje.

Para este eje la sección tipo será sobre una estructura, con un total de 9 metros, para dos carriles de un solo sentido de 7.00 metros por los dos, y de cada lado en el acotamiento, un metro.

El eje numero 71 será únicamente para aquellos usuarios del Hospital que requieran su salida rumbo a Iguala. Comienza a 16 metros a la derecha de la estación 70+031.312, comienza con la estación 71+000.000, y primeramente muestra una tangente de 99.100 metros, para que en la estación 71+099.100 tengamos el primer y último PC del eje, en el cadenamamiento 71+121.279 se ubica el PT de la curva así como el final del eje a 14.77 metros a la izquierda de la estación 409+585.355.

Para esta gaza las dimensiones nos indica el proyecto que será de 2.50 metros de acotamiento del lado izquierdo dos carriles de un solo sentido de 3.50 metros cada uno, y del lado derecho un acotamiento de 1.00 metro.

La gaza numero 72 será tomada por todos los usuarios que requieran llegar al Hospital y comienza con PC 72+000.000 a 18 metros a la izquierda de la estación 409+647.369 y en el cadenamiento 72+019.396 termina la curva y da paso a una tangente de 103.532 metros. Este eje termina a 9.00 metros a la izquierda de la estación 70+043.094, con el cadenamiento 72+122.928. Para la vista en corte de esta gaza, podremos observar dos carriles con un mismo sentido de 7.00 por ambos, del lado derecho un acotamiento de 2.50 metros y 1.00 metro para el lado izquierdo.

El eje numero 80 será la primer desviación que encontraremos si provenimos de Iguala y será para aquellos vehículos que necesiten incorporarse al Hospital. Comienza con un PC denominado 80+000.000 a 8.00 metros de la estación 409+468.883, la primer curva termina en el cadenamiento 80+080.630 y comienza una tangente de 85.029 de longitud, y en la estación 80+165.66 comienza la siguiente curva simple y en 80+225.670 termina la curva antes mencionada y nos sirve de origen para la siguiente curva, misma que termina en la estación 80+247.830, del mismo modo, en este cadenamiento comienza la siguiente curva y termina en 80+279.878, posteriormente continua con una tangente de 40.567 metros, hasta el cadenamiento 80+320.446 donde comienza la siguiente curva simple, que a su vez llega a su fin en la estación 80+341.668. esta misma estación, es el PST de una tangente de 32.14 metros y en la estación 80+373.808 se encuentra el PC de la última curva de la gaza y en el cadenamiento 80+399.482 llega a su fin tanto la curva como la gaza, incorporándose sobre el eje 72. La vista en corte de esta rama es 1.00 metro en el acotamiento izquierdo, un solo carril de 4.50 metros y del lado derecho 2.50 metros de acotamiento.

El eje numero 1 comienza en el cadenamiento 410+306.49 con una tangente de 12.384 metros y en 1+012.384 se encontrará el PC de la primer curva simple, misma que llega a su final en 1+036.667, para continuar con una tangente de 14.316 metros y en 1+050.984 se encuentra el PC de la siguiente curva simple, misma curva que en 1+101.673 ubica su PT, para continuar con una tangente hasta 1+216.260 donde se halla el PC de la siguiente curva simple, hasta 1+245.878 que sirve también, como PC de la última curva del eje y en 1+265.740 llega a su fin esta, para dar paso a una tangente de 4 metros. Este eje ubica su PST en el cadenamiento 1+269.920.

Este eje tiene un ancho de 5 metros y será únicamente para los usuarios que deseen llegar a la maderería ubicada en el sitio. Dentro de esta planta que desde mi punto de vista es la más importante, nos muestra el derecho de vía. Para este caso 7.86 hectáreas son las que se deberán comprar, ya que la mayor parte del derecho de vía se encuentran en propiedad del estado de Guerrero y actualmente es ocupada por el entronque en funcionamiento, para la adquisición del terreno mencionado, no existirá mayor problema, ya que, se encuentra fuera del área urbana y relativamente no existen construcciones adyacentes que puedan entorpecer las actividades legales para el fin.

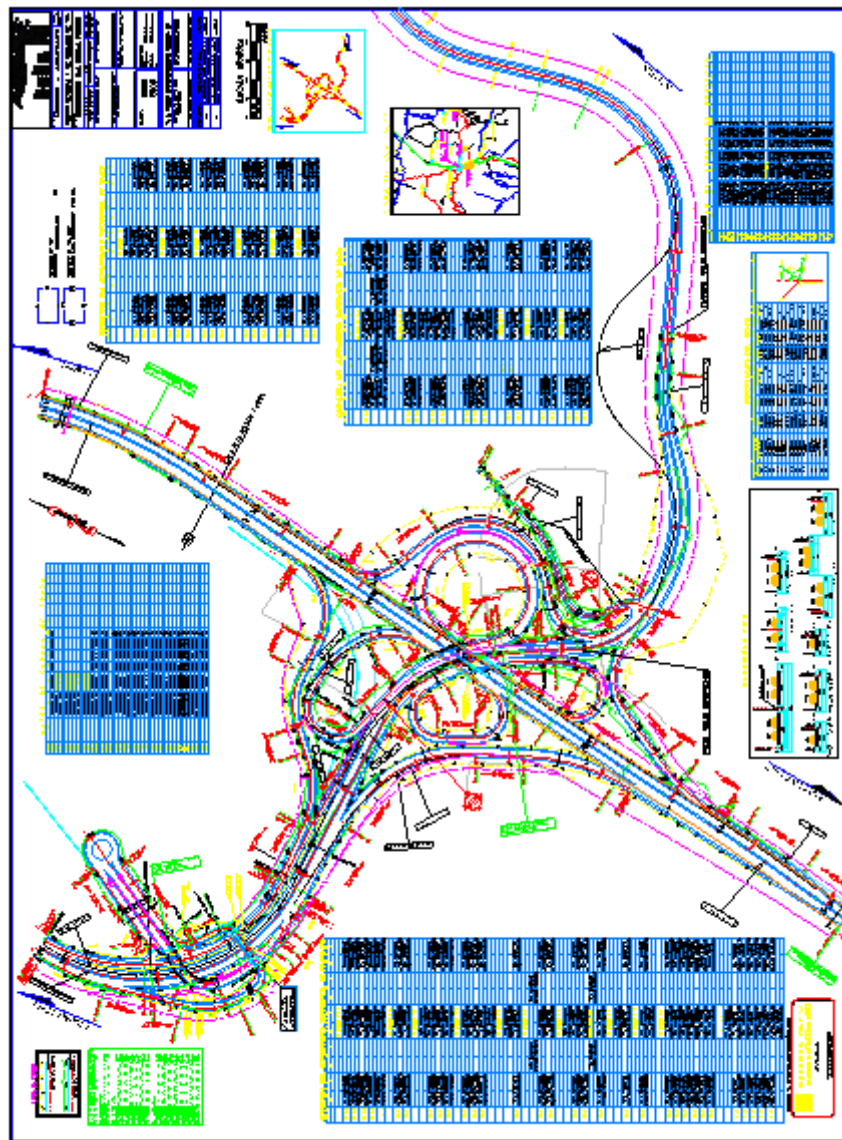
Otro aspecto de gran importancia para esta planta son las líneas de pateo. Estas nos mostraran los movimientos de tierra que se tienen que realizar dentro del área del entronque. Existen dos movimientos de tierras para este caso son los pateos en corte, que son aquellos en los tramos en lo que se tienen que retirar porciones de tierra, y los pateos en terraplén que serán los lugares donde



tenemos que completar con rellenos de tierra, para que el terreno quede de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Para el entronque Piedras Negras en movimiento de tierras de terraplén lo llevaremos a cabo a lo largo del eje número 1, así como en el eje 32, en el eje 42, en la gaza 21 y 22, y a lo largo de los ejes que participan en la entrada del Hospital. Mientras que el pateo en corte, se llevara a cabo a lo largo del eje 409 después de la intersección, en el eje 11, 12, 21, 22, así como en el 31 y 32, 41 y 42, en el eje 80 y en el 81. Dentro de esta planta se tienen que mostrar la topografía del lugar, lo que incluye todas las construcciones ajenas al entronque carretero y las curvas de nivel de la superficie del lugar. Los cadenamientos de los ejes, los números de curvas, los datos de las tangentes, los números de los ejes.

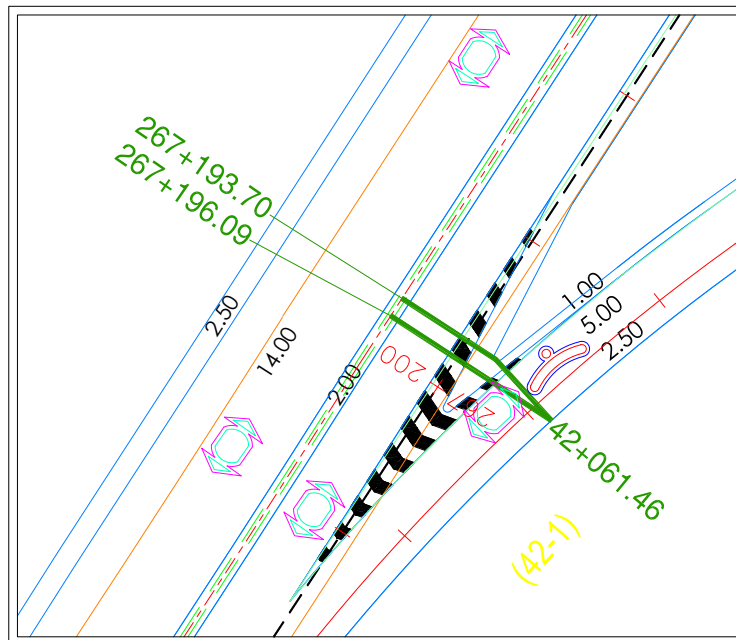
A continuación muestro la Planta General y de derecho de Vía del entronque Tierras Prietas.



Planta constructiva

Esta planta a diferencia de la General, debe omitir la topografía del lugar y debe mostrar todos los datos que muestra la planta general y que fueron mencionados anteriormente.


















A la planta constructiva se le deben añadir las ligas, estas ligas, relacionan tanto el comienzo como el término de una gaza, con la carretera principal a la que se intersecta o de la que converge y se traza a partir de la nariz del hombro del eje, como a continuación se muestra en la figura.



Una característica muy importante de las plantas constructivas es la simbología de los ejes. Mediante estos símbolos diferentes colocados en cada una de las gazas se puede diferenciar de manera rápida y fácil la ubicación de los ejes y se colocan entre la liga de comienzo y la liga de término anteriormente mencionadas.

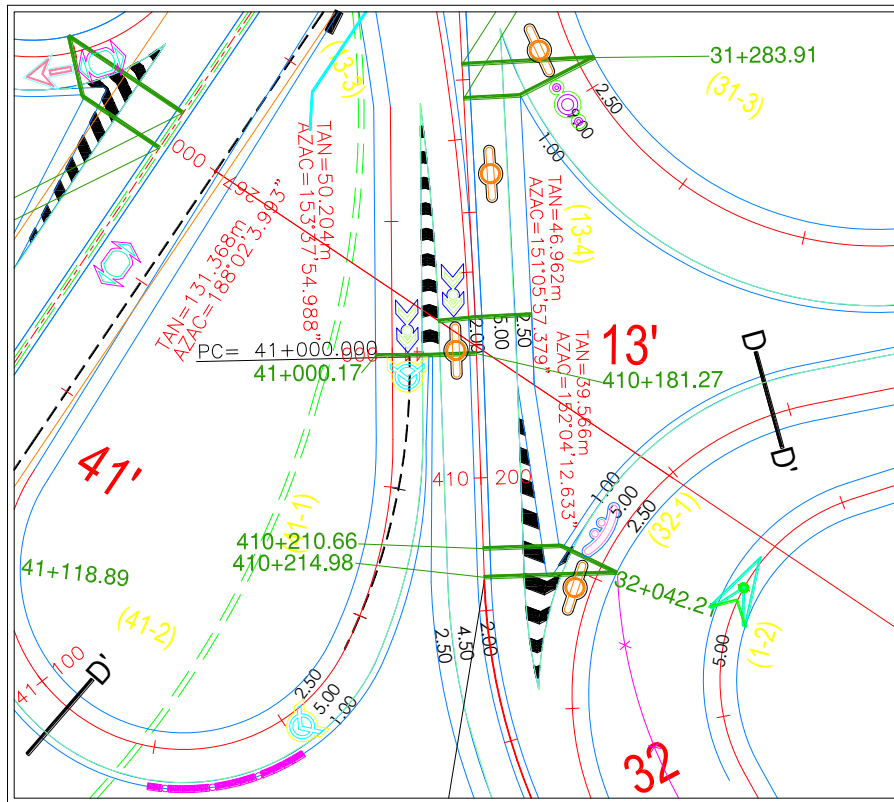
A continuación se muestra la simbología utilizada en las gazas del entronque Tierras Prietas.



SIMBOLOGIA	RAMA
	EJE 410
	EJE 267
	EJE 11
	EJE 12
	EJE 13
	EJE 21
	EJE 22
	EJE 31
	EJE 32
	EJE 41
	EJE 42
	EJE 60
	EJE 70
	EJE 71
	EJE 72
	EJE 80
	EJE 1

Los Abusinamientos son aquellas marcas que se pintan en el pavimento donde se lleva a cabo la maniobra de convergencia y es la manera más visible de mostrarle al conductor que existe un comienzo de gaza. A continuación se muestra un abusinamiento en el entronque.

En la figura que a continuación se muestra podemos ver el abusinamiento del eje numero 11, así como de la gaza 41 y de la gaza 32.



Enseguida se muestra la planta constructiva del entronque Tierras Prietas con las características mencionadas anteriormente.



Planta de Galibos.

La planta de Galibos, es el plano el cual nos muestra gráficamente los cruces de los ejes y la ubicación geográfica de las estructuras que se construirán para el funcionamiento adecuado del entronque.

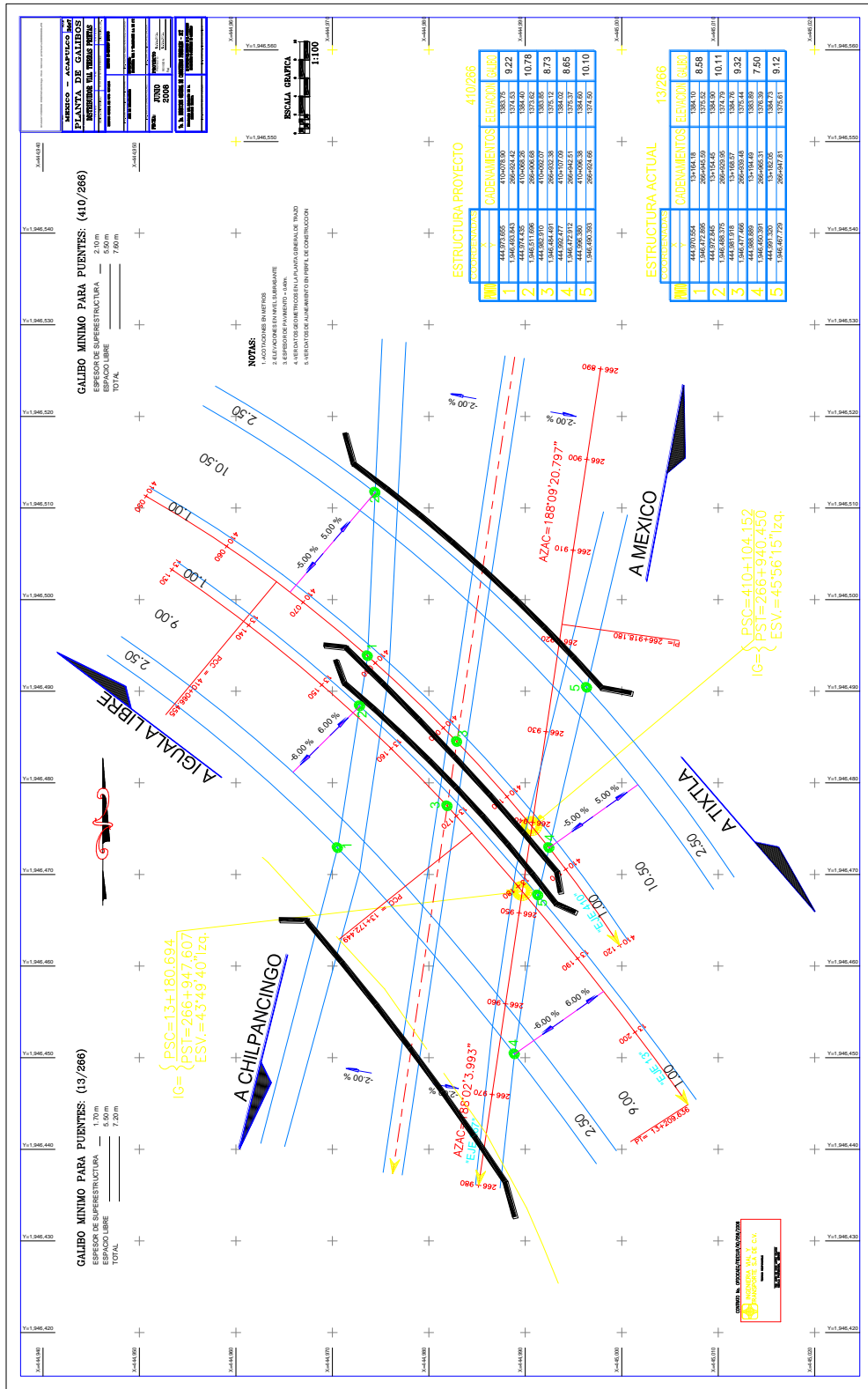
Para el caso del entronque Tierras Prietas se utilizarán dos planos de Galibos, ya que el primero, será para estructura principal del entronque, y el siguiente será para ingresar al Hospital Dr. Raymundo Abarca Alarcón.

La planta de Galibos deberá tener una escala de 1:10 con respecto a la Planta General del entronque y esta debe contener las coordenadas geográficas del entronque, el Norte, los datos del entronque, la escala gráfica y una tabla con los siguientes datos, en este caso con información sobre el entronque expuesto.

Punto	Coordenadas (X,Y)	Cadenamientos	Elevación	Galibo
1	444973.655	410+078.90	1383.75	9.22
	1946493.843	266+924.42	1374.53	
2	444974.435	410+068.26	1384.40	10.78
	1946511.696	266+906.68	1373.62	
3	4444982.910	410+092.07	1383.85	8.73
	1946484.941	266+932.38	1375.12	
4	444992.477	410+107.09	1384.02	8.65
	1946472.912	266+942.51	1375.37	
5	444996.380	410+096.38	1384.60	10.10
	1946490.393	266+924.66	1374.50	

Para esta planta deberán colocarse las sobreelevaciones de cada uno de los carriles, y los Cadenamientos a diferencia de las plantas anteriores deberán ser a cada diez metros de distancia al igual que las coordenadas. Existe una regla establecida por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la cual nos especifica los espesores involucrados en los Galibos.

Espesor de la superestructura	2.10 metros
Espacio libre	5.50 metros
Total	7.60 metros



## mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

La planta que se ilustró en la anterior hoja es de la estructura principal.

Un dato de suma importancia para la Planta de Galibos es el cruce de los ejes y para el caso actual es:

IG: PSC= 13+180.694  
PST= 266+947.607

IG: PSC= 410+104.152  
PST= 266+940.450

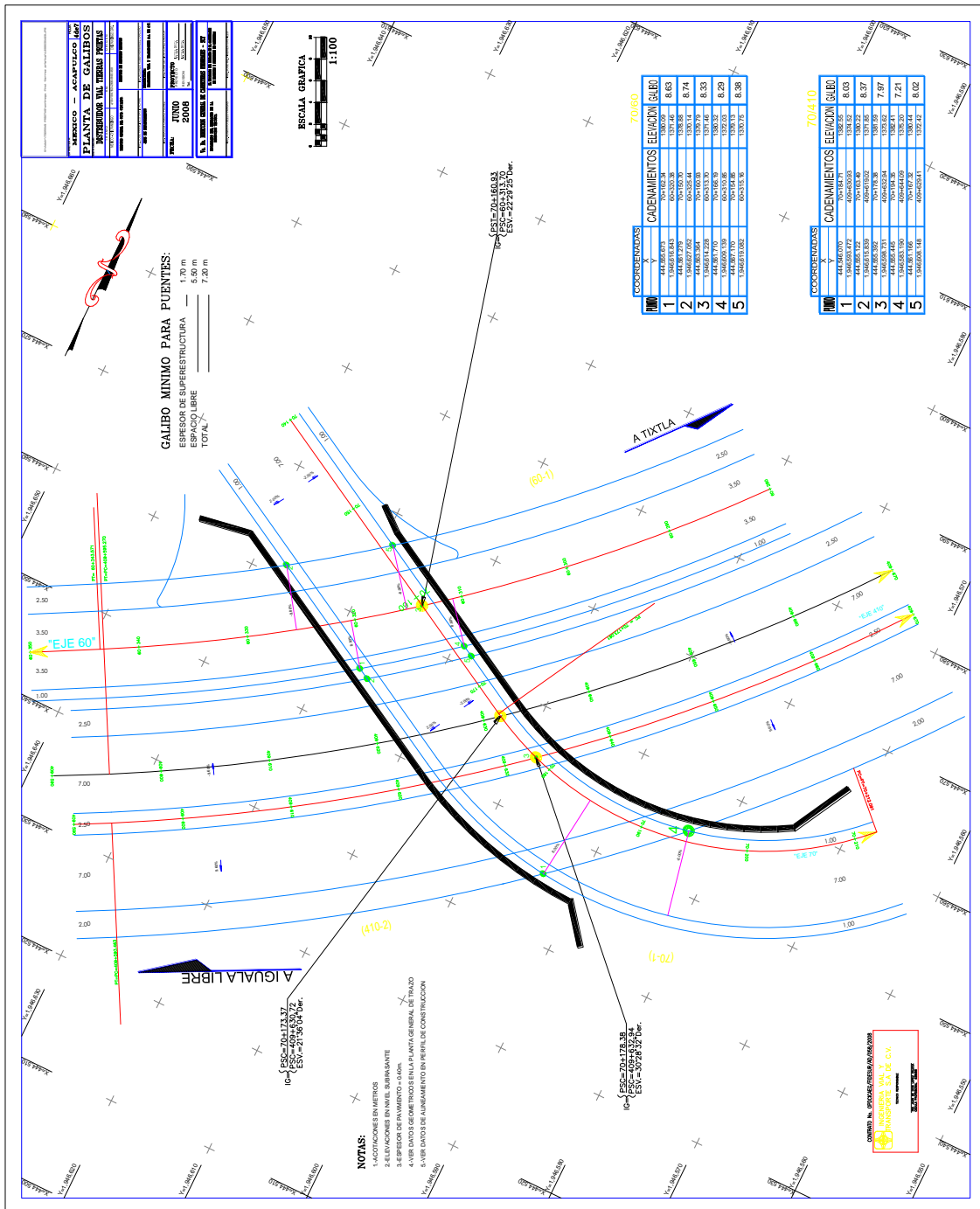
En este caso existen dos igualdades ya que en la planta surgió un nuevo eje, que funciona como paralelo al de la carretera del Sol.

Punto	Coordenadas (X,Y)	Cadenamientos	Elevación	Galibo
1	444555.673	70+162.34	1380.09	8.63
	1946616.843	60+320.38	1371.46	
2	444561.279	70+150.70	1378.88	8.74
	1946627.052	60+325.44	1370.14	
3	444563.364	70+160.93	1379.79	8.33
	1946614.228	60+313.70	1371.46	
4	444561.710	70+166.19	1380.32	8.29
	1946609.139	60+310.85	1372.03	
5	444567.170	70+154.85	1379.13	8.38
	1946619.082	60+315.16	1370.75	

Y los datos del siguiente Galibo:

1	444546.070	70+184.71	1382.55	8.03
	1946593.472	409+630.93	1374.52	
2	444555.122	70+163.49	1380.22	8.37
	1946615.839	409+619.02	1371.85	
3	444555.392	70+178.38	1381.59	7.97
	1946598,731	409+632.94	1373.62	
4	444555.445	70+194.35	1382.41	7.21
	1946583.190	409+644.09	1375.20	
5	444561.166	70+167.32	1380.44	8.02
	1946608.148	409+629.41	1372.42	

Los espesores son los mismos que el caso anterior.



Galibo que se ubicara en la entrada del Hospital

Planta de señalamientos.

Los señalamientos son una parte sumamente importante en un entronque carretero, ya que si se colocan de manera adecuada ayudarán al funcionamiento óptimo del entronque, reduciendo notablemente los accidentes que se pudieran llegar a presentar.

Para el caso del entronque Tierras Prietas los señalamientos serán mayoritariamente Preventivas, y el resto Informativas, sin presentar ninguna restrictiva.

Características de los materiales.

La lámina deberá ser de tipo comercial SAE-1010, laminado en frío, calibre 16 y de primera calidad, sin escamas, grietas u ondulaciones. Todas las charolas deberán ser fabricadas con las esquinas redondeadas, el radio de las curvas deberá ser de 4 centímetros.

La fabricación deberá hacerse en lugar cerrado para evitar que el polvo se deposite en las charolas. Si hay oxidación en cualquier grado de la lámina, se deberá emplear un tratamiento adecuado para eliminar el óxido. La grasa de la superficie de la charola deberá ser eliminada antes de proceder a darle cualquier tratamiento o acabado.

La colocación de películas reflejantes y la serigrafía, se deberá hacer en lugares cerrados y a una temperatura ambiente de 20 grados. Previo a la colocación de la película reflejante se deberá de limpiar el polvo o grasa que pudiese tener la superficie de los tableros y charolas para obtener una buena calidad en la adherencia de la película, logrando una superficie uniforme y sin relieves.

Los pigmentos, la película reflejante y las tintas de impresión, deberán estar garantizadas por un mínimo de 7 años contra defectos de fabricación por mala calidad de los materiales, mala aplicación o degradación de los colores.

En el manejo de las señales, el contratista deberá proteger las señales acabadas durante el transporte, almacenaje y maniobras, intercalando cartón corrugado y otro material resistente entre las piezas con objeto de evitar que sufran daños en su acabado y será responsabilidad del contratista el entregar las señales instaladas sin daños, raspaduras o enmendaduras.

En la parte posterior de las señales, en el ángulo inferior derecho, se colocará una etiqueta adherible con las siglas S.C.T.

Además se impondrá de quince días a seis años de prisión y multa de \$10 000 a \$500 000 pesos al que de cualquier modo destruya, inutilice, apague, quite o cambie alguna señal, establecida para la seguridad del tránsito por las vías generales de comunicación o medios de transporte al que coloque intencionalmente señales que puedan ocasionar la pérdida o grave deterioro de vehículos en circulación.

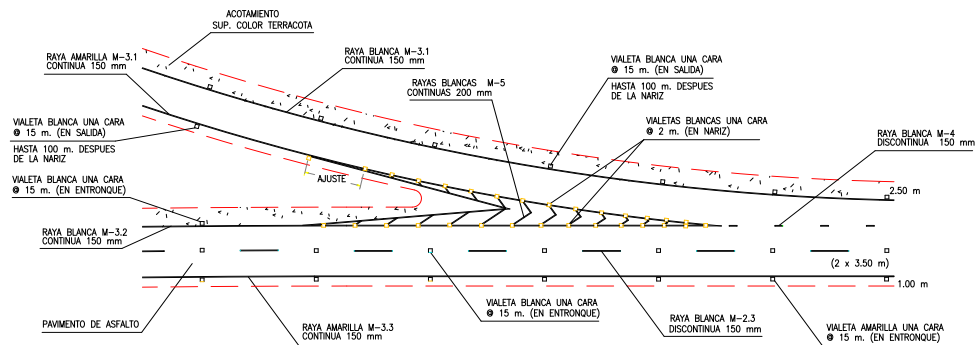
Las señales que se utilizaran en el distribuidor serán:

Señal.	Dimensión	cantidad
--------	-----------	----------



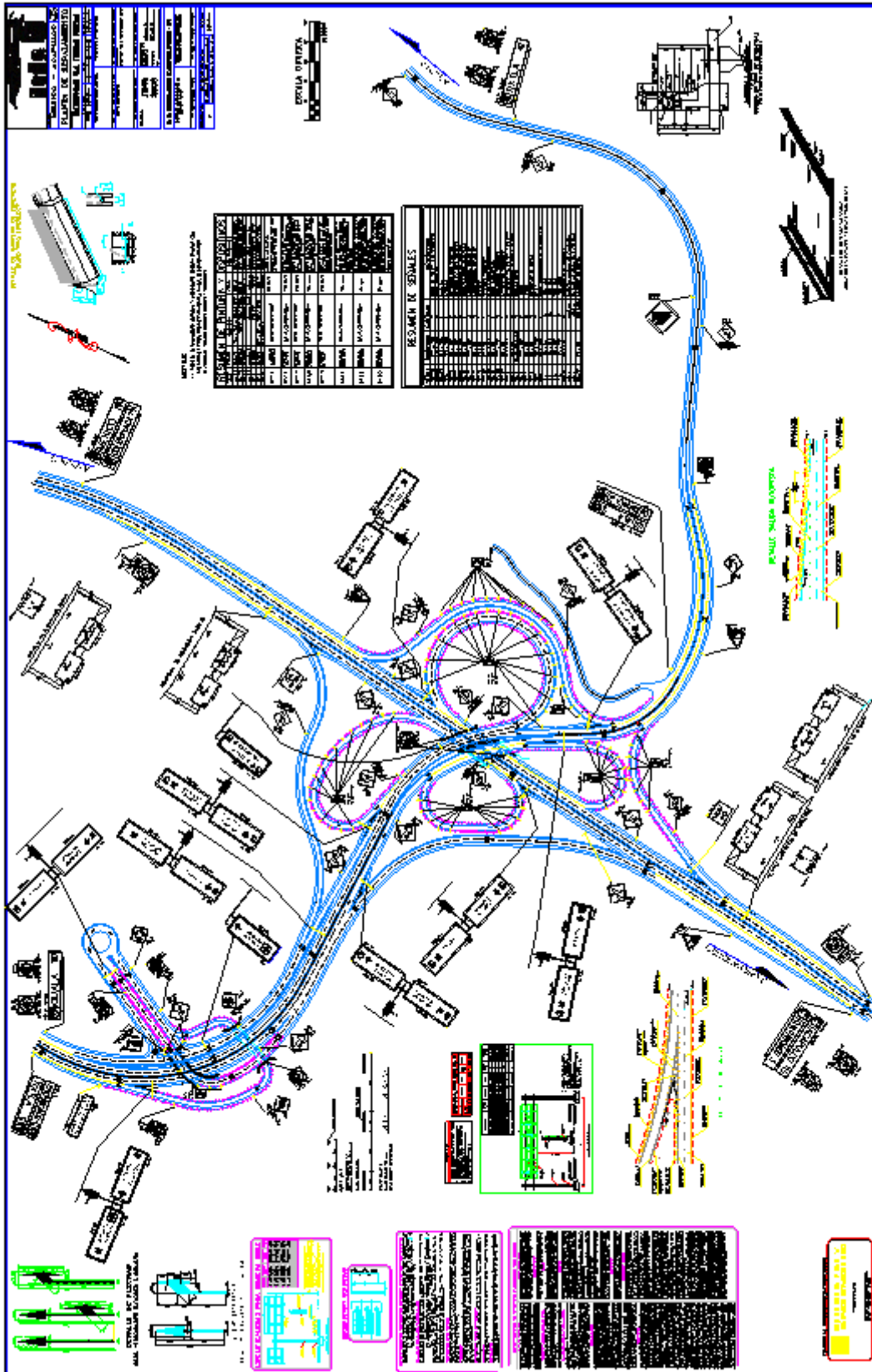
Señal de puente (8 tableros)	244 x 488	4
Doble bandera	122 x 366	9
Bandera	122 x 366	1
Entronque dos tableros	56 x 300	2
Confirmativa dos tableros	56 x 300	2
Confirmativa un tablero	56 x 300	2
Estrechamiento asimétrico	86 x 86	1
Incorporación vehicular	117 x 117	4
Incorporación vehicular	86 x 86	5
Glorieta	86 x 86	1
Pendiente peligrosa	86 x 86	1
Altura libre restringida	117 x 117	3
Doble circulación	86 x 86	1
Cinturón de seguridad	117 x 117	3
Cinturón de seguridad	86 x 86	1
Velocidad 110, 80 y 60 KPH	117 x 177	5
Velocidad 60, 30 y 20 KPH	86 x 86	4
Ceda el paso	85 x 85	3
Codo	117 x 117	2
Codo	86 x 86	6
Preventiva de curva	86 x 86	5
Salida	122 x 488	2
Señal informativa de restricción	86 x 239	1
Bifurcación de carriles	60 x 122	9
Indicador de curvas	45 x 60	100
Barrera central de concreto		1912 metros
Defensa metálica		2438 metros

A continuación se muestra el detalle de las narices ubicadas dentro del entronque Tierras Prietas.



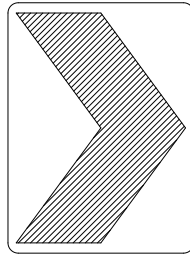
DETALLE DE NARIZ

mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero  
aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

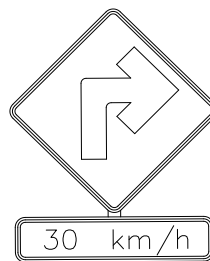


La planta mostrada anteriormente es la de señalamientos.

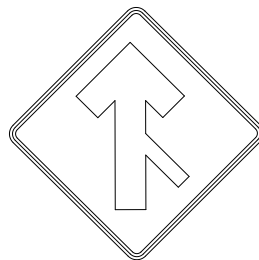
Los principales elementos que se colocarán como señalamientos son:



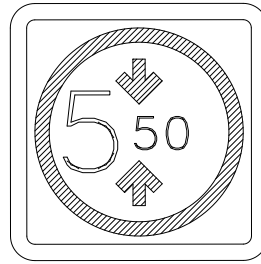
Indicadores de curva. Son aquellos que se colocarán en las gazas que forman el trébol y que indican una curvatura, estos tendrán que estar puestos a cada 8 metros de distancia.



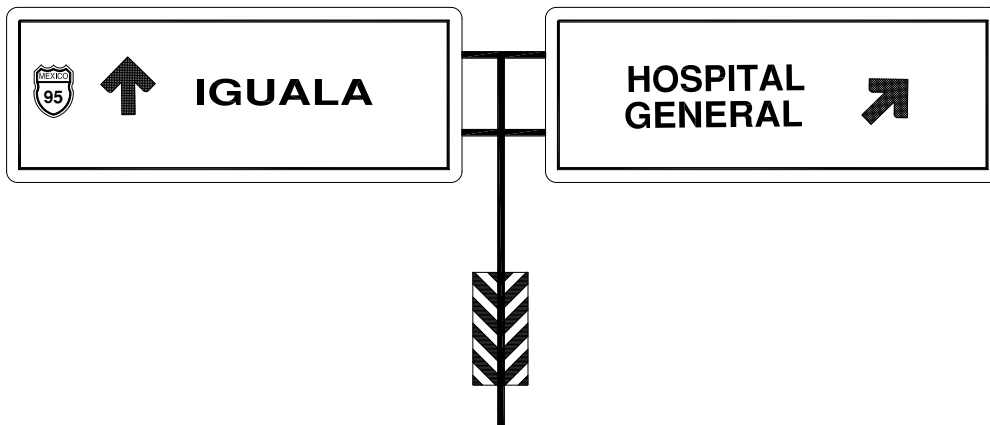
Codos e indicadores de velocidad. Estos son aquellos que nos indican la velocidad a la que deberemos conducir sin presentar ningún riesgo. Y los codos nos muestran la manera en la que se comportara el entronque para ponernos sobre aviso de las maniobras que ejecutaremos. Estos se colocarán donde el proyecto geométrico lo indique.



Incorporación vehicular. Los podremos observar cuando una gaza se incorpore a la carretera principal o secundaria, y el objetivo de este señalamiento, será poner al usuario alerta que existen coches que efectuarán maniobra de divergencia en nuestra trayectoria.



Altura libre restringida. Este señalamiento se colocará sobre la estructura, de manera que el camino inferior pueda observar la altura libre permitida, para evitar que algún móvil pudiera quedar atrapado.



Doble banderas y bifurcación de carriles. Este señalamiento lo podremos observar cuando tengamos que tomar una decisión sobre hacia donde queremos tomar la dirección.

Estos señalamientos son solo los más importantes en el entronque carretero, el resto podremos observarlos de manera detalla en la planta de señalamiento.

Perfil de construcción.

El perfil de construcción podemos observar la manera en la que se comporta la superficie del terreno donde haremos la amplificación del entronque carretero.

Este plano debe contener el cuadro de ubicación de la obra, mencionado en las plantas anteriores, las especificaciones del proyecto, por ejemplo tipo de carreta, velocidad de proyecto,

ancho de corona, ancho de carpeta, espesor de base y subbase, curvatura máxima, pendiente gobernadora y pendiente máxima.

Deberá contener las cantidades de obra, las excavaciones, préstamos, compactaciones y acarreos, en metros cúbicos.

Así mismo podemos observar la subrasante del camino y la pendiente de este.

En la parte superior del plano podemos observar el trazo horizontal de nuestro entronque carretero, observando curvas con cada una de sus características como PI, Dirección de la curva, Grado de Curvatura, Radio de la Curva, Subtangente y la Longitud de la curva. Para el caso de las tangentes, podremos observar el cadenamamiento de inicio, de término, y la longitud.

Las escalas deberán ser 1:100 para una dirección vertical, y 1:1000 para una dirección horizontal.

En la parte inferior del perfil podemos encontrar los datos de las terracerías, como la clasificación geológica, variabilidad volumétrica, volúmenes geométricos en corte y en terraplén, así como los espesores en corte y terraplén y las elevaciones del terreno y de la subrasante.

Estos datos para los volúmenes geométricos, espesores y elevaciones, tendremos que recavarlos de la matematización del entronque carretero.

Cabe mencionar que para eje o para cada gaza deberá tener su propio perfil con los datos mencionados recientemente.

A continuación podemos observar el perfil del eje 410 y del eje 267 respectivamente.

## Secciones

Las secciones son la vista en corte en algún determinado punto del entronque carretero y generalmente abarca 30 metros a la derecha y a la izquierda a partir de CL de proyecto y son a cada 20 metros de distancia a menos que exista un comportamiento muy brusco en el terreno.

Los datos que se obtienen a partir de las secciones de un entronque carretero son las siguientes:

- Despalme del terraplén
- Cuerpo del terraplén
- Subyacente
- Subrasante
- Compactación del terreno natural
- Caja para 95%
- Caja para 100%
- Despalme del corte
- Área del corte



## Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

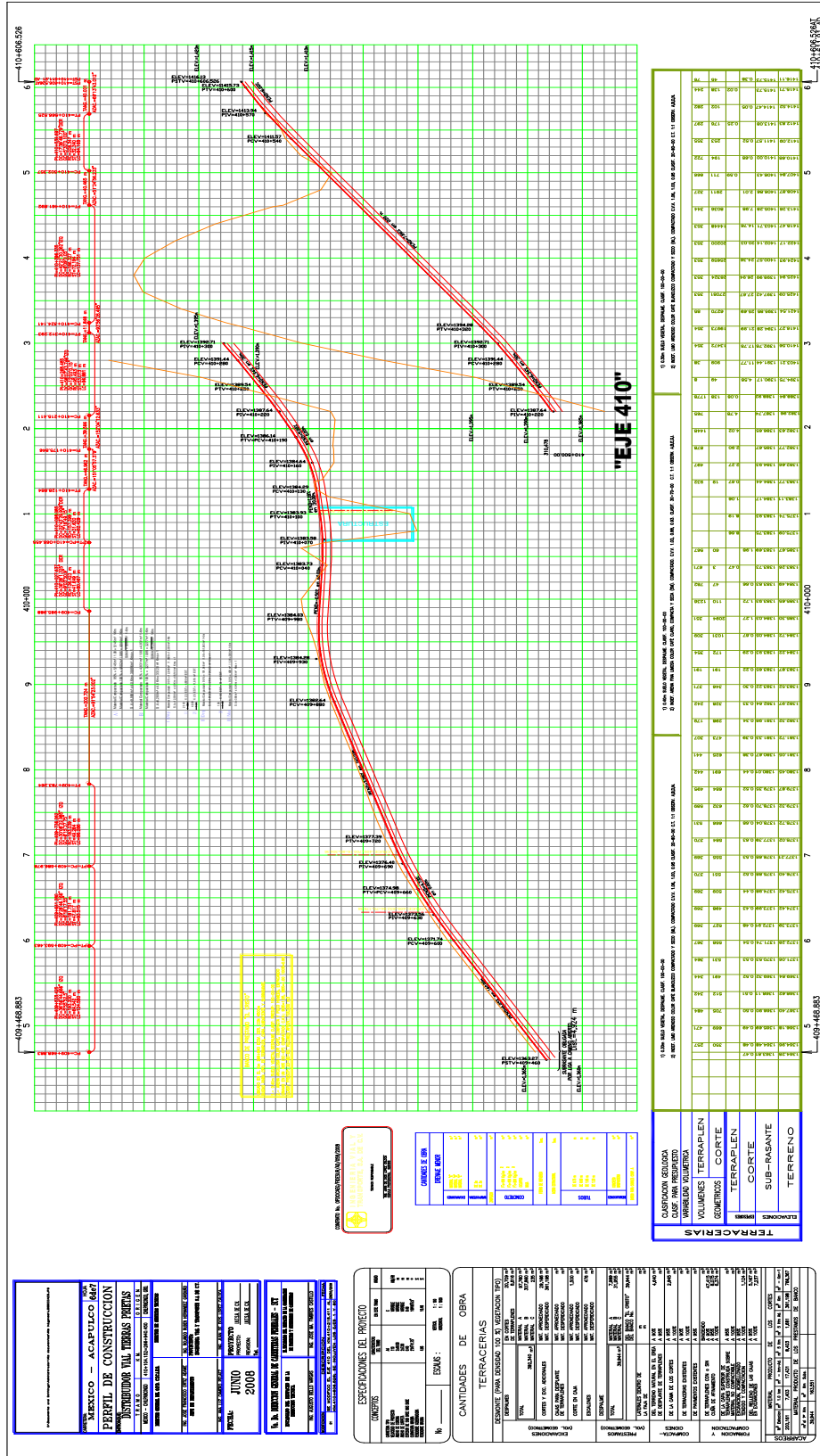
- Corte en estratos
- Compactación de la cama de estratos

Las escalas deberán ser para una orientación tanto vertical como horizontal de 1:100.

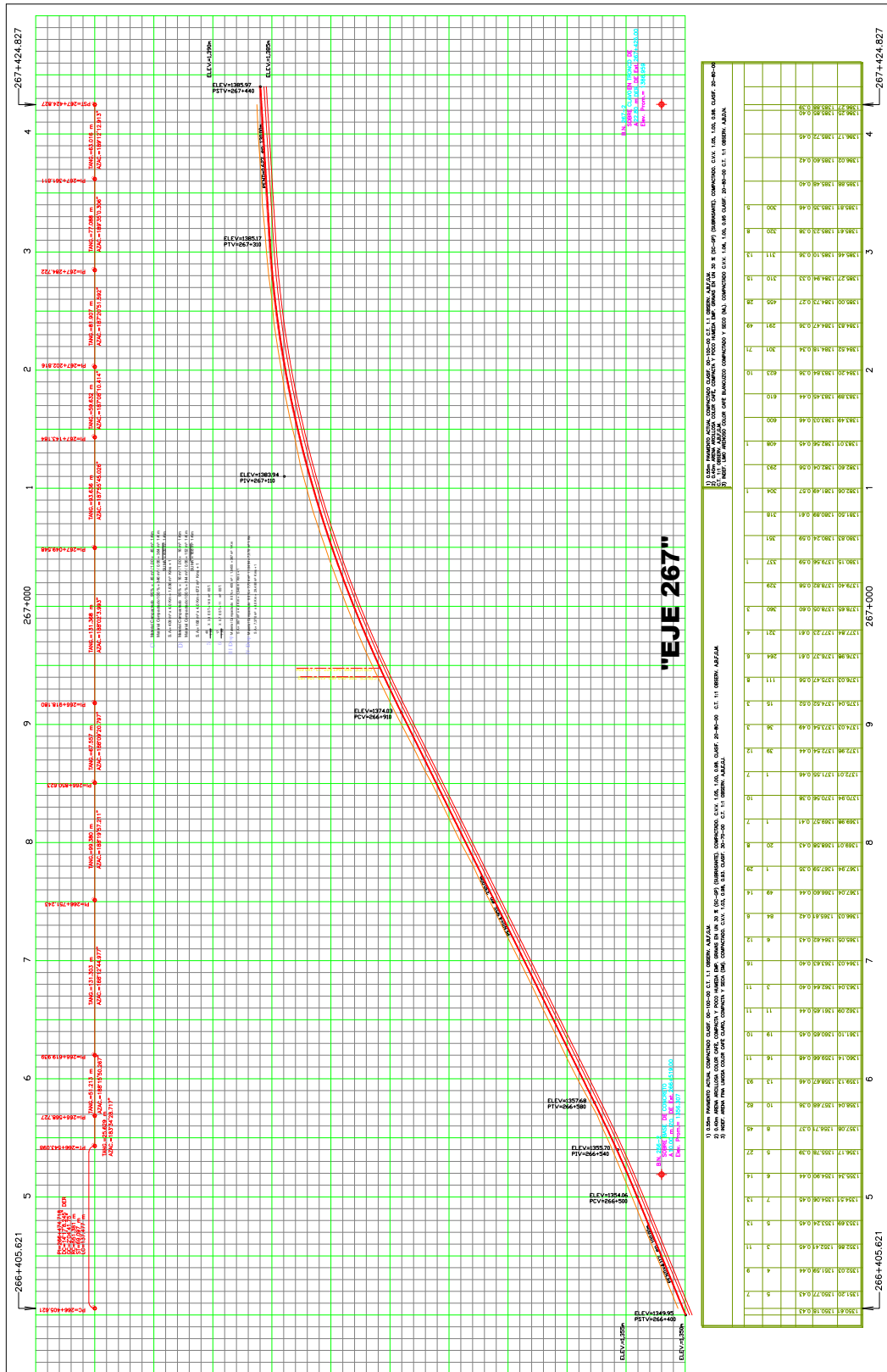
El plano deberá contener el cuadro de datos, que contiene el resto de las plantas del proyecto, las especificaciones del proyecto, y alguna acotación extraordinaria si es que se llegará a presentar.

Cada rama del entronque deberá de contar con las secciones. A continuación se muestran las secciones de la rama 266 de los primeros metros.

# Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero



mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero







mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

Reporte Fotográfico.

Actualmente en el entronque carretero aun no se comienzan las obras de ampliación, y se observa de la siguiente forma.



Vista de la Autopista del Sol desde el entronque Tierras Prietas.





A Iguala desde el entronque.



Vista del concreto lanzado, autopista del Sol y Acotamientos.



Vista del entronque y una cementera ubicada en el lugar.



Vista de una isleta y de impacto ambiental.



Gaza del distribuidor vial.

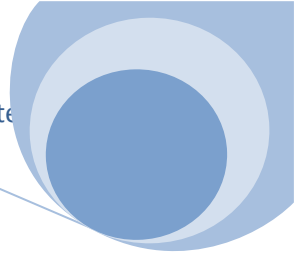


Vista del entronque.





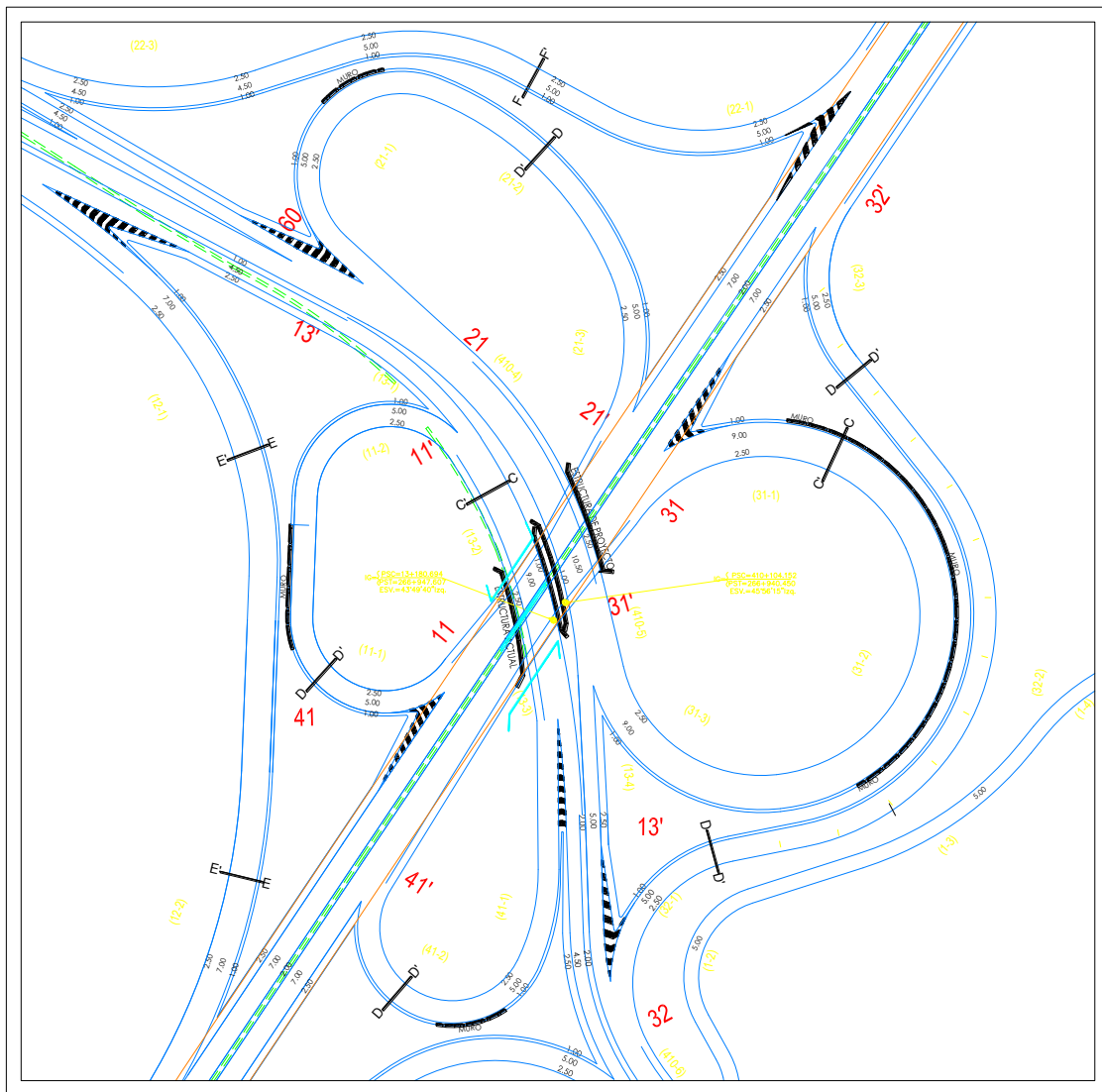
Autopista Del Sol, Dirección Ciudad de México



ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO DE LOS MUROS DE CONTENCIÓN EN LAS GAZAS 11, 21, 31 Y 41

El análisis del precio unitario es sumamente importante en el rango de la construcción es por eso que se añade en el presente trabajo, el análisis de los muros de contención que se encuentran en el entronque carretero Tierras Prietas y que a continuación se muestran en el plano.

Es importante señalar, dado que es un entronque que aun no finaliza su ampliación, no se cuentan con los datos finales de los análisis de precios unitarios y lo que a continuación presento es una propuesta.



La parte oscura que rodea las gazas son los muros.

mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

Dependencia: Universidad Nacional Autonoma de Mexico

Concurso No. SU CONCURSO Fecha: 24-May-10


Obra: Entronque Tierras Prietas Eduardo Hernandez Salas

Lugar: DIRECCION, CIUDAD, ESTADO.



**PRESUPUESTO DE OBRA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
<b>A</b>	<b>MURO DE CONTENCIÓN</b>					
<b>A01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES.</b>					
PREL001	Trazo y nivelacion con equipo topográfico, estableciendo ejes M2 de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta. (Hasta 500 m2)		80.0000	8.82	705.60	0.04%
PREL002	Excavación en cepa para alojar estructuras de concreto, por M3 medios manuales de 0 a 2.00 m, en material tipo A, incluye: afine a mano de talud y fondo, mano de obra, acarrees de material excedente productos de la excavación al banco de tiro dentro de la obra, para su posterior retiro, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.		31.2000	162.08	5,056.90	0.31%
	<b>Total TRABAJOS PRELIMINARES.</b>				<b>5,762.50</b>	<b>0.35%</b>




Dependencia: Universidad Nacional Autonoma de Mexico

Concurso No. SU CONCURSO Fecha: 24-May-10


Obra: Entronque Tierras Prietas Eduardo Hernandez Salas

Lugar: DIRECCION, CIUDAD, ESTADO.



**PRESUPUESTO DE OBRA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
<b>A02</b>	<b>TRABAJOS DE ALBAÑILERIA</b>					
PLANAS5	Plantilla de 5 cm, de espesor de concreto premezclado de M2 F'c=100 kg/cm2, incluye: preparación de la superficie, nivelación, maestreado y colado, mano de obra, equipo y herramienta.		24.0000	81.66	1,959.84	0.12%
ZAPATAC0601	Zapata corrida de cimentación de 60x15 cm. de concreto M premezclado de F'c= 250 kg/cm2, armada con varilla 4 varilla de 3/8" en el sentido longitudinal y a cada 10 cms. en el sentido transversal, con una contratrabe de 15x80 cms. armada con 4 varillas de 1/2" y estribos con grapa del No. 3 a cada 20 cms. incluye: cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y heramienta.		40.0000	1,119.82	44,792.80	2.70%
MPB5014	Muro de 50 cm. de piedra braza acabado rostreado, asentado M2 con mezcla cemento arena 1:4, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.		60.0000	542.76	32,565.60	1.97%
MURCON	Muro de concreto armado F'c= 250kg/cm2 de 3.75m de altura M3 media y 0.60m de espesor armado con varilla del No.3 @ 20 en el sentido vertical y varilla del No.4 @ 25 en el sentido horizontal, incluye: cortes, traslapes, amarres, desperdicios, materiales, vibrado, curado del concreto, mano de obra equipo y herramienta.		146.0000	1,080.10	157,694.60	9.52%
	<b>Total ABAÑILERIA</b>				<b>237,012.84</b>	<b>14.30%</b>
	<b>Total EJE 11</b>				<b>242,775.34</b>	<b>14.65%</b>





Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretera aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero


Dependencia: Universidad Nacional Autonoma de Mexico

Concurso No. SU CONCURSO Fecha: 24-May-10

Obra: Entronque Tierras Prietas  
Eduardo Hernandez Salas

Lugar: DIRECCION, CIUDAD, ESTADO.

**PRESUPUESTO DE OBRA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
<b>B</b>	<b>EJE 21</b>					
<b>B01</b>	<b>TRABAJOS PREELIMINARES</b>					
TZO500	Trazo y nivelacion con equipo topográfico, estableciendo ejes M2 de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta. (Hasta 500 m2)		40.0000	8.82	352.80	0.02%
PREL002	Excavación en cepa para alojar estructuras de concreto, por M3 medios manuales de 0 a 2.00 m, en material tipo A, incluye: afine a mano de talud y fondo, mano de obra, acarrees de material excedente productos de la excavación al banco de tiro dentro de la obra, para su posterior retiro, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.		30.0000		4,862.40	0.29%
						
<b>Total TRABAJOS PREELIMINARES</b>					<b>5,215.20</b>	<b>0.31%</b>


Dependencia: Universidad Nacional Autonoma de Mexico

Concurso No. SU CONCURSO Fecha: 24-May-10

Obra: Entronque Tierras Prietas  
Eduardo Hernandez Salas

Lugar: DIRECCION, CIUDAD, ESTADO.

**PRESUPUESTO DE OBRA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
<b>B02</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>					
PLANAS5	Plantilla de 5 cm, de espesor de concreto premezclado de M2 F'c=100 kg/cm2, incluye: preparación de la superficie, nivelación, maestreado y colado, mano de obra, equipo y herramienta.		40.0000	81.66	3,266.40	0.20%
MPB5014	Muro de 50 cm. de piedra braza acabado rostreado, asentado M2 con mezcla cemento arena 1:4, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.		160.0000	542.76	86,841.60	5.24%
MURCON	Muro de concreto armado F'c= 250kg/cm2 de 3.75m de altura M3 media y 0.60m de espesor armado con varilla del No.3 @ 20 en el sentido vertical y varilla del No.4 @ 25 en el sentido horizontal, incluye: cortes, traslapes, amarres, desperdicios, materiales, vibrado, curado del concreto, mano de obra equipo y herramienta.		160.0000	1,080.10	172,816.00	10.43%
ZAPATAC0601	Zapata corrida de cimentación de 60x15 cm. de concreto M premezclado de F'c= 250 kg/cm2, armada con varilla 4 varilla de 3/8" en el sentido longitudinal y a cada 10 cms. en el sentido transversal, con una contratrabe de 15x80 cms. armada con 4 varillas de 1/2" y estribos con grapa del No. 3 a cada 20 cms. incluye: cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.		40.0000		4,792.80	2.70%
						
<b>Total ALBAÑILERIA</b>					<b>307,716.80</b>	<b>18.57%</b>
<b>Total EJE 21</b>					<b>312,932.00</b>	<b>18.89%</b>

mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

Dependencia:	Universidad Nacional Autonoma de Mexico		
Concurso No.	SU CONCURSO	Fecha:	24-May-10
Obra:	Entronque Tierras Prietas Eduardo Hernandez Salas		
Lugar:	DIRECCION, CIUDAD, ESTADO.		

**PRESUPUESTO DE OBRA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
<b>C</b>	<b>EJE 31</b>					
<b>C01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
PREL002	Excavación en cepa para alojar estructuras de concreto, por M3 medios manuales de 0 a 2.00 m, en material tipo A, incluye: afine a mano de talud y fondo, mano de obra, acarreos de material excedente productos de la excavación al banco de tiro dentro de la obra, para su posterior retiro, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.		236.0000		8,250.88	2.31%
TZO500	Trazo y nivelacion con equipo topográfico, estableciendo ejes M2 de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta. (Hasta 500 m2)		140.0000	8.82	1,234.80	0.07%
<b>Total TRABAJOS PRELIMINARES</b>					<b>39,485.68</b>	<b>2.38%</b>

Dependencia:	Universidad Nacional Autonoma de Mexico		
Concurso No.	SU CONCURSO	Fecha:	24-May-10
Obra:	Entronque Tierras Prietas Eduardo Hernandez Salas		
Lugar:	DIRECCION, CIUDAD, ESTADO.		

**PRESUPUESTO DE OBRA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
<b>C02</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>					
PLANAS5	Plantilla de 5 cm, de espesor de concreto premezclado de M2 F'c=100 kg/cm2, incluye: preparación de la superficie, nivelación, maestreado y colado, mano de obra, equipo y herramienta.		196.0000	81.66	16,005.36	0.97%
ZAPATAC0601	Zapata corrida de cimentación de 60x15 cm. de concreto M premezclado de F'c= 250 kg/cm2, armada con varilla 4 varilla de 3/8" en el sentido longitudinal y a cada 10 cms. en el sentido transversal, con una contratrabe de 15x80 cms. armada con 4 varillas de 1/2" y estribos con grapa del No. 3 a cada 20 cms. incluye: cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y heramienta.		140.0000	1,140.82	156,774.80	9.46%
MPB5014	Muro de 50 cm. de piedra braza acabado rostreado, asentado M2 con mezcla cemento arena 1:4, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.		350.0000	542.76	189,966.00	11.47%
MURCON	Muro de concreto armado F'c= 250kg/cm2 de 3.75m de altura M3 media y 0.60m de espesor armado con varilla del No.3 @ 20 en el sentido vertical y varilla del No.4 @ 25 en el sentido horizontal, incluye: cortes, traslapes, amarres, desperdicios, materiales, vibrado, curado del concreto, mano de obra equipo y herramienta.		140.0000	1,080.10	151,214.00	9.13%
<b>Total ALBAÑILERIA</b>					<b>513,960.16</b>	<b>31.02%</b>
<b>Total EJE 31</b>					<b>553,445.84</b>	<b>33.40%</b>

Elementos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretera aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

Dependencia: Universidad Nacional Autonoma de Mexico

Concurso No. SU CONCURSO Fecha: 24-May-10

Obra: Entronque Tierras Prietas  
Eduardo Hernandez Salas

Lugar: DIRECCION, CIUDAD, ESTADO.



**PRESUPUESTO DE OBRA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
<b>D</b>	<b>EJE 41</b>					
<b>D01</b>	<b>TRABAJOS PREELIMINARES</b>					
TZO500	Trazo y nivelacion con equipo topográfico, estableciendo ejes M2 de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta. (Hasta 500 m2)		40.0000	8.82	352.80	0.02%
PREL002	Excavación en cepa para alojar estructuras de concreto, por M3 medios manuales de 0 a 2.00 m, en material tipo A, incluye: afine a mano de talud y fondo, mano de obra, acarreo de material excedente productos de la excavación al banco de tiro dentro de la obra, para su posterior retiro, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.		48.0000	162.08	7,779.84	0.47%
<b>Total TRABAJOS PREELIMINARES</b>					<b>8,132.64</b>	<b>0.49%</b>

mentos necesarios para la planeación, proyección y construcción de un entronque carretero aplicado al entronque Tierras Prietas en Chilpancingo Guerrero

Dependencia: Universidad Nacional Autonoma de Mexico

Concurso No. SU CONCURSO

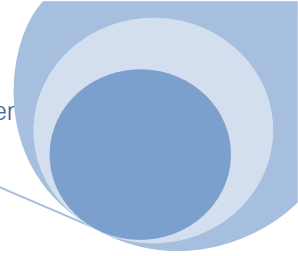
Fecha: 24-May-10

Obra: Entronque Tierras Prietas  
Eduardo Hernandez Salas

Lugar: DIRECCION, CIUDAD, ESTADO.

**PRESUPUESTO DE OBRA**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
<b>D02</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>					
PLANAS5	Plantilla de 5 cm, de espesor de concreto premezclado de M2 Fc=100 kg/cm2, incluye: preparación de la superficie, nivelación, maestreado y colado, mano de obra, equipo y herramienta.		56.0000	81.66	4,572.96	0.28%
ZAPATAC0601	Zapata corrida de cimentación de 60x15 cm. de concreto M premezclado de Fc= 250 kg/cm2, armada con varilla 4 varilla de 3/8" en el sentido longitudinal y a cada 10 cms. en el sentido transversal, con una contratrabe de 15x80 cms. armada con 4 varillas de 1/2" y estribos con grapa del No. 3 a cada 20 cms. incluye: cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y heramienta.		56.0000	1,119.82	62,709.92	3.78%
MPB5014	Muro de 50 cm. de piedra braza acabado rostreado, asentado M2 con mezcla cemento arena 1:4, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.		120.0000	542.76	65,131.20	3.93%
MURCON	Muro de concreto armado Fc= 250kg/cm2 de 3.75m de altura M3 media y 0.60m de espesor armado con varilla del No.3 @ 20 en el sentido vertical y varilla del No.4 @ 25 en el sentido horizontal, incluye: cortes, traslapes, amarres, desperdicios, materiales, vibrado, curado del concreto, mano de obra equipo y herramienta.		48.0000	1,080.10	51,844.80	3.13%
	<b>Total ALBAÑILERIA</b>				<b>184,258.88</b>	<b>11.12%</b>
	<b>Total EJE 41</b>				<b>192,391.52</b>	<b>11.61%</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>1,301,544.70</b>	
	<b>I.V.A. 15.00%</b>				<b>195,231.71</b>	
	<b>Total del presupuesto</b>				<b>1,496,776.41</b>	



## CONCLUSIONES

Un hospital, una carretera, una presa, una unidad habitacional, un puente o un centro comercial son exactamente igual de importantes que un entronque carretero.

Ya que para llegar a uno de los destinos que recién mencione tenemos que usar un entronque carretero.

La mayoría de las veces un usuario sin conocimientos de ingeniería o incluso un ingeniero no alcanza a percatarse de la importancia que tiene un entronque carretero en el desarrollo de una población. Debido a que es el punto de decisión para desplazarse al norte, al sur, al este o al oeste.

Con el trabajo que presenté espero que pueda servir de material de apoyo para los alumnos de ingeniería civil que tengan un proyecto de un entronque carretero, debido a que como mencioné al inicio del presente trabajo, no contamos con una fuente que hable tan claramente y tan profundamente de las intersecciones carreteras.

Debido a las ampliaciones y modificaciones que se harán en el entronque Tierras Prietas se agilizará considerablemente el flujo vehicular que se dirige al puerto de Acapulco o que proviene de él. Así como la incorporación de los vehículos provenientes de Tixtla y de Iguala.

Es importante señalar que este entronque carretero pasará a ser la entrada principal del Hospital Doctor Raymundo Abarca Alarcón, mismo que está actualmente siendo construido y que obliga al entronque carretero a mantenerlo en las mejores condiciones posibles para el uso general.

En el trabajo se abarcó todas las variables que integran el proyecto de un entronque carretero ante la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Mediante éste trabajo pudimos conocer la diferencia entre los entronques y los pasos, así como las maniobras que se llevan a cabo en los entronques como son las convergencias, las divergencias y los cruces.

Cuando pasemos por un entronque podemos ubicar por ejemplo el área de maniobra y checar si es un área simple, compuesta o múltiple y de esta manera poder tomar las precauciones necesarias para prevenir cualquier accidente.

Las curvas en intersecciones, aberturas en faja central, diseños para vueltas en U, velocidades de proyecto, ancho de calzadas, sobreelevaciones y varias características de las isletas son solo algunas características de un entronque, que conocimos y además nos puede ayudar a mejorar la educación vial.

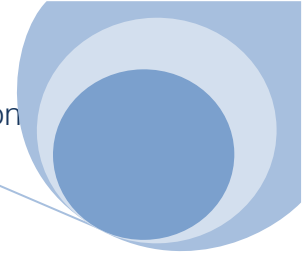
Un entronque de tres ramas o de cuatro ramas con carriles adicionales o con canalización, son entronques de los que conocimos sus características así como las ventajas y desventajas de las glorietas, mismas que usamos día a día para el transporte.

Podemos observar las diferencias y las características de cada uno de los entronques a desnivel y analizar cuál es el que cumple con las condiciones para nuestro proyecto, de acuerdo a la topografía, los aforos, el presupuesto y demás factores que incluyen en la determinación de éste.

Sin embargo, los pasos son un tema muy importante debido a la seguridad de los peatones o del ganado, incluso de la maquinaria que pudiera circular por él, ya que es fundamental poder cruzar de un extremo de la vía al otro, así como observar las dimensiones que deben tener éstos.

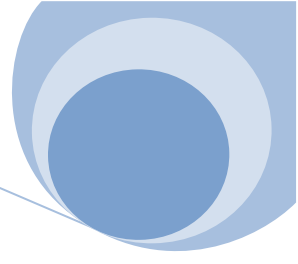
El análisis del precio unitario, que se trató en el presente trabajo, es de suma importancia, ya que en el área de la construcción los costos que pudieran presentarse en una obra son de gran relevancia, y puede ser la diferencia para realizarla o no, cabe volver a mencionar que es solamente una propuesta del costo de los muros en las gazas centrales del entronque.

Un entronque carretero debe estar bien diseñado y también bien construido por que ayudará a eficientar la calidad de transporte de los usuarios, con una excelente señalización para prevenir el mayor numero de equivocaciones y accidentes. Si esto se lleva a cabo, el entronque carretero cumplirá con las expectativas para las que fue diseñado.



INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Intersección de cuatro enlaces	8
2.	maniobra de divergencia	9
3.	maniobra de convergencia	10
4.	maniobra de cruce	11
5.	frecuencia de conflictos	12
6.	áreas de maniobra	13
7.	áreas de maniobra simple en divergencia	15
8.	procedimiento para proporcionar tiempo de maniobra	15
9.	zona de entrecruzamiento	17
10.	tipos de entrecruzamiento	18
11.	áreas de maniobras simple y compuestas	19
12.	zonas de entrecruzamiento compuestas	20
13.	áreas de maniobras simples y compuestas	21
14.	ejemplos de una separación de áreas de maniobra	22
15.	ejemplo de zonas de protección	23
16.	geometría de movimientos de vueltas a la derecha y a la izq.	24
17.	disposición general de las áreas de maniobra en intersecciones	25
18.	diseños para vueltas en U	31
19.	diseños especiales para vueltas en U	32
20.	carriles en la faja separadora central	34
21.	carriles de cambio de velocidad	38
22.	sobreelevación de los entronques	41
23.	distancia de visibilidad en las intersecciones	44
24.	distancia de visibilidad en intersecciones oblicuas	45
25.	tipos y formas de isletas	47
26.	tipos de entronques generales a nivel	52
27.	entronques en T simples y con carril adicional	54
28.	entronques en T canalizados	55
29.	entronques de 3 ramas canalizados con circulación en los enlaces en ambos sentidos	56
30.	entronque de tres ramas con alto grado de canalización	58
31.	entronque de tres ramas con alto grado de canalización	59
32.	entronque de cuatro ramas simple y con carriles adicionales	61
33.	entronque canalizados de cuatro ramas	62
34.	entronque de cuatro ramas con alto grado de canalización	63
35.	términos empleados en glorietas	66
36.	tipos de glorietas	68
37.	diseño de entronques a desnivel	79
38.	tipos de ramas	83
39.	pasos a desnivel para peatones y ganado	88
40.	visibilidad en pasos de ferrocarril a nivel	90
41.	pasos inferiores	91



BIBLIOGRAFIA.

- Manual de proyecto geométrico de carreteras  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- <http://www.arqhys.com/contenidos/carreteras-historia.html>
- <http://www.amaac.org.mx/carrdesarr.pdf>