

173.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**"ESTUDIO Y PROYECTO DE LA VIALIDAD
DE LA CIUDAD DE NOBALES, SON."**

T E S I S

que para obtener el Título de:
INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

**CARLOS FAUSTO DE LA TORRE ZATARAIN
OSCAR VALENTIN EDEN WYNTER GARCIA
PEDRO ENRIQUE PANTOJA ESTRELLA**

México, D. F.

1981



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ESTUDIO Y PROYECTO DE LA VIALIDAD DE NOGALES, SONORA

T E M A R I O

- I. INTRODUCCION
 - Objetivos del Estudio
- I.1 Generalidades
 - I.1.1 Antecedentes
 - I.1.2 Topografía
 - I.1.3 Clima
 - I.1.4 Hidrografía
 - I.1.5 Vías de Comunicación
 - I.1.6 Uso del Suelo
- II. PLANEACION
 - II.1 Aspecto general de la población
 - II.1.1 Período Económico
 - II.1.2 Población Futura
 - II.1.3 Red Vial Actual
 - II.2 Análisis Operacional
 - II.2.1 Red Vial Primaria
 - II.2.2 Red Vial de la Zona Centro
 - II.2.3 Vialidad de Paso
 - II.3 Volúmenes de Tránsito
 - II.3.1 Tendencias y Proyecciones
 - II.4 Velocidad
 - II.4.1 Análisis de Velocidades en la Red Vial Actual
 - II.4.2 Tiempos de Recorrido
 - II.4.3 Curvas Isócronas
 - II.5 Accidentes
 - II.5.1 Informe de Accidentes e Índice de Accidentes
 - II.5.2 Análisis de Accidentes

- II.6 Capacidad
- II.6.1 Generalidades
- II.6.2 **Análisis de Capacidad y Niveles de Servicio de las Principales Arterias de Nogales**

- II.7 Señalamiento Actual
- II.7.1 Señalamiento Horizontal
- II.7.2 Señalamiento Vertical.

- II.8 Semáforos
- II.8.1 Localización Actual
- II.8.2 Justificación para su Instalación

- II.9 Estacionamiento Actual

III. PROYECTO

- III.1 Vialidad Propuesta
- III.2 Remodelación del Acceso Principal de la Ciudad
- III.3 Remodelación de Intersecciones.

- III.3.1 Solución Concreta y detallada de una Intersección

- III.4 Semáforos

- III.4.1 Programación
- III.4.2 Coordinación

- III.5 Señalamientos: a) Vertical
b) Horizontal

- III.6 Conclusiones y Recomendaciones

IV. CONSTRUCCION

- IV.1 Procedimiento de Construcción
- IV.1.1 Secciones en Terraplén
- IV.1.2 Secciones en Corte
- IV.1.3 Reconstrucción del Pavimento
- IV.1.4 Reparación de Acotamientos y refuerzo del Pavimento

- IV.2 Drenaje.

I. INTRODUCCION

Uno de los principales problemas que afrontan nuestras ciudades, en la actualidad, es el relacionado con el tránsito de vehículos y de peatones.

El problema surge del incremento en el número de vehículos, de lo inadecuado de las vías para alojar los volúmenes de tránsito, así como las velocidades que se desarrollan. Como el acondicionar las vías es muy costoso, se han desarrollado técnicas mediante las cuales se permita solventar el problema, si no en un cien por ciento, si en un porcentaje aceptable a menor costo.

Las perspectivas para México en los próximos 20 años son de un acelerado crecimiento en todos los órdenes de la actividad humana, particularmente dentro de los centros urbanos. Esta situación va a requerir de un cambio en las estructuras sociales y materiales - muy en especial, en aquellos referentes a los transportes y las vías de comunicación.

El país actualmente, está en plena etapa de desarrollo industrial y por lo mismo, está sufriendo en sus ciudades una alta concentración demográfica; lo que ha originado que se tomen medidas sobre la distribución de la población, a la vez que se están remodelando las ciudades cuya traza antigua de calles tortuosas y angostas dificultan y encarecen los trabajos urbanísticos.

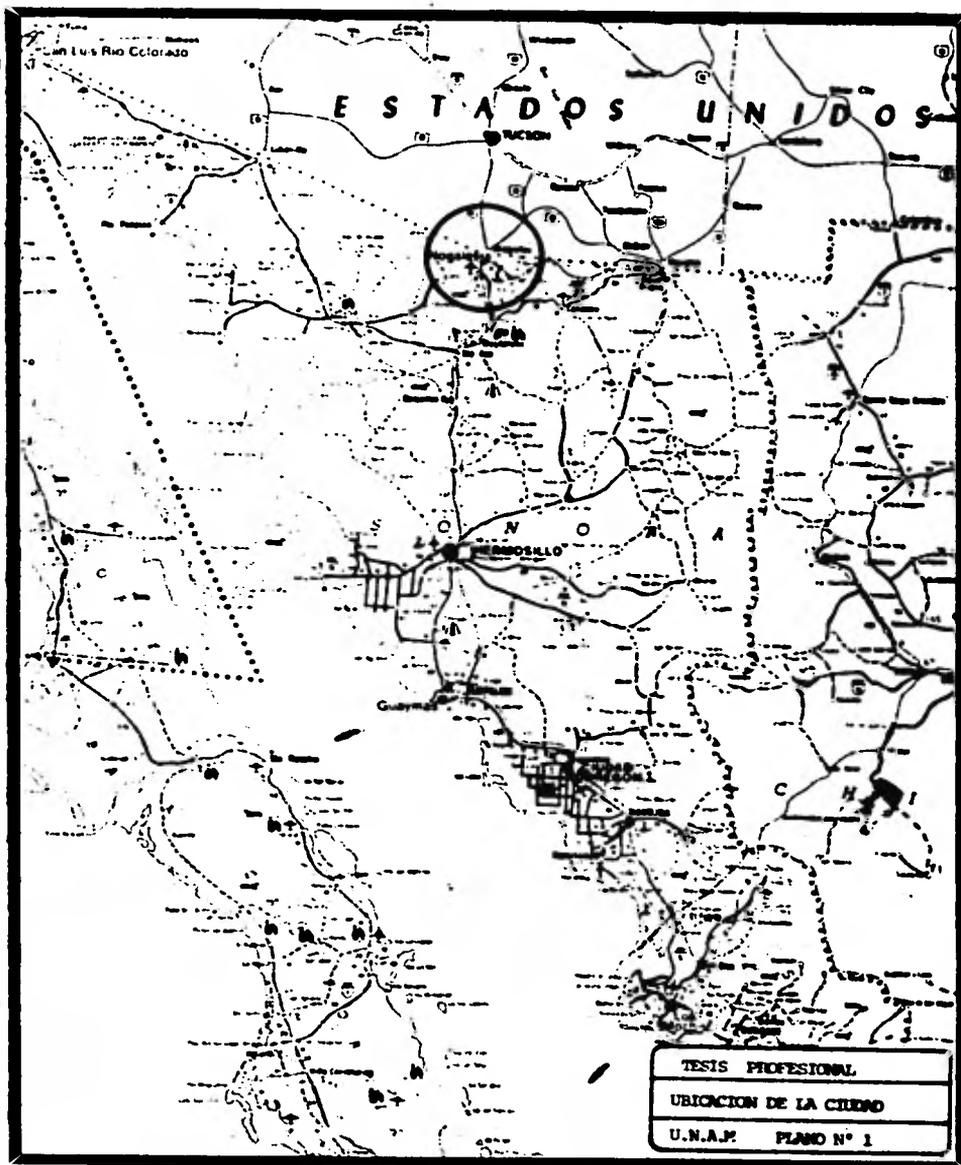
Objetivo del Estudio .

Plantear una solución económica para reestructurar el sistema vial actual de la ciudad de Nogales, de tal manera que se pueda aprovechar, lo más posible lo que actualmente existe, con ciertos cambios necesarios para dotarla de una red vial eficiente.

I.1 Generalidades

I.1.1 Antecedentes

La ciudad de Nogales, Sonora, está ubicada en las coordenadas 31° 10' de latitud norte y 110° 58' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, está limitada al norte con los Estados Unidos de Norte América, al sur con los municipios de Imuris y Magdalena, al este con el de Santa Cruz y al oeste con el de Sáric. (Plano No. 1)



Actualmente la ciudad cuenta con una población de 108,000 habitantes (Censo de 1980).

El crecimiento explosivo y desordenado de la ciudad de Nogales, - así como lo accidentado de su emplazamiento, han contribuido a agravar el problema del tránsito y transporte en la ciudad.

La carencia de estudios básicos de aforos urbanos, origen y destino, líneas de deseo, áreas de estacionamiento, sistemas de señales, rutas de camiones, entre otros, dificultan la toma de decisiones que - pudieran aliviar los problemas mencionados.

I.1.2 Topografía

La Ciudad de Nogales está ubicada en una zona que presenta una topografía irregular, la zona central, que se encuentra en la parte baja es sensiblemente plana. Al oriente y poniente de la zona central la topografía varía desde lomerío suave a lomerío fuerte, y se tiene una gran cantidad de arroyos que durante las épocas de estiaje son utilizados como vías de acceso a las colonias que se ubican en las partes altas. La parte sur de la ciudad es terreno plano con pequeñas lomas - y es donde actualmente tiende a crecer la ciudad.

I.1.3 Climatología

Como todas las demás poblaciones de esa región del norte del país, Nogales tiene un clima que se puede calificar como extremoso, clasificándose como estepario y seco, con dos temporadas de lluvias las - cuales tienen lugar una durante el verano y otra durante el invierno. - La temporada principal de lluvias es la de verano, desarrollándose durante los meses de julio a septiembre. La temporada de lluvias de invierno es pequeña y de corta duración.

Durante el invierno se presentan con mucha frecuencia heladas de más o menos gran intensidad. Las nevadas son poco frecuentes.

I.1.4 Hidrografía

Los principales arroyos en la zona de la ciudad de Nogales son : El Arroyo de los Nogales, el cual atravieza la ciudad de sur a norte y que generalmente conduce agua negras. El Arroyo Encinos y el Arroyo La Granja que son afluentes del anterior, conducen agua solamente en las épocas de lluvia.

Además existen una serie de pequeños arroyos que se inician en las lomas que circundan a la ciudad.

1.1.5 Vías de Comunicación.

Cuenta la ciudad con varias vías de comunicación importantes que la integran al resto del país. Una de ellas es el ferrocarril del Pacífico que conecta con la ciudad de Guadalajara, contando diariamente con una corrida de pasajeros en las dos direcciones, así como varias corridas de trenes de carga, que van, tanto al interior del país como a los Estados Unidos. Otra de las vías es la carretera Internacional México-Nogales.

Cuenta además con un aeropuerto de mediano alcance y aviación general a cargo de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, ubicado a 10 Km al sur de la ciudad.

1.1.6 Uso del Suelo.

En virtud de que la ciudad se ubica en una zona de topografía irregular, el crecimiento urbano se ha limitado a las zonas planas y a las faldas de los cerros próximos a la ciudad como se puede apreciar en el Plano No. 2

Las zonas construidas están dispersas a lo largo de la ciudad, cubriendo algunas de los principales servicios urbanos como agua, alumbrado, drenaje, etc., en especial, las que se ubican en las faldas de los cerros. Actualmente se han empezado a desarrollar algunas nuevas colonias en las partes altas de Nogales como son: Colonia Lomas de Nogales, Colonia Pueblo Nuevo y Colonia Bella Vista - ubicadas en el oriente y además se tienen pequeñas zonas de habitación popular.

En el lado poniente, también empiezan a desarrollarse zonas habitacionales como: Unidad INFONAVIT, cercana al libramiento periférico Poniente, la Colonia Reforma, Fraccionamiento Paseos de Chula Vista, Colonia Granja y Fraccionamiento Kennedy, en su segunda etapa.

Hacia el sur de Nogales existen nuevas zonas fraccionadas como son: Fraccionamiento Arboledas, Fraccionamiento las Terrazas, Fraccionamiento Raquet Club y Unidad Habitacional FOVISSSTE, éstos dos últimos se ubican a uno y otro lado de la carretera Internacional, con accesos directos a ésta, construidos por los mismos fraccionadores.

En general, el uso actual del suelo es básicamente habitacional, existiendo intercaladas zonas industriales, escolares, recreativas y comerciales.

En la zona céntrica se encuentra la mayor parte de los comercios y además la zona turística, con tiendas de artesanías, restaurantes-bares y hoteles, así como la garita aduanal ubicada en la Línea Internacional.

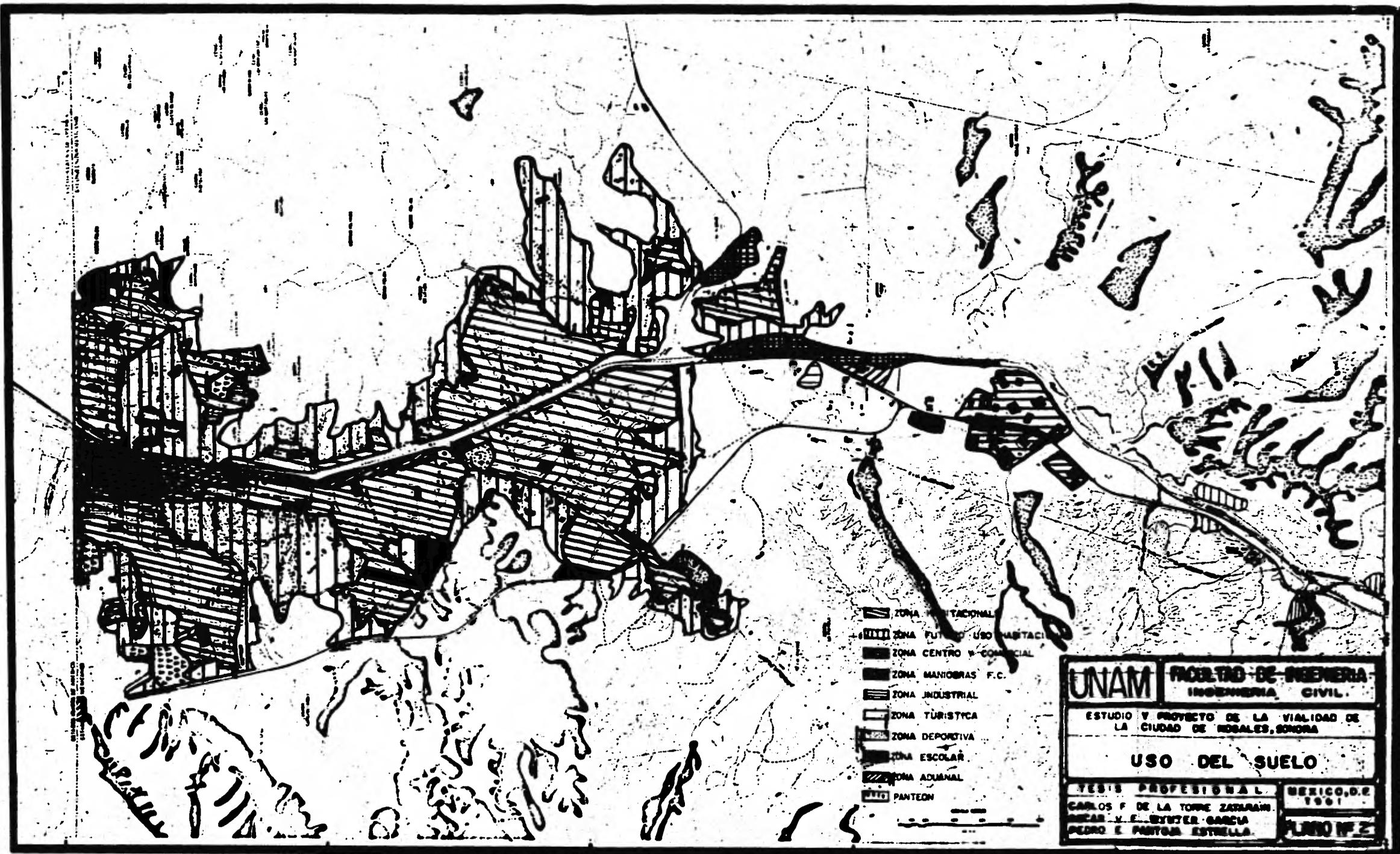
La zona industrial está situada, en la entrada sur de la ciudad, siendo en su mayoría empresas maquiladoras.

Los ferrocarriles del Pacífico cuentan con una amplia zona de maniobras para carga, pasaje y estación cuarentenaria, ubicadas en el sur de la ciudad.

La zona de la aduana de carga se ubica en la entrada sur de la ciudad a un lado de la carretera Internacional, aledaña a la zona de maniobras de carga del ferrocarril, en la cual se controla el tráfico de los productos por ferrocarril y autotransporte.

Existen tres cementerios, dos al noroeste de la ciudad y otro al noreste de la misma.

Por lo que respecta al uso futuro del suelo, de acuerdo a la tendencia actual de crecimiento de la población, se tendrán zonas de desarrollo habitacional.



- ▨ ZONA RESIDENTIAL
- ▬ ZONA FUTURO USO HABITACIONAL
- ZONA CENTRO Y COMERCIAL
- ZONA MANOBRAS F.C.
- ▮ ZONA INDUSTRIAL
- ▧ ZONA TURISTICA
- ▩ ZONA DEPORTIVA
- ZONA ESCOLAR
- ▬ ZONA ADUANAL
- ⋯ PANTEON

UNAM		FACULTAD DE INGENIERIA	
		INGENIERIA CIVIL	
ESTUDIO Y PROYECTO DE LA VIALIDAD DE LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA			
USO DEL SUELO			
TESIS PROFESIONAL		MEXICO, D.F.	
CARLOS F. DE LA TORRE ZARAHAN		1991	
RICARDO E. ESTEBAN GARCIA		FOLIO NO. 2	
PEDRO E. PASTOR ESTRELLA			

II. PLANEACION

II.1. Aspecto General de la Población.

Nogales es una ciudad crecida explosivamente, al igual que otras ciudades anteriores a la planeación urbana moderna. Este crecimiento se hizo sin guía técnica, con legislaciones y reglamentaciones inadecuadas e incompletas. Esto condujo a un desarrollo desordenado, puesto que el origen de la ciudad viene de los asentamientos humanos que se fueron desarrollando a los lados y a lo largo de la carretera internacional México-Nogales, quedando ésta como vía principal integrándose al contexto urbano.

Este desarrollo desordenado condujo a la especulación de las áreas habitacionales que se agruparon en dos clases: la destinada a la población de escasos recursos, la cual quedó ubicada en las laderas de los cerros que rodean la ciudad, carente de todo servicio municipal, creándose barreadas antihigiénicas. La segunda quedó habitada por la población con mejores condiciones de vida, contando con todos los servicios urbanos que debe tener una sociedad moderna, es decir, zonas residenciales amplias y agradables.

Se puede decir que el crecimiento demográfico en todas las ciudades fronterizas, se ha caracterizado por un proceso rápido, trayendo como consecuencia diversos problemas, como son principalmente, las obras y servicios públicos y carencia de viviendas adecuadas.

Actualmente Nogales cuenta con una población de 108,000 habitantes (Censo Poblacional de 1980), la cual está formada en gran parte por gente de otros estados, que llegan a ella para tratar de pasar al vecino país en busca de fuentes de trabajo, al no conseguirlo terminan creando asentamientos humanos en la periferia de la ciudad que originan complicaciones urbanísticas.

Gran parte de la población presta su fuerza de trabajo en las distintas empresas maquiladoras y ensambladoras de productos extranjeros, como son: aparatos eléctricos en general, industria del vestido, del mueble y artículos del hogar. Estas empresas han creado numerosos empleos para los habitantes de Nogales ya que el gobierno federal les ha otorgado ciertas exenciones fiscales.

Actualmente se han establecido nuevas empresas a lo largo del acceso principal (Carretera Internacional) de la ciudad, viéndose la necesidad de proyectarse una vialidad eficiente entre los kilómetros 259+000 y el 269+000.

En general se advierte un deseo de superación en todos los círculos comerciales e industriales de la ciudad, y es fácil advertir un futuro próspero y progresista, puesto que existe la disposición de invertir buenas sumas de dinero en industrias, en cuanto la ciudad cuente con servicios públicos e infraestructura adecuada.

II.1.1 Período Económico.

La realización de este tipo de obras viales implica grandes erogaciones. La reposición o reparación de algunas de sus partes es también costosa y además representa molestias y obstáculos para las actividades múltiples de una población.

Es conveniente planear un sistema vial que trabaje eficientemente, sin ninguna interrupción durante un período de servicio, el cual comprenda al período económico.

El período económico varía con la intervención de varios factores, y para determinarlos se necesita precisar el grado de influencia de cada uno de ellos. Estos factores son: Estudio del incremento de la población, análisis vial, etc.

Nuestro estudio se enfoca a una zona que cuenta con arterias urbanas que prestan un servicio deficiente para el transporte público y el particular; pues su capacidad está a su nivel de saturación. Por lo que hay que reestructurar el sistema mediante ampliaciones, mejoramiento de pavimentos, reconstrucciones, reordenamiento vial, señalamientos adecuados, etc. Los beneficios directos cuantificables que aportan a la colectividad estas obras son los ahorros en costos de tracción, en tiempos de recorrido y la supresión de pérdidas motivadas por los posibles congestionamientos, que se presentarán al rebasar la capacidad del camino.

El cálculo de cada uno de estos ahorros, se realiza mediante la comparación entre los costos para la situación actual y los que prevalecerán una vez construída la obra propuesta. Esa comparación se hace para toda la vida útil de la nueva obra y se calculan los ahorros totales, o sea, el beneficio que ésta proporcionará, en cada uno de los años en que estará en servicio. La estimación de costos se realiza, también a lo largo de la vida útil de las obras, tomando en cuenta tanto la inversión inicial, como los costos de operación y de conservación o de posibles reconstrucciones que hubieran de realizarse. Una vez obtenidos los beneficios y costos que se presentarían durante la vida útil de las obras, se proceda a determinar lo que puede estimarse como su valor actual.

El período de vida Económica de este tipo de proyectos se considera que es entre 15 y 20 años tomando como factores principales la duración de los pavimentos y el volumen futuro de tránsito.

II.1.2 Población futura.

Como se dijo anteriormente, Nogales cuenta con una población de 108,000 habitantes, calcularemos ahora la población futura para períodos de 5 años, con el fin de obtener una tasa de crecimiento anual. Como se trata de una predicción, no es posible esperar exactitud en los resultados, ya que no siempre se registra el crecimiento de una población de acuerdo con el ritmo de los años anteriores.

Los distintos resultados de las predicciones, unidos a las observaciones hechas con respecto a las perspectivas de desarrollo y crecimiento futuro, normarán el criterio para fijar el número de habitantes a los cuales dará servicio la red proyectada.

Para calcular la población futura empleamos la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a (1 + r)^n$$

donde:

P_f = Población futura

P_a = Población actual

r = Tasa de incremento de población

n = Período de observación

Partiendo de los datos censales para los años de 1970 y 1980 se obtienen los siguientes resultados

Censo de 1970: 53,494 habitantes

Censo de 1980: 108,000 habitantes

Encontrando la tasa de incremento de población para un período de observación de 10 años se tiene.

$$108,000 = 53,494 (1 + r)^{10}$$

$$(1 + r)^{10} = \frac{108,000}{53,494}$$

$$10 \log (1 + r) = \log \frac{108,000}{53,494} = \log. 2.0189$$

$$\log (1 + r) = \frac{\log 2.0189}{10} = 0.03051$$

$$\text{antilog} (1 + r) = \text{antilog} 0.0305$$

$$(1 + r) = 1.0728$$

$$r = 1.0728 - 1$$

Tasa de crecimiento $r = 7.28 \%$
=====

Calculando la población para períodos de 5 años

$$P_f = 108,000 (1.0728)^n$$

AÑO	n	Núm. Habitantes
1980	0	108,000
1981	1	115,862
1985	5	153,468
1990	10	218,078
1995	15	309,888
2000	20	440,351

II.1.3 Red Vial Actual.

Dadas las condiciones topográficas del lugar, los asentamientos - desordenados y que el único acceso a la ciudad lo constituye la carretera México-Nogales, la cual desfoga en la vialidad principal en operación formada por un eje Norte-Sur, que es la continuación de -

la anterior, compuesto por las avenidas Adolfo Ruiz Cortines y Plutar -- co Elías Calles, ambas con doble sentido de circulación y separadas -- por la vía del ferrocarril, localizadas en las márgenes del Arroyo Nogales, afluente del Río Las Cruces, por el cual desagua todo el drenaje de la cuenca donde se localiza este asentamiento humano.

Además de este eje Norte-Sur, existen vías transversales de menores características geométricas (la mayoría sin pavimentar); destacan -- por su importancia, la avenida Buenos Aires hacia el oriente, y la Calzada de los Nogales hacia el poniente, que son los únicos accesos a -- las principales colonias de la ciudad, con el agravante de que por ubicarse estas vías en cauces de arroyos y no existir el adecuado drenaje pluvial, al presentarse lluvias de consideración, se interrumpe la circulación de vehículos, provocando el aislamiento de grandes áreas de -- la población, lo que ocurre seis o siete días en el año como promedio.

Sobre el eje Norte-Sur, en su tramo carretero, dos kilómetros antes -- de la entrada de Nogales, se localiza el Parque Industrial, construido -- por particulares, donde se ubican las industrias maquiladoras y ensambladoras que son la principal fuente de trabajo de la población.

El cauce del arroyo principal sobre el que se localiza el eje Norte -- Sur, estuvo en proceso de entubamiento, sin embargo, en los últimos tres años esta obra ha estado suspendida por falta de recursos económicos.

En 1970 se construyó un libramiento en el lado poniente de la ciudad -- para el tránsito de carga, que tronca con la carretera actual a -- la altura de la aduana de carga y conduce a una nueva garita internacional exclusiva para la importación y exportación de mercancías auto transportada.

En el centro de la ciudad y a lo largo del eje Norte-Sur, existe gran demanda de estacionamientos que no es posible satisfacer con los pocos lugares disponibles, situación que se agrava por el hecho de que -- los habitantes de las viviendas que se han construido en las laderas de la montaña, no tienen actualmente acceso vehicular a ellas, viéndose -- en la necesidad de estacionar sus vehículos en las vías más cercanas.

En el centro comercial de la ciudad, el tránsito está desorganizado, -- debido a que algunas intersecciones están semaforizadas donde -- se tienen volúmenes de tránsito bajo, en cambio, otras importantes y peligrosas se encuentran sin control de tránsito.

Para resolver los problemas antes señalados, se han programado - obras a corto, mediano y largo plazo, encuadradas dentro del Plan Global de Desarrollo Urbano, entre los primeros está la ampliación de la carretera México-Nogales en 10 Kms. de longitud, mediante una sección de tipo evolutivo, con la consecuente remodelación de las intersecciones con las vías secundarias a fin de clasificar y hacer más - expedito el tránsito. Además, en la zona industrial, entre la calle Tepic y la Unidad FOVISSSTE, se construirá una calle lateral de servicio a las maquiladoras y otras factorías. A mediano plazo, se integrarán circuitos viales mediante el acondicionamiento de las vías existentes, así como la semaforización de intersecciones y finalmente, a largo plazo, se proyectará una vía circundante que proporcione un acceso adecuado a las colonias más alejadas.

II. 2 Análisis Operacional.

En toda ciudad, la infraestructura del transporte deberá contar con un sistema vial de uso general, el cual proporcionará al tránsito de - personas y vehículos la fluidez y seguridad que éstos requieren y a - demás, proveer acceso a las propiedades.

El sistema vial de las ciudades ocupa una superficie del orden - del 20% del área total y sirve para estructurar el espacio urbano.

Los criterios para evaluar los servicios y proporcionar una guía - para el proyecto geométrico se basan en los siguientes puntos:

- a) Es necesario establecer una red de calles, clasificada en sistemas, con el objeto de desarrollar una estructura vial que sirva con eficacia a varios usos del suelo previendo un desarrollo lógico de la comunidad. Cada sistema de calles deberá servir para objetivos específicos que lo identifiquen plenamente.
- b) A fin de que la función para la que se destina un sistema de calles pueda, no solamente mantenerse, sino ser mejorada, - estos objetivos deben influir en la selección de las normas - para el proyecto geométrico y en los elementos complementarios de un sistema vial, como son los dispositivos para el - control de tránsito.
- c) Deberán formar parte del sistema vial urbano los estacionamientos (dentro y fuera de la calle), las paradas para ascenso y - descenso de pasaje, carga y descarga de mercancías, etc.

Para el estudio de la red vial de la ciudad de Nogales, es necesario dividirla en tres partes; (Plano No. 3)

- II.2.1 Red Vial Primaria
- II.2.2 Red Vial de la zona Centro
- II.2.3 Vialidad del tránsito de paso

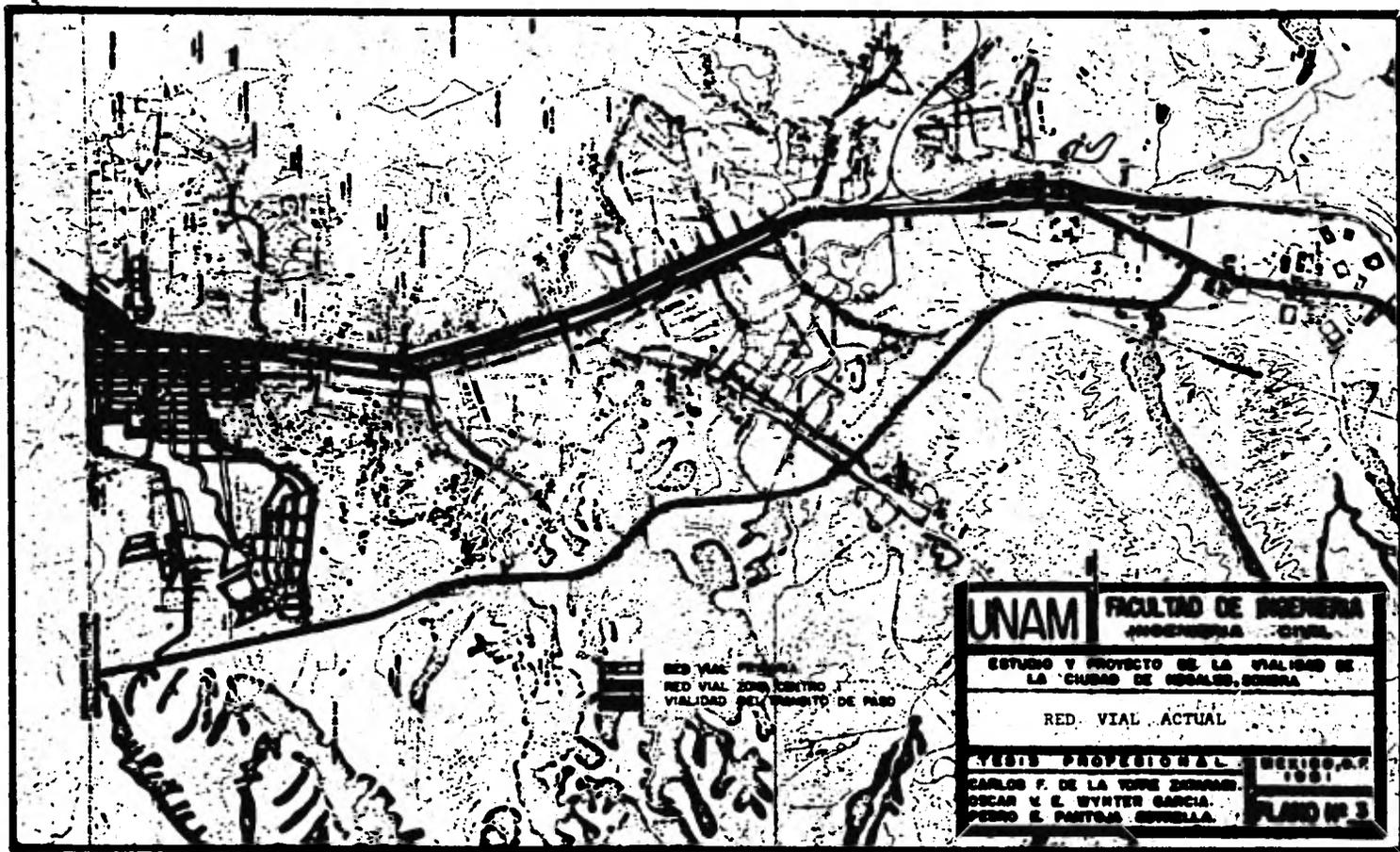
II.2.1 Red Vial Primaria.

La Red Vial Primaria está formada por el conjunto de calles colectoras que comunican a las calles locales con la vialidad principal.

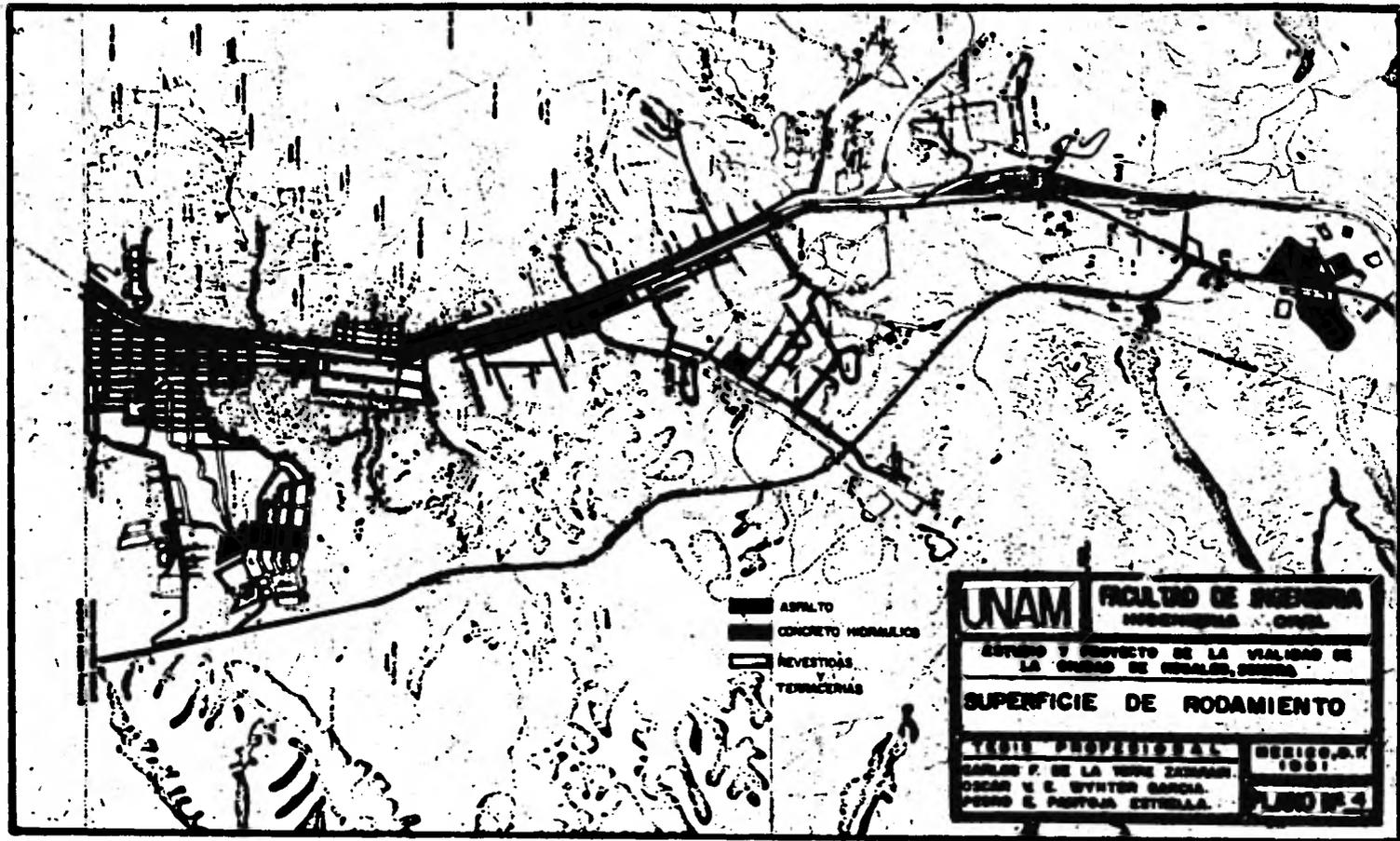
En la actualidad la Red Vial Primaria de la ciudad no es adecuada, debido a que la mayoría de las calles no se encuentran pavimentadas en toda su extensión, provocando que se tengan congestionamientos en ciertas calles que sí lo están, y que son las que comunican con la vialidad principal, como se aprecia en el Plano No. 4

La Red Vial Primaria está constituida principalmente por las siguientes calles:

- Calle Hermosillo Totalmente pavimentada, con circulación en ambos sentidos en el tramo comprendido entre el periférico y la calle Alvaro Obregón.
- Calle Reforma Pavimentada en el tramo de la calle Internacional hasta el acceso a la colonia del Rosario, faltando de pavimentar desde este punto hasta el periférico poniente. La circulación es en ambos sentidos.
- Calle Insurgentes Sin pavimentar en toda su extensión, que va desde la calle López Rayón (pavimentada totalmente) hasta el periférico Poniente. (Circulación en ambos sentidos).
- Calle 5 de Mayo Pavimentada en toda su extensión. Circulación en ambos sentidos.
- Calle Veracruz Sin pavimentar en toda su extensión.
- Calle Aguascalientes Sin pavimentar en toda su extensión.



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	INGENIERIA CIVIL
ESTUDIO Y PROYECTO DE LA VIALIDAD DE LA CIUDAD DE PUEBLA, OAXACA	
RED. VIAL ACTUAL	
TESIS PROFESIONAL	
CARLOS F. DE LA TORRE ZEPEDA	MEXICO, D.F.
OSCAR V. E. WYNTER GARCIA	1981
PEDRO E. FANTAS BUSTILLO	FOLIO N.º 3



- ASPALTO
- CONCRETO HIDRÁULICO
- ▬ REVESTIDOS Y TERRAZENAS
-

UNAM		FACULTAD DE INGENIERIA	
		INGENIERIA CIVIL	
ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIALIDAD DE LA CIUDAD DE OZAMALA, GUERRA			
SUPERFICIE DE RODAMIENTO			
TESIS PROFESIONAL		MÉXICO, D.F. 1991	
CARLOS F. DE LA TORRE ZAMARRÍN		OSCAR V. E. WYTER GARCÍA	
PEDRO E. PASTOR ESTRELLA		LADO Nº 4	

- Calle Puerto Rico
Pavimentada en el tramo comprendido entre la Calle de San Martín y la Calle Brasil, faltando por pavimentar de esta calle hasta el Periférico Poniente. Circulación en ambos sentidos.
- Paseo Chulavista
Pavimentada entre la Calle San Martín y la entrada al fraccionamiento Chulavista. Circulación en dos sentidos.
- Calle 5 de Febrero
Sin pavimentar en toda su extensión y alojada en el cauce de un arroyo. Circulación en dos sentidos.
- Calzada de los Nogales
Sin pavimento en toda su extensión, siendo la prolongación de la Calle General Heredia (pavimentada en toda su extensión).
- Calle John F. Kennedy
Pavimentada en el tramo comprendido entre la calle Alvaro Obregón y Calle de Altar, faltando por pavimentar desde la calle de Altar hasta el Periférico Poniente. Circulación en ambos sentidos.
- Calle Jesús García
Pavimentada totalmente y con circulación en ambos sentidos.
- Calle los Sauces.
Sin pavimentar en toda su extensión siendo la continuación de la Calle Jesús García. Con circulación en ambos sentidos.

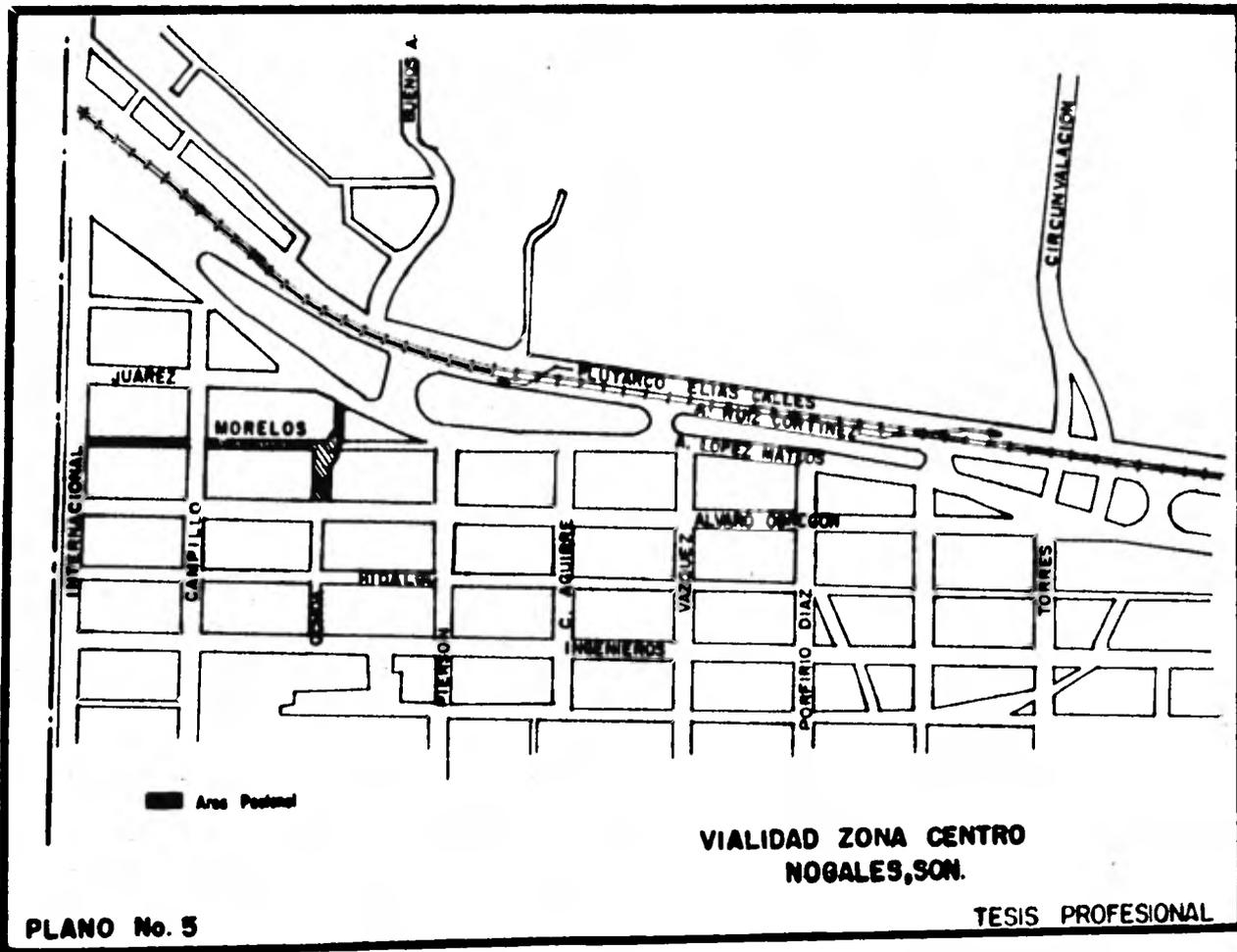
- Calle A. Villaseñor Sin pavimentar en toda su extensión.
- Las calles 5 de Mayo, Veracruz, Aguascalientes y A. Villaseñor - forman un circuito de las colonias Villaseñor y Petróleos Mexicanos.
- Calle Pemex Pavimentada en toda su extensión.
 - Avenida Circunvalación Pavimentada en toda su extensión.
 - Calle Sierra Madre Occidental Sin pavimentar y es prolongación de la avenida Buenos Aires (Pavimentada).
 - Calle Nevado de Colima Sin pavimentar.
 - Calle Maclovio Herrera Pavimentada en toda su extensión - con dos sentidos de circulación.
 - Calle Presidente Carranza Con ambos sentidos de circulación - y pavimentada en toda su extensión.

La mayor parte de las calles su pavimento es de concreto Hidraú - lico, otras de pavimento asfáltico y las no pavimentadas son revesti - das o de terracerías, y en algunos casos la calle es el cauce seco de los arroyos (Plano No. 4)

II.2.2 Red Vial de la Zona Centro.

La ciudad de Nogales, con su trazo de ciudad antigua, no ha esca - pado a los actuales problemas viales de las ciudades modernas, la Zo - na Centro, que es la más antigua de la población, donde se encuentran los comercios, las tiendas de artesanías, los restaurantes, etc. al - igual que la de la mayoría de las urbes, sufre de una deficiente circu - lación del tránsito, debido a su trazo rectangular con calles angostas y de dos sentidos de circulación, con estacionamiento permitido en - ambos lados lo que hace que el área sea altamente conflictiva.

Tambièn en la zona centro se localiza la mayor parte del equipa - miento urbano, como son las oficinas administrativas, municipales y edificios públicos, razón por la cual la mayoría de las personas que vi - ven en zonas habitacionales tienen la necesidad de desplazarse al cen - tro de la ciudad, no obstante que se han hecho esfuerzos por descen - tralizar estas oficinas administrativas, ubicándolas en la periferia de - la ciudad, con el fin de poder aliviar los conflictos en la Zona Centro.



La segunda ruta la constituyen las Avenidas Alvaro Obregón, - Plutarco Elías Calles, Adolfo López Mateos y Ruiz Cortines, que - son las que comunican la carretera México-Nogales con la aduana que se localiza dentro de la zona urbana, la cual está destinada para el paso de automóviles, autobuses y público en general.

Esta ruta es la que presenta mayores conflictos en la circulación, debido a su ubicación y a su uso frecuente, es decir, al cruce continuo de la frontera, teniéndose largas filas de vehículos en los accesos a la aduana.

Describiendo la situación actual de las vías del tránsito de paso, se tiene que las avenidas Plutarco Elías Calles y Adolfo Ruiz Cortines presentan un excesivo volumen de tránsito, por lo general la más saturada es la primera, ya que en el tramo comprendido entre la calle Tepic y Victor Hugo presenta doble sentido de circulación, para posteriormente cambiar a un solo sentido hasta llegar a la garita aduanal.

Por lo que respecta a la Av. Adolfo Ruiz Cortines está ubicada al otro lado de la vía del ferrocarril que corre paralela a la Av. P. Elías Calles, presenta ambos sentidos de circulación desde su inicio en la calle Tepic hasta la aduana; además se presenta un problema más en esta avenida, que es el estacionamiento en ambos lados de su calzada provocando así una circulación con poca fluidez.

El tránsito procedente de los Estados Unidos al cruce de la frontera circula por la Av. Adolfo López Mateos, la que es de un solo sentido hasta su entronque con la Av. Alvaro Obregón, la cual recibe ese flujo vehicular; provocando un incremento de consideración en su volumen de tránsito, ya que ésta cuenta con ambos sentidos de circulación y es la que entra al centro de Nogales.

Esta saturación de vehículos por dichas arterias provoca un desequilibrio en la circulación, puesto que no se tiene un sentido ordenado en su circulación; según un informe proporcionado por la Dirección de Ingeniería de Tránsito de la SAHOP se le propuso al Departamento de Tránsito Municipal el de modificar los sentidos de circulación de las vías de tránsito de paso, de tal manera que se pueda formar un par vial y así tener una fluidez en el tránsito de vehículos.

La ubicación de estas arterias se puede observar en el plano No. 3 anexo a este Tema.

II.3 Volúmenes de Tránsito.

Al proyectar una carretera, la selección del tipo de camino, las - intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente de la demanda vehicular, es decir, del volumen de tránsito o - número de vehículos que circularán en un intervalo de tiempo dado, - su variación, su tasa de crecimiento y su composición.

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

Las unidades más comunmente usadas en los volúmenes de tránsito son: "Vehículos por día" y "Vehículos por hora". Los volúmenes de tránsito son una medida de la capacidad de los caminos, ya que la capacidad de un camino admite un volumen máximo de trabajo para ser - considerado eficiente.

Los estudios de volúmenes de tránsito y su variación, representan una herramienta valiosa para la evaluación del funcionamiento operativo de las arterias, además esto nos permite prever con tiempo la actuación de ciertas medidas dedicadas al control del tránsito y a la labor - preventiva.

Los estudios se pueden realizar en períodos cortos o bien en forma permanente, por lo general se realizan ambos tipos de estudios obteniéndose su correlación entre ellos.

Con el fin de conocer los diferentes volúmenes de tránsito en los - distintos tramos de una calle o camino, se utilizan como fuentes los - datos obtenidos de estudios de origen y destino, de aforos por muestreo y de aforos continuos en estaciones permanentes.

En Nogales, para la determinación de los volúmenes de tránsito se realizaron aforos por muestreo, instalando estaciones en sitios estratégicos donde se presentan variaciones de la corriente de tránsito importantes, así como en las principales intersecciones, procurando que estas estaciones de aforo capten el tránsito representativo de cada tramo y a su vez registren un tránsito promedio diario con base al período de una semana.

El equipo utilizado para aforar, consistió en contadores o registradores automáticos de tránsito con detectores de manguera neumática, empleándose uno por sentido de cada calle, así como contadores manuales para determinar los movimientos direccionales en las intersecciones -

nes.

Con lo primero obtenemos el número de vehículos que cruzaron esa sección pero sin distinción del tipo de vehículo.

El segundo método es muy útil, puesto que proporciona datos importantes como son: la composición vehicular, los movimientos direccionales y el volumen equivalente en vehículos ligeros.

Estos datos se registran en una hoja anexa, anotándose el número de vehículos que realizan el mismo movimiento en una intersección, clasificándolos según su tipo, es decir:

TIPO DE VEHICULOS	CLASIFICACION
Automóvil	A
Autobús	B
Camión	C

El volumen de vehículos total registrados deberá cambiarse a vehículos ligeros, para lo cual se transforman los vehículos tipo B y C multiplicándolos por un factor de 1.5 (según especificaciones del Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la SAHOP), y su número se su al número de vehículos tipo A.

Estas hojas se elaboran previamente al estudio y de acuerdo a los movimientos que tiene la intersección.

Se analizaron aproximadamente 23 intersecciones consideradas como las más importantes y que presentan mayores movimientos vehiculares - con estos datos se elaboró el mapa de volúmenes de tránsito. A continuación se muestra a manera de ejemplo la hoja de resumen de recuentos de volúmenes de tránsito del cruce de la carretera Santa Ana-Nogales y el libramiento periférico poniente localizado en el acceso principal de la ciudad, donde se tienen volúmenes de consideración.

Estos estudios fueron realizados durante la primera quincena del mes de diciembre de 1979: Los resultados se observan en el plano No. 6, en el que se muestra la representación gráfica de los volúmenes de tránsito que fluyen por las principales calles de la ciudad. En él se aprecia que las vialidades que presentan mayores volúmenes de tránsito (TPDA) son las siguientes:

- Av. Plutarco Elías Calles y Adolfo Ruiz Cortines: 13,080 v.p.d.
- Tramo Final de la carretera México-Nogales: 14,430 v.p.d.

- Av. Alvaro Obregón	12,500 v.p.d.
- Av. Adolfo López Mateos	7,500 v.p.d.
- Periférico Poniente	5,260 v.p.d.

Además en dicho plano se observa la gran densidad de vehículos que transitan en la zona del centro, que es el área más conflictiva y más antigua de la ciudad, puesto que las calles que la forman no pueden conducir tales volúmenes debido a sus características geométricas de una época pasada.

Con la información recabada se elabora un perfil de volúmenes de tránsito de la vialidad existente que en nuestro caso es el eje principal Norte-Sur comprendido desde el entronque Aeropuerto hasta la Aduana Internacional con longitud aproximada de 12 km. Se destaca en este perfil un volumen máximo de 14,430 vehículos frente a la estación del ferrocarril. Plano No. 7

II.3.1 Tendencias y Proyecciones.

Los registros de vehículos automotores que se obtuvieron en los años de 1977 y 1981 de acuerdo a la información proporcionada por el Departamento de Tránsito Municipal de la ciudad de Nogales son los siguientes:

	1977	1981
- Autos particulares "fronterizos"	4,973	6,700
- Autos particulares "nacionales"	666	1,900
- Autos de alquiler "fronterizos"	185	211
- Autos de alquiler "nacionales"	47	50
- Autobuses particulares "fronterizos"	2	3
- Autobuses particulares "nacionales"	2	3
- Camiones particulares "fronterizos"	2,018	2,960
- Camiones particulares "nacionales"	333	1,200
- Camiones de alquiler "fronterizos"	43	43
- Camiones de alquiler "nacionales"	5	100
- Remolques particulares "fronterizos"	68	400
- Remolques particulares "nacionales"	99	200
- Demostración (automóvil)	29	98
- Motocicletas	14	19
TOTAL	8,494	13,887

Se aprecia que aproximadamente el 80% de los automóviles son fronterizos, lo cual muestra la facilidad que existe para adquirir vehículos extranjeros.

Además, circulan por la ciudad muchos vehículos con registro de Arizona (E.U.A), de los cuales la mayoría no se nacionaliza, están como ilegales. Estos vehículos forman aproximadamente el 35% del total de vehículos en circulación, que se suman al total de vehículos registrados, teniéndose entonces:

No. de vehículos registrados en 1977 (65%)	=	8,498
No. de vehículos no registrados en 1977 (35%)	=	<u>4,576</u>
TOTAL		13,074
No. de vehículos registrados en 1981 (65%)	=	13,887
No. de vehículos no registrados en 1981 (35%)	=	<u>7,478</u>
TOTAL		21,365

Con estos datos calcularemos el índice de incremento en el período comprendido de 1977 a 1981 (4 años)

$$21,365 = 13,074 (1+i)^4$$

$$(1+i)^4 = \frac{21,365}{13,074} = 1.63416$$

$$4 \log (1+i) = \log. 1.63416$$

$$\log (1+i) = \frac{\log. 1.63416}{4} = 0.05332$$

$$\text{antilog} (1+i) = \text{antilog. } 0.05332$$

$$1+i = 1.1306$$

$$i = 0.1306$$

Tasa de incremento $i = 13.06\%$

Ahora haremos una proyección del número de vehículos a futuro tomando la tasa de incremento de 13%

$$T_f = T_a (1+i)^n$$

T_f = Tránsito futuro

T_a = Tránsito actual

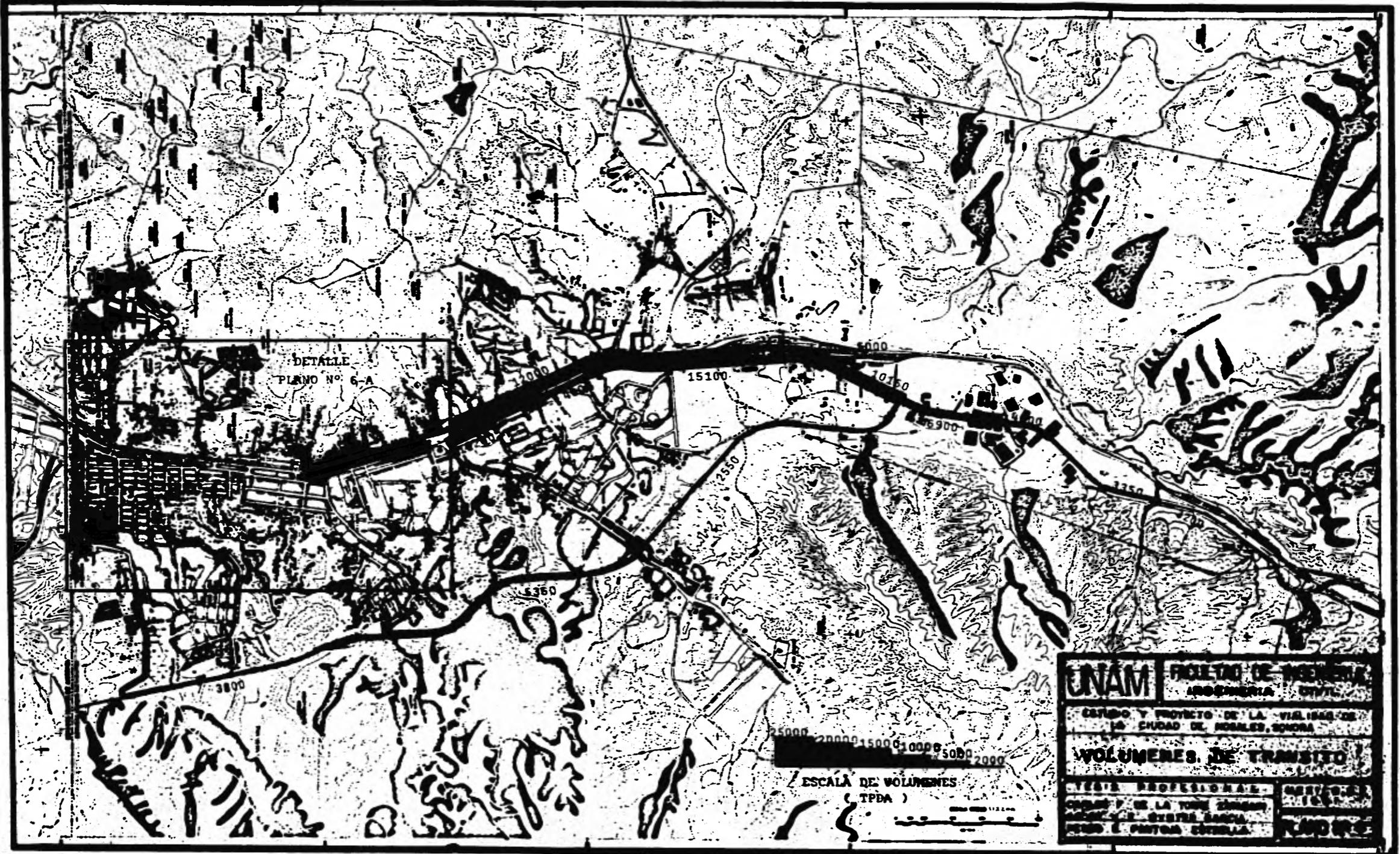
i = Tasa de incremento

n = Número de años.

AÑO	T _f
1981	21,365
1985	34,835
1990	64,181
1995	118,250
2000	217,868

A PARTIR
DE ESTA
PAGINA

FALLA
DE
ORIGEN.

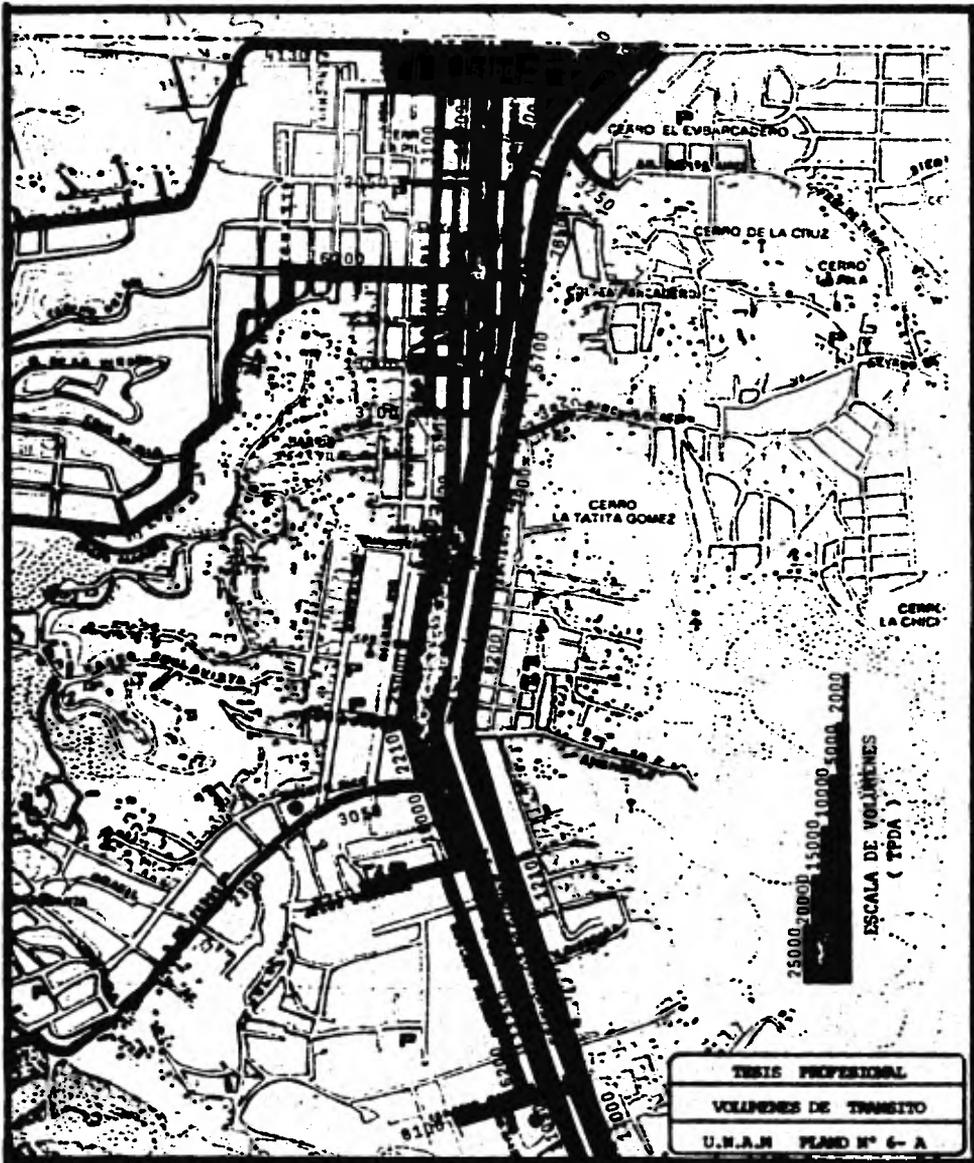


DETALLE
PLANO N° 6-A

25000 20000 15000 10000 5000 2000

ESCALA DE VOLUMENES
(TPDA)

UNAM	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS
ESTUDIO Y PROYECTO DE LA VIABILIDAD DE LA CIUDAD DE NOBLES, SONORA	
VOLUMENES DE TRANSITO	
INGENIERO PROFESIONAL	INGENIERO
CIUDAD DE LA TORRE GONZALEZ	CIUDAD DE LA TORRE GONZALEZ
AV. DE LA ESTRELLA SUR	AV. DE LA ESTRELLA SUR
PUERTO DE SANTA ESTRELLA	PUERTO DE SANTA ESTRELLA



DESCRIPCION DEL LUGAR	Kilómetro	VOLUMENES DE TRANSITO (T.P.D.A.) 1980					
		0	5 000	10 000	15 000	20 000	25 000
RETORNO PLAZA DE T.	264+400						264
ENTR. RAQUET CLUB-F.	264+600						
ENTR. MAQUILADORAS	265+400						265
ENTR. PUEBLO INDUST.	266+000						266
ENTR. PERIFERICO PTE.	266+800						267
RETORNO ESTACION	267+300						
ENTR. CAMPAMENTO YERBENA CARRETERA	269+000						269
CALLE DINAMARCA	269+800						
CALLE I. RAMIREZ	270+300						
CALLE J. SIQUEIRAS	270+800						
CALLE S. S. FERRERAS	271+200						
CALLE S. S. FERRERAS	271+200						
CALLE Y. Y. Y.	271+500						
CALLE Y. Y. Y.	271+500						
CALLE P. DIAZ	272+100						
CALLE CAMPILLO	272+700						
PUNTE INTERNACIONAL	272+800						

PERFIL DE VOLUMENES DE TRANSITO
 VIALIDAD PRINCIPAL
 Perfil No. 7

II. 4 Velocidad.

La velocidad ha sido un deseo humano desde que el hombre inventó los medios de transporte.

La velocidad está bajo el control del conductor y su uso determinará la distancia recorrida, el tiempo de recorrido y el ahorro de tiempo, según la variación de la velocidad.

Un factor especial que hace que la velocidad sea importante en el tránsito, es que la velocidad de los vehículos actuales ha sobrepasado los límites que le permite alcanzar el camino actual, las calles y la mayor parte de los reglamentos. Así, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada, pues presenta un desequilibrio que origina gran número de conflictos.

Debe tomarse en cuenta, que la mayor parte de los viajes de los vehículos se efectúan a cortas distancias y bajas velocidades. Se ha comprobado según ciertos estudios, que el mayor porcentaje de los viajes que realiza un automovilista al año, no rebasa la distancia de 50 Km.

La mayor parte de los estudios de velocidad se refiere a la velocidad de los vehículos en determinado tramo de un camino o de una calle, a esta velocidad se le denomina: "Velocidad Global o de Punto". El estudio de la Velocidad Global es la que nos proporciona la información relativa a la velocidad que prevalece en determinado lugar y la distribución de velocidades por grupos de usuarios de una vía. El promedio de dichas velocidades en un tramo de una calle será el promedio aritmético de las velocidades de punto de todos los vehículos en un tramo determinado.

II.4.1 Análisis de velocidades en la Red Vial actual.

Para obtener las velocidades globales a las que se circula actualmente en Nogales se utilizó el método del vehículo de prueba, midiendo los tiempos de recorrido entre los puntos de control previamente fijados para ambos sentidos, se efectuaron varios recorridos a diferentes horas y bajo distintas condiciones de volúmenes de tránsito.

Con los datos obtenidos se calcularon las velocidades correspondientes a cada una de las calles, observándose que la velocidad es un factor que nos ayuda a calificar la calidad del flujo de tránsito, para así obtener el nivel de servicio al que operan actualmente las principales arterias de la ciudad, los niveles de servicio serán tratados -

en otro capítulo.

Cabe mencionar que normalmente existe una diferencia significativa entre las velocidades a que viajan los diferentes vehículos dentro de la corriente del tránsito, siendo su consecuencia el múltiple número de factores que la afectan, como son: las limitaciones del conductor, las características de operación del vehículo, la presencia de otros vehículos, las condiciones ambientales y las limitaciones de velocidad establecida por los dispositivos de control colocados por el Departamento de Tránsito. Estos factores hacen que la velocidad de cada uno de los vehículos varíe a lo largo del tramo considerado.

Esta disparidad en la velocidad ha conducido al uso de velocidades representativas para proyecto, siendo entonces, la velocidad de proyecto a la que pueden circular los vehículos con seguridad sobre un camino, con condiciones de tránsito favorables y a velocidades constantes y máximas sin variación alguna.

Desglosando ahora el análisis de las velocidades de cada una de las arterias principales de Nogales, tenemos lo siguiente:

- a) En el libramiento Periférico Poniente en el tramo comprendido entre la carretera Internacional México-Nogales, y la Calle Reforma, se tiene que la velocidad global de operación en el tramo es de 80 Km/hr en el sentido 1 (Sur a Norte) y de 75 Km/hr. en el sentido 2 (Norte a Sur), presentando una velocidad parcial crítica únicamente en 140 m. al sur de la Calle de 5 de Febrero.
- b) En la Calle Hermosillo en su tramo comprendido entre el Periférico y la Avenida Alvaro Obregón, la velocidad en dicho tramo es de 31 Km/hr en el sentido 1 y de 36 Km/hr en el sentido 2.
- c) En las Calles Internacional-Cuauhtémoc-Periférico en el tramo que comprende entre el periférico y la línea Internacional esquina con la Calle Ingenieros, la velocidad para el sentido 1 es de 24 Km/hr y de 23 Km/hr para el sentido 2.
- d) Calles Vázquez-Rayón y Calzada del Ensueño, tramo entre el Periférico y la Calle Adolfo López Mateos, se obtuvo que la velocidad global del tramo para ambos sentidos fue de 22 Km/hr.
- e) Periférico y Calle Vázquez, tramo comprendido entre la Av. Adolfo López Mateos y la Calle Isla, la velocidad en dicho tramo es de 21 Km/hr en el sentido 1 y de 17 Km/hr en el sentido 2.

- f) Calles Reforma-Internacional con la garita de carga, tramo comprendido entre el Periférico y la garita, la velocidad global para el sentido 1 es de 16 Km/hr y para el sentido 2 es de 27 Km/hr.
- g) Calle Ingenieros, en su tramo comprendido entre la línea Internacional, la calle Cuauhtémoc y su intersección con la Av. Alvaro Obregón presenta una velocidad de 17 Km/hr. para ambos sentidos.
- h) Carretera Internacional, a partir del aeropuerto continuando por la Av. Ruiz Cortines, es decir, entre el tramo del entronque aeropuerto ubicado en el Km. 259+904 y la aduana internacional, se tiene una velocidad global de 41 Km/hr. para el sentido 1 y de 62 Km/hr. para el sentido 2.
- i) Av. Plutarco Elfas Calles, tramo comprendido entre la línea internacional (aduanas Internacional) y la Calle Escobedo la velocidad global que presenta para el sentido 1 es de 26 Km/hr y para el sentido 2 es de 23 Km/hr.

Por otra parte, como en las principales arterias de la ciudad de Nogales, existen intersecciones muy importantes, será necesario analizar las separadamente, con el objeto de conocer las condiciones operacionales de las mismas, lo cual se tratará en los capítulos correspondientes a Remodelación de Intersecciones y a Semáforos.

II.4.2 Tiempos de Recorrido.

Se trata de determinar el tiempo total de recorrido que efectúa un vehículo al trasladarse de un lugar a otro a través de cierta ruta en condiciones preponderantes de circulación y velocidad, llevándose así un análisis de los tiempos, causas y magnitud de los retardos o demoras sufridos a lo largo del recorrido.

Este tiempo de recorrido forma parte importante de los estudios de tránsito, ya que ayudan a definir criterios para la toma de decisiones en casos como los siguientes:

- a) Cálculo de índices de congestión.
- b) Indicadores para comparar la facilidad que ofrecen a la circulación las diferentes vías entre sí, o una misma vía en distintas horas.

- c) En la revisión de la eficiencia de ciertas medidas adoptadas para el control del tránsito, tales como: circulación de tránsito - en un sólo sentido, estacionamiento en un sólo lado de la vía, sincronización de semáforos, etc.

Lo anterior nos ayudará a obtener una velocidad constante y un nivel de servicio satisfactorio en determinadas vías que lo requieran.

Es de observarse que de las formas anexas de los tiempos de recorrido (acumulados y parciales) en las principales arterias urbanas de Nogales, vemos en forma especial que en cuanto los vehículos convergen al centro de la ciudad, las velocidades disminuyen en forma tal, que se registran velocidades parciales en algunos subtramos hasta de 7 km/hr, originándose con ello un fuerte problema para la circulación y fluidez del tránsito. El análisis de tiempos de recorrido se realizó el domingo 9 de marzo de 1975, puesto que es uno de los días que se tiene mayor afluencia vehicular a lo largo de 8 hr. de las 24 del día.

En el Anexo No. 1 se incluyen las formas de análisis para tiempos de recorrido.

II.4.3 Curvas Isócronas.

Con base en el estudio de los tiempos de recorrido, es posible realizar un plano que nos indique las distancias que se recorren en un determinado tiempo. A esta representación se le conoce como plano de Curvas Isócronas, y puede observarse para el caso de Nogales en el Plano No. 8.

De lo anterior se obtiene como conclusión, que la zona centro de la localidad es el área más congestionada, donde se recorren distancias menores en un mismo lapso de tiempo.

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA AEROPUERTO - RUIZ CORTINEZ - LINEA INTERNACIONAL

TRAMO ENTRONQUE AEROPUERTO - ADUANA INTERNACIONAL

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975

Hora de Inicio 13 : 30

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
94 + 570	ESTACION DE AFORO No 1	0	00	0	00
94 + 600	ENTRONQUE AL AEROPUERTO	0	09	0	09
94 + 960	ESTACION DE AFORO No 2	0	33	0	21
100 + 290	ESTACION DE AFORO No 3	5	22	4	52
100 + 720	CRUCE ZONA INDUSTRIAL	5	48	0	26
101 + 340	ESTACION DE AFORO No 4	6	28	0	40
101 + 460	CARR. INTERNACIONAL "T" PERIFERICO	6	35	0	07
101 + 590	ESTACION DE AFORO No 6	6	43	0	08
102 + 960	ENTRONQUE A FF.CC.	7	21	0	38
103 + 670	ESTACION DE AFORO No 42	8	53	1	32
103 + 770	CRUCE FF.CC.	9	03	0	10
104 + 090	AV. RUIZ CORTINEZ Y CALLE 5 de MAYO	9	42	0	39
104 + 600	AV. RUIZ CORTINEZ Y CALLE ALEJANDRO VILLASEROR	10	46	1	24
105 + 000	AV. RUIZ CORTINEZ Y CALLE FAMILIAR	12	12	1	26
105 + 580	AV. RUIZ CORTINEZ Y JESUS SIQUEIRAS	13	24	1	02
105 + 940	AV. RUIZ CORTINEZ Y ESCOBEDO	14	09	0	55
106 + 540	AV. RUIZ CORTINEZ Y TORRES	15	23	1	04
107 + 180	AV. RUIZ CORTINEZ Y OCHOA	16	23	1	00
107 + 550	LINEA INTERNACIONAL	16	58	0	45

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA AEROPUERTO - RUIZ CORTINEZ - LINEA INTERNACIONAL

TRAMO ENTRONQUE AEROPUERTO - ADUANA INTERNACIONAL

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975

Hora de Inicio 13 : 30

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
107 + 550	LINEA INTERNACIONAL	0	00	0	00
107 + 180	AV. RUIZ CORTINEZ Y OCHOA	1	07	1	00
106 + 540	AV. RUIZ CORTINEZ Y TORRES	2	09	1	20
105 + 940	AV. RUIZ CORTINEZ Y ESCOBEDO	3	35	1	00
105 + 580	AV. RUIZ CORTINEZ Y JESUS SIQUEIRAS	4	22	0	47
105 + 000	AV. RUIZ CORTINEZ Y CALLE FAMILIAR	5	15	0	52
104 + 600	AV. RUIZ CORTINEZ Y CALLE ALEJANDRO VILLASEROR	6	17	1	00
104 + 090	AV. RUIZ CORTINEZ Y 5 DE MAYO	7	14	0	10
103 + 770	CRUCE FF.CC.	8	07	0	49
103 + 570	ESTACION DE AFORO No 42	8	19	0	24
102 + 960	ENTRONQUE FF.CC.	10	20	1	00
101 + 590	ESTACION DE AFORO No 6	10	55	0	34
101 + 460	CARR. INTERNACIONAL "T" PERIFERICO	11	03	0	09
101 + 340	ESTACION DE AFORO No 4	11	01	0	05
100 + 720	CRUCE ZONA INDUSTRIAL	11	00	0	38
100 + 290	ESTACION DE AFORO No 3	12	14	0	04
94 + 960	ESTACION DE AFORO No 2	16	25	4	11
94 + 660	ENTRONQUE AL AEROPUERTO	16	39	0	14
94 + 570	ESTACION DE AFORO No 1	16	44	0	00

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA LIBRAMIENTO PERIFERICO PONIENTE

TRAMO CARRETERA SANTANA - NOGALES --- CALLE REFORMA

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975

Hora de Inicio 14 : 00

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
0 + 000	"T" CARRETERA SANTANA - NOGALES	0	00	0	00
2 + 280	"T" CALLE HERMOSILLO	2	34	2	34
2 + 930	ESTACION DE AFORO No 12	2	44	0	30
3 + 330	PERIFERICO ENTRONQUE AL CERRO EL MEZQUITE	2	59	0	15
4 + 200	ESTACION DE AFORO No 13	3	58	0	59
4 + 340	CALLE 5 DE FEBRERO	4	08	0	10
4 + 960	ESTACION DE AFORO No 14	4	40	0	32
5 + 980	PERIFERICO ENTR. LOMAS DE FATIMA	5	22	0	42
5 + 570	ESTACION DE AFORO No 15	5	28	0	06
5 + 660	"T" CALLE ISLA	5	34	0	06
6 + 200	"T" FIN CALLE REFORMA	6	16	0	42

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA LIBRAMIENTO PERIFERICO PONIENTE

TRAMO CARRETERA SANTANA-NOGALES --- CALLE REFORMA

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975

Hora de Inicio 15 : 15

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
6 + 200	"T" FIN CALLE REFORMA	0	00	0	34
5 + 660	"T" CALLE ISLA	0	49	0	49
5 + 570	ESTACION DE AFORO No 15	0	55	0	06
5 + 480	PERIFERICO ENTR. LOMAS DE FATIMA	1	02	0	07
4 + 960	ESTACION DE AFORO No 14	1	39	0	37
4 + 340	CALLE 5 DE FEBRERO	2	04	0	25
4 + 200	ESTACION DE AFORO No 13	2	14	0	10
3 + 330	PERIFERICO ENTR. AL CERRO EL MEZQUITE.	3	01	0	47
2 + 930	ESTACION DE AFORO No 12	3	15	0	14
2 + 280	"T" CALLE HERMOSILLO	3	47	0	37
0 + 000	"T" CARRETERA SANTANA - NOGALES	5	55	2	03

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRERA CALLE INTERNACIONAL

TRAMO INTERNACIONAL - CUAUHTEMOC - PERIFERICO PONIENTE

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975

Hora de Inicio 19:14

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
0 + 000	FIN PERIFERICO PONIENTE	0	00	0	00
2 + 470	ESQ. DE FEBRERO Y VENEZUELA	1	38	1	36
1 + 730	ESQ. DE FEBRERO Y MOCTEZUMA	4	14	2	38
1 + 810	ESQ. CALLE SAN MARTIN Y 5 DE FEBRERO. PRINCIPIA PAVIMENTO.	4	44	0	30
1 + 650	CRUCE CALLE SAN MARTIN Y ESCOBEDO.	5	06	0	22
1 + 470	CRUCE CALLE SAN MARTIN Y GRAL. LAZARO CARDENAS.		78	0	22
1 + 250	ESQ. CALLE CUAUHTEMOC Y GRAL. SAN MARTIN.	5	59	0	31
1 + 210	CALLE INGENIEROS ESQ. CALLE CUAUHTEMOC.	6	12	0	13
0 + 000	ESQ. INGENIEROS CON LINEA INTERNACIONAL.	10	16	4	04

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRERA CALLE INTERNACIONAL

TRAMO INTERNACIONAL - CUAUHTEMOC - PERIFERICO PONIENTE

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975

Hora de Inicio 19:30

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
0 + 000	LINEA INTERNACIONAL	0	00	0	00
1 + 021	CALLE CUAUHTEMOC	4	04	4	04
1 + 025	" GRAL. SAN MARTIN	4	12	0	08
1 + 047	" GRAL. LAZARO CARDENAS	4	45	0	33
1 + 065	" ESCOBEDO. TERMINA PAVIMENTO	5	10	0	25
1 + 081	" 5 DE FEBRERO	5	34	0	24
1 + 093	" MOCTEZUMA	6	35	1	01
2 + 047	" VENEZUELA	7	35	1	00
3 + 022	FIN PERIFERICO PONIENTE	10	05	2	10

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA CALLE VAZQUEZ - PERIFERICO PONIENTE.

TRAMO CALLES ALLENDE - RAYON - CALZADA DEL ENSUERO.

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975
 Hora de Inicio 14 : 38

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
2 + 220	TERMINA PERIFERICO PONIENTE	0	00	0	00
2 + 100	PASO SUPERIOR PERIFERICO PTE.	0	25	0	25
1 + 820	ESQ. BLVD. DEL ENSUERO Y CALLE RE- GINA ESTE (MULTIFAMILIARES)	1	11	0	46
1 + 140	TERMINA PAVIMENTO (CALLE L. RAYON	2	41	1	30
0 + 480	ESQ. CALLES VAZQUEZ Y ALLENDE	3	58	1	17
0 + 160	ESQ. CALLES VAZQUEZ E INGENIEROS	4	43	0	45
0 + 110	ESQ. CALLES VAZQUEZ E HIDALGO	5	15	0	38
0 + 050	ESQ. CALLE VAZQUEZ Y AV. A. OBREGON	5	27	0	12
0 + 000	ESQ. CALLE VAZQUEZ Y AV. LOPEZ MA- TEOS.	5	32	0	05

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA CALLE VAZQUEZ - PERIFERICO PONIENTE

TRAMO CALLES ALLENDE - RAYON - CALZADA DEL ENSUERO

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975
 Hora de Inicio 14 : 35

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
0 + 000	ESQ. CALLE VAZQUEZ Y AV. LOPEZ MA- TEOS	0	00	0	00
0 + 050	ESQ. CALLE VAZQUEZ Y AV. A. OBREGON	0	04	0	04
0 + 110	ESQ. CALLES VAZQUEZ E HIDALGO	0	50	0	46
0 + 160	ESQ. CALLES VAZQUEZ E INGENIEROS	1	07	0	17
0 + 480	ESQ. CALLES VAZQUEZ Y ALLENDE	1	46	0	30
1 + 140	TERMINA PAVIMENTO (CALLE L. RAYON	3	09	1	23
1 + 820	ESQ. BLVD. DEL ENSUERO Y CALLE RE- GINA ESTE (MULTIFAMILIARES)	4	33	1	24
2 + 100	PASO SUPERIOR PERIFERICO PTE.	5	17	0	44
2 + 220	TERMINA PERIFERICO PONIENTE	5	40	0	23

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA CALLES REFORMA - INTERNACIONAL - GARITA ADUANAL

TRAMO PERIFERICO PONIENTE - CALLE JUAREZ

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975

Hora de Inicio 14 : 15

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
0 • 000	"T" PERIFERICO PONIENTE	0	00	0	00
0 • 700	EST. DE AFORO No 16	1	56	1	56
0 • 780	CALLE REFORMA ESQ. 20 DE NOV.	2	10	0	22
1 • 630	EST. DE AFORO No 17	5	42	3	24
1 • 700	CALLE INTERNACIONAL ESQ. CALLE MIROS HEROES	6	03	0	21
1 • 880	CALLE INTERNACIONAL ESQ. CALLE FENOCHIO	6	54	0	51
1 • 980	CALLE INTERNACIONAL ESQ. CALLE INGENIEROS	7	36	0	42
2 • 130	CALLE INTERNACIONAL ESQ. AV. ALVARO OBREGON	8	07	0	31
2 • 230	FIN CALLE INTERNACIONAL (ADUANAL)	8	15	0	08

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA CALLES REFORMA - INTERNACIONAL - GARITA ADUANAL

TRAMO PERIFERICO PONIENTE - CALLE JUAREZ

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975

Hora de Inicio 15 : 00

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
2 • 230	CALLE INTERNACIONAL (ADUANAL)	0	00	0	00
2 • 130	CALLE INTERNACIONAL ESQ. AV. ALVARO OBREGON	0	10	0	10
1 • 980	CALLE INTERNACIONAL ESQ. CALLE INGENIEROS	0	26	0	16
1 • 880	CALLE INTERNACIONAL ESQ. CALLE FENOCHIO	0	42	0	16
1 • 700	CALLE INTERNACIONAL ESQ. CALLE MIROS HEROES	0	58	0	16
1 • 630	EST. DE AFORO No 17	1	08	0	17
0 • 780	CALLE REFORMA ESQ. 20 DE NOV.	2	45	1	37
0 • 700	EST. DE AFORO No 16	3	26	0	41
0 • 000	"T" PERIFERICO PONIENTE Y CARRETERA HERMOSILLO-NOGALES.	5	09	1	48

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA CALLE INGENIEROS

TRAMO LINEA INTERNACIONAL - CUAUHTEMOC - ALVARO OBREGON

FECHA 9 DE MARZO DE 1975
 Hora de Inicio 14 : 30

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
0 • 000	ESQ.CALLES INGENIEROS E INTERNA- CIONAL	0	00	0	00
0 • 100	ESQ.CALLES INGENIEROS Y CAMPILLO	0	23	0	23
0 • 210	ESQ.CALLES INGENIEROS Y OCHOA	0	48	0	25
0 • 330	ESQ.CALLES INGENIEROS Y PIERSON	1	07	0	19
0 • 440	ESQ.CALLES INGENIEROS Y AGUIRRE	1	35	0	28
0 • 550	ESQ.CALLES INGENIEROS Y VAZQUEZ	1	55	0	20
0 • 650	ESQ. CALLES INGS.Y PORFIRIO DIAZ	2	25	0	30
0 • 760	ESQ.CALLES INGENIEROS Y GONZALEZ	2	47	0	22
0 • 870	ESQ.INGENIEROS Y TORRES	3	07	0	20
1 • 110	ESQ.INGENIEROS Y A. RODRIGUEZ	3	44	0	37
1 • 210	ESQ.CALLES INGS. Y CUAUHTEMOC	4	04	0	20
1 • 260	FIN CALLE INGENIEROS	4	17	0	13

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA CALLE INGENIEROS

TRAMO LINEA INTERNACIONAL - CUAUHTEMOC - ALVARO OBREGON

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975
 Hora de Inicio 15 : 00

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
1 • 260	FIN CALLE INGENIEROS	4	00	0	00
1 • 210	ESQ.CALLES INGS. Y CUAUHTEMOC	6	08	6	08
1 • 110	ESQ.INGENIEROS Y A. RODRIGUEZ	6	35	0	27
0 • 870	ESQ.CALLES INGENIEROS Y TORRES	7	08	0	33
0 • 760	ESQ.CALLES INGENIEROS Y GONZALEZ	7	24	0	16
0 • 650	ESQ.INGENIEROS Y PORFIRIO DIAZ	7	44	0	26
0 • 550	ESQ.CALLES INGENIEROS Y VAZQUEZ	8	06	0	22
0 • 440	ESQ.CALLES INGENIEROS Y AGUIRRE	8	30	0	24
0 • 330	ESQ.CALLES INGENIEROS Y PIERSON	8	50	0	20
0 • 210	CALLE OCHOA ESQ.INGENIEROS	9	12	0	22
0 • 100	ESQ.CALLES INGENIEROS Y CAMPILLO	9	30	0	18
0 • 000	ESQ.INGENIEROS E INTERNACIONAL	9	47	0	17

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA CALLE HERMOSILLO

TRAMO PERIFERICO PONIENTE - CALLE OBREGON

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975

Hora de Inicio 14 : 00

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
0 + 000	PERIFERICO PONIENTE Y HERMOSILLO	0	00	0	00
0 + 220	CALLES HERMOSILLO Y NACOZARI	0	24	0	24
0 + 330	CALLES HERMOSILLO Y NAVOJOA	0	34	0	10
0 + 570	" HERMOSILLO Y ALTAR	0	55	0	21
0 + 670	" HERMOSILLO Y CANANEA	1	05	0	10
0 + 790	" HERMOSILLO Y GUAYMAS	1	17	0	12
1 + 100	CALLE SIN NOMBRE	1	50	0	33
1 + 170	ESQ. CAMPO DONICO Y CALLE NOGALES	2	04	0	14
1 + 340	TERMINA PAVIMENTO	2	23	0	19
1 + 580	CALLES NOGALES Y FCO. ARREOLA	2	54	0	31
1 + 710	ESQ. FCO. ARREOLA Y CALLE RAMIREZ	3	12	0	18
1 + 790	ESQ. CALLE RAMIREZ Y OBREGON	3	29	0	17

TIEMPOS DE RECORRIDO

CARRETERA CALLE HERMOSILLO

TRAMO PERIFERICO PONIENTE - CALLE OBREGON

FECHA DOMINGO 9 DE MARZO DE 1975

Hora de Inicio 13 : 50

KM	LUGAR	TIEMPOS			
		ACUMULADOS		PARCIALES	
		MIN	SEG	MIN	SEG
1 + 790	CALLE OBREGON Y RAMIREZ	0	00	0	00
1 + 710	CALLE RAMIREZ Y FCO. ARREOLA	0	14	0	14
1 + 580	CALLE FRANCISCO ARREOLA	0	35	0	21
1 + 340	TERMINA PAVIMENTO	1	05	0	30
1 + 170	CALLE NOGALES Y CAMPO DONICO	1	27	0	22
1 + 100	CALLE SIN NOMBRE	1	35	0	08
0 + 790	CALLE GUAYMAS Y HERMOSILLO	2	08	0	33
0 + 670	CALLE CANANEA Y HERMOSILLO	2	24	0	16
0 + 570	CALLE ALTAR Y HERMOSILLO	2	30	0	06
0 + 330	CALLE NAVOJOA Y HERMOSILLO	2	42	0	12
0 + 220	CALLE SIN NOMBRE	2	53	0	08
0 + 000	PERIFERICO PONIENTE Y HERMOSILLO.	3	23	0	33



II.5 Accidentes.

Los dos resultados principales del problema del tránsito lo consti-
tuyen los accidentes y el congestionamiento. De ellos el primero es -
de orden vital y por eso de gran importancia, pues significa grandes -
bajas entre la población, por los muertos y heridos, amén de la pérdi-
da económica. Este es uno de los factores que por su importancia nos
da una idea de la operación de las vialidades existentes.

Las soluciones diversas aplicadas através del correcto análisis del
problema, pueden rendir muy valiosos resultados, salvando muchas vi-
das, evitando un gran número de lesionados que quizá quedarían lista -
dos para siempre, así como la disminución de pérdidas económicas.

Dentro de las recomendaciones para reducir el número de acciden -
tes viales podemos considerar.

- Una mejor preparación del usuario
- Mayor seguridad de los vehículos
- Adecuada legislación y vigilancia por las autoridades

Por lo anterior el estudio de los accidentes es uno de los más impor-
tantes de la Ingeniería de Tránsito.

Los tipos de accidentes más graves a que está expuesto o sufrir to-
do conductor de vehículo, sin importar el tiempo y la experiencia que -
tenga en conducir, son los siguientes:

- Choque contra otro vehículo
- Choque contra objetos fijos
- Volcadura
- Atropellamiento a peatones, ciclistas o motociclistas

Mencionados los distintos tipos de accidentes, pasamos a determi-
nar las principales causas directas de éstos, atribuibles a:

- El Conductor
- El Vehículo
- El Camino.

El Conductor .- Se dice que el 75% de los accidentes relativos al
transporte automotor se atribuye al conductor, siendo sus principales-
causas:

- Físicas

Estas causas modifican las facultades del
conductor provocando el accidente; den -

tro de éstas podemos considerar a la - fatiga por exceso de horas de conducir, tensiones emocionales, uso de estimulantes, etc.

- Exceso de velocidad
- Imprudencia al manejar Considerándola como una violación a las "Reglas del Camino".
- Invasión del carril contrario Es el acto de invadir la sección de camino donde los vehículos circulan en dirección opuesta.
- Impericia al manejar Como conductores de un vehículo conocemos el mecanismo, sabemos lo que es el volante, las velocidades, el freno, etc., pero desconocemos las limitaciones, la potencia del vehículo y muchas veces la destreza para mezclarlo en la corriente de tránsito.

El Vehículo.- Dentro de las causas atribuibles al vehículo se consideran las fallas mecánicas como son:

- Mal estado de llantas
- Fallas en el sistema frenos
- Estado de la suspensión delantera
- Fallas en el sistema de dirección
- Mal estado del sistema de luces

El Camino.- Se considera como un a faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. Dentro de las causas de accidentes atribuibles al camino podemos citar:

- Condiciones físicas Estado del pavimento, señalamiento inadecuado en curvas e intersecciones, falta de iluminación, señalamiento horizontal, etc.
- Condiciones Geométricas Sobre elevación inadecuada, falta de acotamiento, ancho insuficiente en carriles de circulación, etc.

Determinadas las causas de accidentes atribuidas a cada uno de los tres elementos principales que conforman el tránsito, se analizan-

para conformar el informe de accidentes, el cual nos permitirá tomar - medidas para prevenirlos

II.5.1 Informe de Accidentes de la Ciudad de Nogales.

De acuerdo con los informes obtenidos en el Departamento de Tránsito Municipal de Nogales, las avenidas que presentan mayor frecuencia de accidentes son:

- Alvaro Obregón
- Ruiz Cortines
- Plutarco Elías Calles

Estas avenidas son la prolongación de la carretera México-Nogales que confluye a la ciudad. Lo anterior, es debido a que siendo las arterias principales, ubicadas en el centro de la ciudad, son las que llevan directamente a la "Puerta México" en la Línea Internacional entre México y Estados Unidos, registrándose los mayores volúmenes de tránsito por ellas.

En el informe realizado por la Dirección de Ingeniería de Tránsito del Centro SAHOP- Sonora, en el año de 1977, se registraron 608 colisiones, arrojando un saldo de 154 heridos y 7 muertos, ascendiendo los daños materiales en el año a \$ 1'663,100.00 (Tabla No. II)

En la tabla No. III se muestra el informe del movimiento habido en el Departamento de Tránsito Municipal en el período del 1ro. de Septiembre de 1980 al 31 de agosto de 1981.

Si relacionamos los saldos en muertos y heridos proporcionalmente con la población y con los vehículos, dispondremos de índices que nos proporcionarán escalas para juzgar la magnitud del problema a través del tiempo.

Estas relaciones se calcularán con los datos obtenidos en el año de 1981.

Índices de Accidentes con base a la población

$$I^a = \frac{\text{Número de accidentes en el año} \times 100,000}{\text{Número de habitantes}}$$

$$I^a = \frac{914 \times 100,000}{115,862} = 789 \text{ (Acc./100,000 hab.)}$$

Indice de mortalidad con base a la población

$$I_p^m = \frac{\text{Número de muertos en el año X } 100,000}{\text{Número de habitantes}}$$

$$I_p^m = \frac{4 \times 100,000}{115,862} = 3.45 \text{ (muertos / } 100,000 \text{ hab)}$$

Indice de accidentes con base en los vehículos

$$I_v^a = \frac{\text{Número de accidentes en el año X } 10,000.00}{\text{Número de vehículos}}$$

$$I_v^a = \frac{914 \times 10,000}{21,365} = 427.8 \text{ (Accidentes / } 10,000 \text{ Veh)}$$

Indice de muertos con base en los vehículos

$$I_v^m = \frac{\text{Número de muertos en el año X } 10,000}{\text{Número de vehículos}}$$

$$I_v^m = \frac{4 \times 10,000}{21,365} = 1.87 \text{ (muertos / } 10,000 \text{ Veh)}$$

Estos índices podemos compararlos con los de otras ciudades y darnos cuenta del grado de peligrosidad de la vialidad actual y tomar en cuenta las medidas preventivas para tratar de disminuirlos.

Esta comparación la haremos con las ciudades cuyos índices se muestran en la siguiente tabla.

TABLA NO. I

TABLA COMPARATIVA DE INDICES

Ciudades				
Indices	Nogales, Son. 1981	Saltillo, Coah. 1977	Tapachula, Chis. 1978	D.F. 1973
I ^a p	789	780.9	126.25	150.35
I ^a v	427.8	1010.92	98.24	122.05
I ^m p	3.45	---	6.25	16.47
I	1.87	----	4.86	13.37

Analizando los índices anteriores, vemos que los de Nogales, en promedio son tres veces mayores que los registrados en el D.F. en 1973 y en Tapachula en 1978, indicándonos ésto que los índices de accidentes son de considerarse.

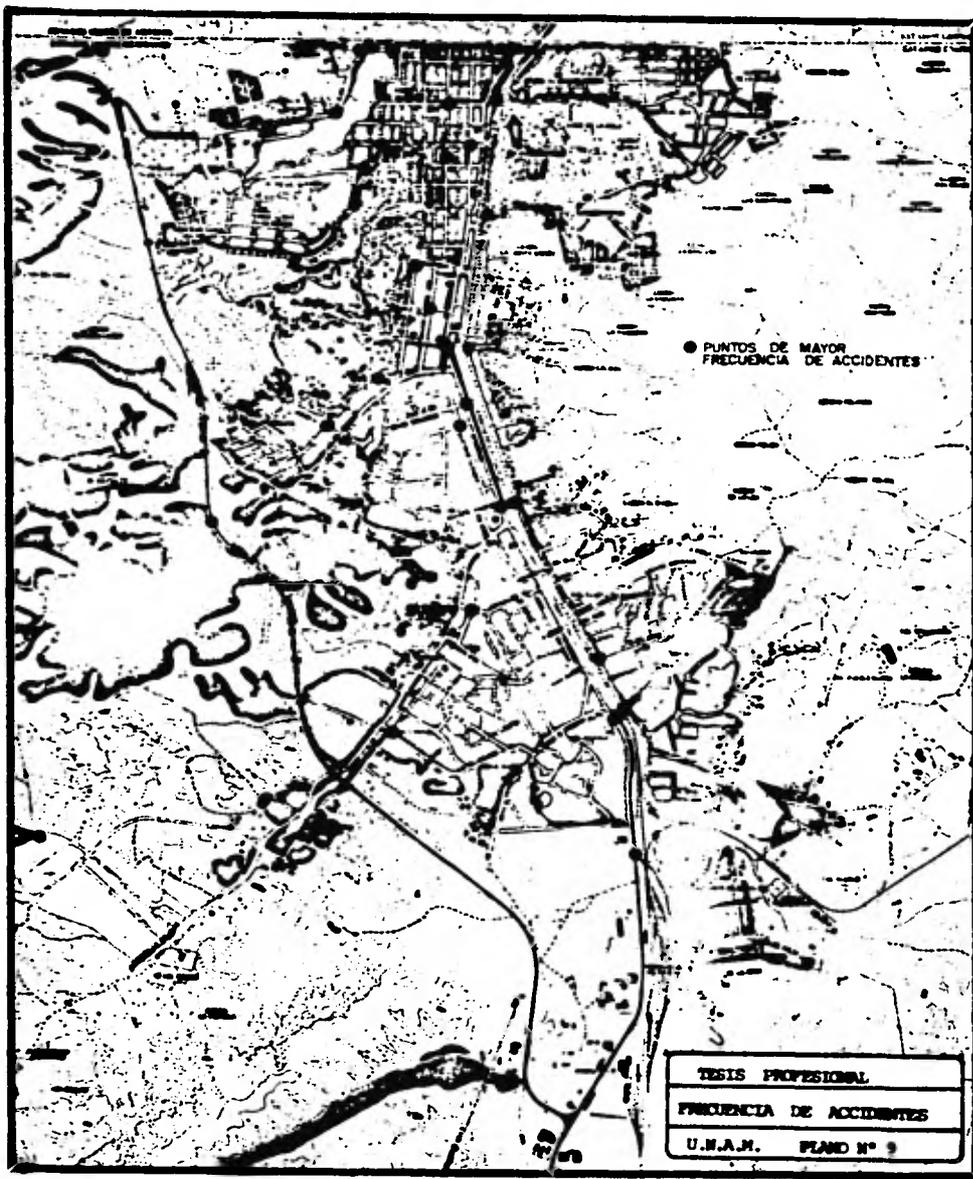
Por otra parte, los índices de muertos en Nogales, comparados con los del D.F., se tiene que son tres veces menor, y con respecto a Tapachula no presentan variaciones considerables.

De lo anterior observamos que en Nogales, se tiene una frecuencia considerable de accidentes con un bajo índice de muertos en los mismos.

II.5.2 Análisis de los accidentes

Nos interesa llevar la estadística de accidentes por la ubicación de los mismos y por las personas que intervienen en ellos. Es necesario irlos acumulando de acuerdo con la ubicación para que en un momento dado, sea posible analizarlos en cierto lugar.

Para llevar un control gráfico de los accidentes, se ubican cada uno de ellos en un mapa de la ciudad, llamándosele a éste "Mapa de Frecuencias de Accidentes" (Ver Plano No. 9)



● PUNTOS DE MAYOR
FRECUENCIA DE ACCIDENTES

TESIS PROFESIONAL
FRECUENCIA DE ACCIDENTES
U.N.A.M. PLANO N° 9

De esta manera será posible observar cuáles son los puntos que presentan mayor frecuencia de accidentes, y analizando cada uno de ellos, tratar de tomar medidas preventivas para disminuir la incidencia de éstos.

En Nogales, estos puntos de mayor frecuencia de accidentes se presentan en arterias donde se tienen mayores volúmenes de tránsito, las que se mencionaron anteriormente.

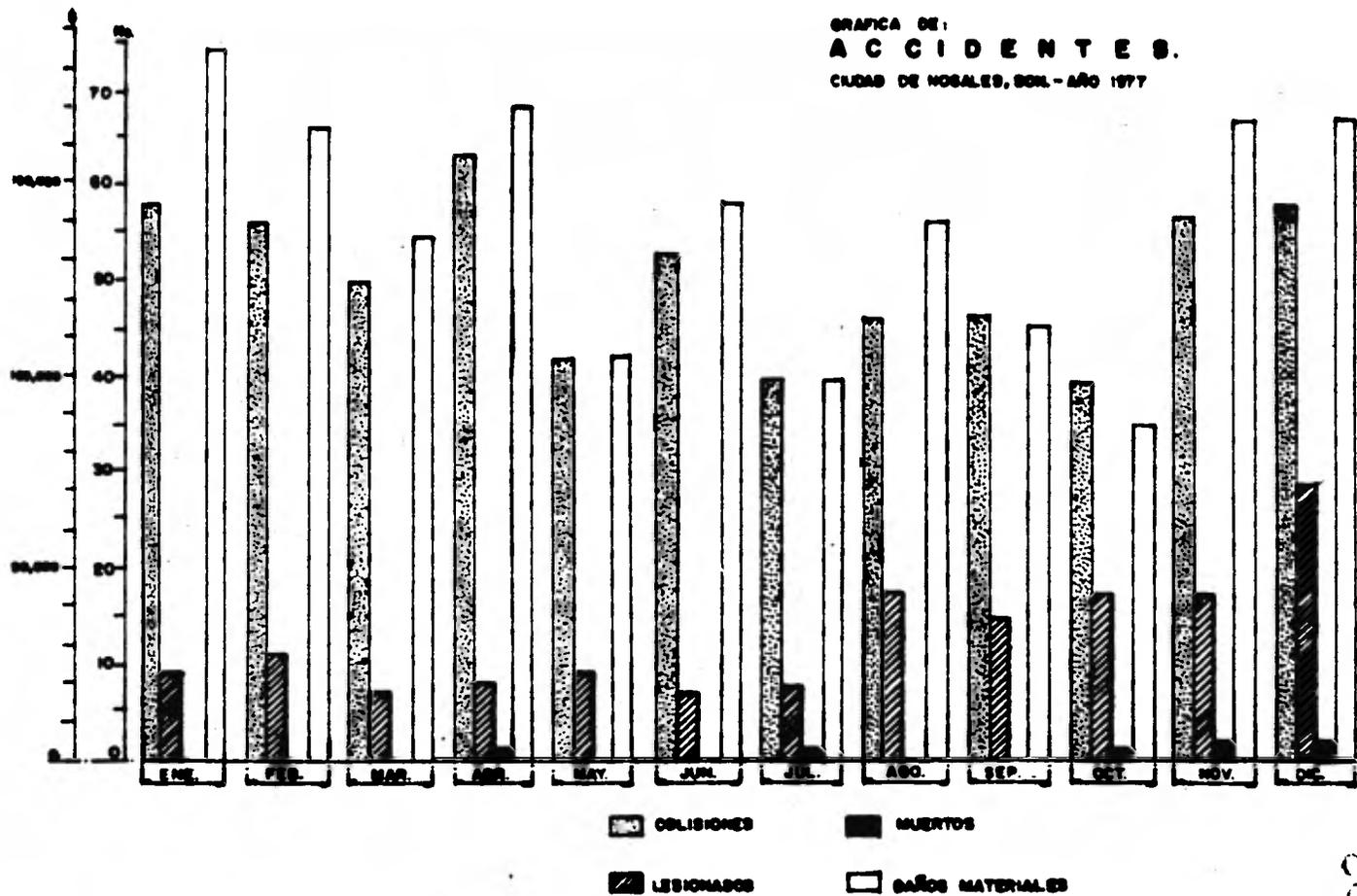
En el año de 1977 se registraron en el Departamento de Tránsito Municipal los siguientes accidentes:

TABLA DE ACCIDENTES EN EL AÑO DE 1977 EN NOGALES

Tabla No. II				
Mes	Accidentes	Lesionados	Muertos	Daños Materiales (en miles \$)
Enero	58	9	0	185
Febrero	56	11	0	165
Marzo	50	7	0	138
Abril	63	8	1	170
Mayo	42	9	0	107
Junio	53	7	0	145
Julio	40	8	1	100
Agosto	47	17	0	140
Septiembre	47	15	0	115
Octubre	40	17	1	90
Noviembre	57	17	2	165
Diciembre	58	29	2	167

De acuerdo con los datos de la tabla anterior se elaboró la gráfica de accidentes; donde se muestra la frecuencia de accidentes ocurridos por mes durante el año de 1977, observándose que el mes con mayor frecuencia de accidentes es el de abril con 63 colisiones, mientras que en diciembre se registraron 29 lesionados.

GRAFICA DE:
A C C I D E N T E S .
 CIUDAD DE NOGALES, SON. - AÑO 1977



3

TABLA NO. III

INFORME ANUAL DEL MOVIMIENTO HABIDO EN EL DEPARTAMENTO DE TRANSITO MUNICIPAL
EN EL PERIODO DEL 1° DE SEPTIEMBRE DE 1980 AL 31 DE AGOSTO DE 1981 .

	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOT.
QUEJAS POR CHOQUE	37	33	42	54	55	37	51	42	50	57	35	43	536
CHOQUES REGISTRADOS	55	64	56	65	66	64	92	93	54	65	63	52	789
VOLCAMIENTOS	2	1	0	2	0	2	1	1	0	3	2	2	16
ATROPELLA -- MIENTOS .	9	5	7	11	9	6	11	7	16	6	14	8	103
LESIONADOS POR ACCIDEN- TE .	18	11	11	24	19	16	20	25	28	14	21	17	224
MUERTOS POR ACCIDENTE .	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	2	6
INFRACCIONES PUNIBLES .	49	48	57	66	55	54	63	46	28	28	32	27	569

**INFORME DE ACCIDENTES EN EL ACCESO PRINCIPAL Y EL LIBRAMIENTO -
 PERIFERICO PONIENTE EN EL PERIODO DE ENERO A SEPTIEMBRE DE 1980.
 (DATOS PROPORCIONADOS POR LA POLICIA FEDERAL DE CAMINOS).**

ACCESO PRINCIPAL

Km.	Accidentes
269+000	0
260+000	0
261+000	3
262+000	2
263+000	7
264+000	2
265+000	7
266+000	8*
267+000	8
268+000	10
269+000	2

PERIFERICO PONIENTE

Km.	Accidentes
0+000	1*
1+000	2
2+000	1
3+000	3
4+000	7
5+000	1
6+000	0

*** ENTRONQUE ACCESO PRINCIPAL-PERIFERICO PO -
 NIENTE.**

II.6 Capacidad.

II.6.1 Generalidades.

En la planeación, proyecto y operación de calles, la demanda del tránsito, bien sea presente o futura, es considerada como una cantidad conocida.

Una medida de la eficiencia con la que una vía de comunicación presta servicio a esta demanda, es conocida como capacidad.

Para poder efectuar el análisis de capacidad es necesario definir primeramente los conceptos de capacidad, nivel de servicio y volumen de servicio.

II.6.1.a Capacidad.

Se define como el número máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un período de tiempo determinado y bajo condiciones prevalecientes. La capacidad, normalmente no puede ser excedida sin cambiar una o más de las condiciones prevalecientes.

Estas condiciones prevalecientes pueden dividirse en dos grupos generales:

- 1.- Condiciones establecidas por las características físicas del camino.
- 2.- Condiciones que dependen de la naturaleza del tránsito en el camino.

Las primeras no pueden ser cambiadas a menos que se lleve una reconstrucción del camino. En cambio las segundas pueden variar de hora en hora o durante varios períodos del día.

II.6.1.b. Objeto de la capacidad.

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

- a) Para fines de proyecto de una obra nueva. Se recomienda establecer un nivel de servicio aceptable para los conductores.
- b) Para la investigación de las condiciones de operación de una vía de comunicación existente. Un análisis comparativo entre el volumen de tránsito que circula por un camino o una calle existente y el volumen de servicio del mismo, de acuerdo con sus características geométricas y del tránsito, permite determinar el nivel de servicio a que está operando y la fecha probable en que quedará saturado. Lo cual nos podrá servir como un índice para determinar ciertas prioridades o necesidades de viales de una red de caminos y de calles.

II.6.1.c. Nivel de servicio.

Es un término que denota un número de condiciones de operación diferentes que pueden ocurrir en un carril o camino dado, cuando aloja varios volúmenes de tránsito. Es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden citar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones en el tránsito, la libertad de maniobrar, la seguridad, la comodidad, etc.

Por lo tanto para medir la calidad del flujo de tránsito se empleará el concepto citado.

El criterio elegido para evaluar un nivel de servicio en los diferentes tipos de camino es el mostrado en la tabla No. IV

TABLA NO. IV.

ELEMENTOS USADOS PARA EVALUAR EL NIVEL DE SERVICIO

ELEMENTO	Autopista	Carreteras de carriles Múltiples	Carreteras de dos y tres carri- les	Urbanas	Calles del Centro de la - Ciudad.
ELEMENTOS BASICOS:					
Velocidad de operación para el tramo.	X	X	X		
Velocidad Global.				X	X
Relación Volumen-Capacidad:					
a) Punto más crítico.	X	X	X	X	
b) Cada subtramo.	X	X	X	X	
c) Tramo completo.	X	X	X	X	
ELEMENTOS ASOCIADOS:					
a) Velocidad de Proyecto ponderada.	X	X	X		
b) Número de carriles.	X	X			
c) Distancia de visibilidad.			X		

De acuerdo a estudios realizados se distinguen seis niveles de servicio, para las condiciones existentes al variar la velocidad y los volúmenes de tránsito en un camino. A continuación mencionamos los siguientes:

- Nivel de Servicio A.** Condición de flujo libre, con bajos volúmenes y altas velocidades. Facilidad para Maniobrar.
- Nivel de Servicio B.** Condiciones de flujo estable en las que las velocidades empiezan hacer algo restringidas por las condiciones del tránsito. El límite menor de velocidad con mayor volumen en este nivel de servicio usados en el proyecto de carreteras.
- Nivel de Servicio C.** Corresponde a un flujo estable pero las velocidades y las maniobras resultan más controladas por los mayores volúmenes. Este nivel es apropiado para el proyecto de arterias urbanas.
- Nivel de Servicio D.** Se acerca al flujo inestable, con velocidades de operación tolerables, pero que pueden ser considerablemente afectadas por los cambios en las condiciones del tránsito.
- Nivel de Servicio E.** Representa una operación a menores velocidades que en el servicio D, con volúmenes que se acercan a la capacidad del tramo.
- Nivel de Servicio F.** Se refiere a un flujo que trabaja forzado, a bajas velocidades, donde los volúmenes son inferiores que los correspondientes a la capacidad. En estas condiciones resultan las colas de vehículos producidas por una obstrucción en la corriente de tránsito.

Estos conceptos generales de los Niveles de Servicio mencionados nos ayudarán a la evaluación del servicio que está prestando actualmente un camino o calle.

II.6.1.d. Volumen de Servicio.

A cada nivel de servicio le corresponde un volumen de tránsito al cual se le llama volumen de servicio para ese nivel.

Por lo tanto, puede definirse el volumen de servicio, como el máximo número de vehículos que pueden circular por un camino du-

rante un período de tiempo determinado, bajo las condiciones de operación correspondientes a un seleccionado nivel de servicio. El volumen de servicio máximo equivale a la capacidad y lo mismo que ésta, los volúmenes de servicio se expresan normalmente como volúmenes horarios.

Una vez que hemos definido los conceptos de capacidad, nivel de servicio, y volumen de servicio, procederemos a efectuar el análisis de la vialidad actual.

A este análisis se le conoce como "Análisis de capacidad y Niveles de Servicio", puesto que trata de determinar el nivel de servicio al que funciona cierta arteria, o bien el volumen admisible dentro de cierto nivel de servicio.

Para elaborar este análisis es preciso recurrir a la siguiente fórmula y factores de ajuste correspondientes a cada uno de los elementos que la componen. Siendo ésta:

$$VS = 2000 N (v/c) W T B$$

Donde:

- VS = Volumen de servicio, (Veh/hr para un sentido).
- 2000 = Constante.
- v/c = Relación volumen-capacidad, valor que se obtiene de tablas que relacionan los niveles de servicio y el volumen de servicio.
- N = Número de carriles en un sentido.
- W = Factor de ajuste por ancho de carril y claro lateral libre, obtenido de tablas.
- T = Factor de ajuste por camiones, de tablas.
- B = Factor de ajuste por autobuses, valor obtenido de tablas.

Las tablas empleadas para obtener dichos factores de ajuste son las que se encuentran en el Manual de Proyecto Geométrico de la SAHOP se mencionará cada tabla, según se vaya efectuando el análisis de capacidad correspondiente para cada una de las calles.

II.6.2 Análisis de Capacidad y Niveles de Servicio en las principales arterias de Nogales.

Para propósitos de análisis, la capacidad de las arterias urbanas depende principalmente de la capacidad de las intersecciones a nivel-

que se encuentran a lo largo de la arteria, analizadas en forma aislada. Sin embargo, cuando se desea conocer el nivel de servicio que puede suministrar la arteria, es necesario hacer el análisis considerando en toda su longitud.

Se procederá a determinar los niveles de servicio al que operan ciertos tramos de avenidas principales de la ciudad de Nogales.

- A) Periférico Poniente.- Tramo comprendido entre carretera México-Nogales y Calle Reforma. En base a la velocidad global del tramo en el sentido 1 (Sur a Norte) de 80 Km./hr y de 75 km/hr en el sentido 2 (Norte a Sur); el nivel de servicio al que opera la ruta es el nivel A - de flujo libre en ambos sentidos, esto según la Tabla 6 y pág. 284 - del Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SAHOP.
- B) Calle Hermosillo.- Tramo comprendido entre el libramiento Periférico Poniente y la Av. Alvaro Obregón. En base a los datos de velocidad global en el sentido 1 de 31 Km/hr. y de 36 Km/hr para el sentido 2, se determinó un nivel de servicio del tipo C al que opera dicho tramo, siendo un nivel de flujo estable para ambos sentidos, de acuerdo a la tabla no. 6 y del Manual citado en el inciso anterior.
- C) Calle Internacional -Cuauhtémoc-Periférico.- Tramo comprendido entre el Periférico y la Línea Internacional esquina con la Calle Ingenieros. Según el estudio de velocidad para el sentido 1 de 24 - Km/hr y en el sentido 2 de 23 Km/hr. da un nivel de servicio tipo D siendo un flujo que se aproxima al inestable en ambos sentidos, de acuerdo a la tabla 6 Y del Manual.
- D) Calle Vázquez-Rayón y Calzada del Ensueño.- Entre el libramiento Periférico Poniente y la Av. Adolfo López Mateos. La Velocidad global de este tramo es de 22 Km/hr, en ambos sentidos, dando un nivel de servicio D el cual se aproxima al flujo inestable, según la tabla 6 Z.
- E) Libramiento Periférico Poniente y la Calle Vázquez.- Tramo comprendido entre la Av. Adolfo López Mateos y la Calle Isla, su velocidad global en el sentido 1 es de 21 Km/hr y de 17 Km/hr en el sentido 2; dicha velocidad da un nivel de servicio tipo D indicando que el flujo se aproxima al inestable en ambos sentidos, según la tabla 6 Z.
- F) Calle Reforma-Internacional-Garita .- Entre Periférico Poniente y la Garita de carga, la velocidad en este tramo para el sentido 1 es de 16 Km/hr, la cual nos da un nivel de servicio tipo D, aproxima

mándose al flujo inestable; para el sentido 2 con una velocidad de 27 Km/hr, el nivel de servicio es tipo C, flujo estable.

- G) Calle Ingenieros. - Tramo comprendido entre la Línea Internacional la Calle Cuauhtémoc y la Av. Alvaro Obregón, la velocidad global de ese tramo es de 17 km/hr, en ambos sentidos; la cual proporciona un nivel de servicio D, aproximándose al flujo inestable.
- H) Entronque Aeropuerto-Av. Ruiz Cortines-Línea Internacional. - Tramo comprendido entre el entronque Aeropuerto ubicado en el Km. - 259+904 y la aduana Internacional. La velocidad en dicho tramo es de 41 Km/hr, para el sentido 1 y de 62 Km/hr, para el sentido 2 el nivel de servicio al que opera este tramo es de tipo B (de flujo estable) en el sentido 1 y el nivel A de flujo libre para el sentido 2 según la tabla 6 Y.
- I) Av. Plutarco Elías Calles. - Tramo comprendido entre la Línea Internacional (Aduana) y Calles Escobedo, la velocidad de operación en este tramo para el sentido 1 es de 26 Km/hr y para el sentido 2 es de 23 km/hr; el nivel de servicio en el que trabaja este tramo es del tipo C de flujo estable en el sentido 1 y del tipo D para el sentido 2 aproximándose al flujo inestable de acuerdo a la tabla - 6 Z.

Por otra parte, como en las principales arterias de la ciudad existen intersecciones controladas por semáforo, es necesario analizarlas separadamente con el objeto de conocer las condiciones operacionales de las mismas. Calculando su capacidad de acuerdo al procedimiento indicado en Capacity Analysis Procedures for Signalized Intersections ("Traffic Institute, Northwestern University"), el cual involucra parámetros como: localización de la intersección, estacionamiento, sentidos de circulación, anchos, vueltas derechas e izquierdas, etc., lo que es un hecho es que la intersección de la Av. Alvaro Obregón y la Av. Adolfo López Mateos, el acceso sur de la primera, alcanzará su capacidad en el año 1983, siendo este el acceso que más rápido se saturará.

Por lo que respecta a la intersección de la Av. Alvaro Obregón y la Calle Ramírez en el acceso poniente alcanzará su capacidad en el año de 1985, según se indica en la Tabla No. V.

Dado lo anterior, se observa que dichas intersecciones trabajan muy por abajo de su capacidad actual, lo cual indica que las mismas operan en forma eficiente. Asimismo, en la tabla que contiene los niveles de servicio de los nueve tramos antes mencionados, se observa que tres de ellos presentan condiciones de tráfico fluido; es decir,

están operando en forma eficiente, por lo que su comportamiento operacional, no requiere modificación, siendo tales tramos los mencionados en los incisos A, B y H. Sin embargo en los seis restantes dado el nivel de servicio al que operan, obliga a efectuar una revisión exhaustiva en razón a que la condición de flujo de tránsito se aproxima al inestable o ya es inestable.

TABLA NO. V

CAPACIDADES ACTUALES

INTERSECCION	ALVARO OBREGON-A. LOPEZ MATEOS				ALVARO OBREGON - RAMIREZ			
	A. OBREGON		TORRES	I. MATEOS	A. OBREGON		RAMIREZ	
	Acceso Nte	Acceso Sur			Acceso Nte.	Acceso Sur	Acceso Ote.	Acceso Re
LOCALIZACION	ZCC	ZCC	ZCC	ZCC	ZPC	ZPC	ZPC	ZPC
SENTIDOS	2	2	2	1	2	2	2	2
ESTACIONAMIENTO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
ANCHO	13.0	10.7	10.0	10.0	15.0	15.0	9.4	9.4
COMPOSICION (B + C)	1%	1%	1%	1%	5%	5%	1%	5%
VTAS. DERECHAS	5%	---	40%	1%	20%	2%	---	5%
VTAS. IZQ.	---	10%	60%	30%	5%	---	5%	20%
POBLACION EN MILES	100	100	100	100	100	100	100	100
G/C (SUPUESTO)	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
PARADA DE AUTO- BUSES	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI
CAPACIDAD *	1306	1076	816	821	1581	2450	1585	865
VOL. ACTUAL	540	490	90	120	530	530	330	330
AÑO DE SATURA - CION	1984	1983	1998	1995	1986	1991	1991	1985

ZCC= Zona Comercial Centro.-

ZPC= Zona Periférica al Centro

* Referencia.- Capacity Analysis Procedures for signalized Intersections: Traffic Institute Northwestern University.

II.6.2.a. Capacidad y Año de Saturación.

Para corroborar lo dicho en párrafos anteriores, se calculará la capacidad en los tramos de los incisos A, B, y H, y además se obtendrá su año de saturación.

Inicio de Cálculos:

A) Libramiento Periférico Poniente.

$$TPDA (1975) = 6585 \text{ v.p.d.}$$

Composición: A= automóviles = 78%
 B= autobuses = 1%
 C= camiones = 21%

$$VHM = 790 \text{ v.p.h.}$$

Calzada:

$$10 \text{ m}$$

$$S = 5\%$$

$$C = 2000 N \text{ v/c } W_c T_c T_B$$

$$C = 2000 \times 1 \times 1.0 \times 0.98 \times 0.82 \times 1.0$$

$$C = 1607 \text{ v.p.h.}$$

N = un carril

$W_c = 0.98$; de la Tabla 6.L. del Manual de Proyecto Geométrico de la SAHOP, página 198.

$v/c = 1$; para este caso.

$T_c = 0.82$; obtenido de las tablas 6.H página 180 y de la 6.N de la página 200 del mismo Manual.

$T_B = 1$; para este caso.

Año de Saturación : $i =$ incremento anual 10%

$$(1+i)^n = \frac{1607}{790}$$

$$(1.1)^n = 2.03$$

Por lo tanto : $n = 7$ años

Por lo cual este tramo se saturará en el año de 1982.

3) Calle Hermosillo:

TPDA (1975) = 2916 v.p.d.
VHM = 350 v.p.h.
Calzada = 10 m

Composición estimada: A= 90% B= 5% C= 5%

S = 1%
C = $2000 \times 1 \times 1 \times 0.98 \times 0.95 \times 0.95$
C = 1770 v.p.h.

Por lo tanto el año de saturación será :

$$(1.1)^n = \frac{1770}{350} = 5.05$$

$$n = 17 \text{ años}$$

Entonces el año de saturación será en 1992.

H) Entronque Aeropuerto - Av. Ruiz Cortines-Aduana Internacional

TPDA (1975) = 4750 v.p.d.
VHM = 570 v.p.h.
Calzada = 9.10 m
S = 1%

Composición: A= 96% B= 2% C= 2%

C = $2000 \times 1 \times 1 \times 0.94 \times 0.98 \times 0.98$
C = 1805 v.p.h.

Por lo tanto el año de saturación será:

$$(1.1)^n = \frac{1805}{570} = 3.16$$

Por lo tanto n = 12 años

El tramo se saturará en el año de 1987.

El nivel de servicio en los tramos restantes, se aproxima al flujo inestable, entonces se acerca a su capacidad. Para calcular ésta, se considerarán los volúmenes proyectados a 15 años, aunque el período económico de proyecto para una obra vial en área urbana es de 10 años, se utilizará el de 15 a 20 años como se mencionó en capítulos anteriores, asignándole a la vez el tránsito que se generará en dicho período. Debido a que el Plan Director para la ciudad de No -

gales contempla varias etapas de desarrollo, la red vial primaria se elaborará considerando una etapa de proyecto a 5 años y otra a 15 años; es decir, la primera etapa incluirá el crecimiento de la ciudad al año de 1985 y la segunda al año de 1990.

La primera etapa incluye la construcción del acceso principal de la ciudad a lo largo de 10 Km., así como la remodelación de las intersecciones que cruzan a dicho acceso.

Por lo tanto el volumen de demanda para los tramos de los incisos C, D, E, F, G e I será el volumen horario máximo que dichos tramos presenten en el año de 1981, adicionándolos a la vez al volumen vehicular generado por las áreas de futuro desarrollo.

II.6.2.b. Determinación del número de viajes en transporte público y en particular.

Para determinar el número de viajes generados por las zonas susceptibles de desarrollo, se emplearán como datos el área de la zona en Has., densidad de población en habitantes por has., y el número de viajes por persona por día, éste último se estimó en un valor de 1.7 viajes por persona por día.

- a) Población.- En la tabla No. VI, en una columna se indican los valores calculados de la población por áreas, de acuerdo con los datos proporcionados por el Plan Director, para lo cual se tomará como base el desarrollo futuro de la mancha urbana en las porciones oriente y poniente de la ciudad de Nogales. La población tomada como base es de 108,000 habitantes.
- b) Viajes generados.- En la tabla No. VI del inciso anterior se dan los valores de los viajes generados por día en las diferentes zonas obtenidos de multiplicar los valores de la población por la constante 1.7 viajes por persona por día.
- c) Viajes en transportes públicos y en particular.-

Zona de bajos ingresos	: 5%	en automóvil	y 95%	en transp. púb.
Zona popular e industrial	: 20%	"	y 80%	" " "
Zona de ingresos medios	: 60%	"	y 40%	" " "
Zona de altos ingresos	: 90%	"	y 10%	" " "

Para la obtención de los viajes en la Hora de Máxima demanda (por sentido), en automóvil y en autobús se utilizaron los siguientes factores de conversión estimados:

TABLA NO. VI

PARA EL CALCULO DEL NUMERO DE VIAJES GENERADO Y EL NUMERO DE VEHICULOS

ZONA	Area (Ha)	Pob. (hab)	Viajes Tot. por día	Viajes en au- tomóvil.	Diarios en Trans. Público	Viajes en hora de Máxima Demanda en un sentido		No. de Automov.	No. de Ca- miones.
						Automóvil	Trans. Púb.		
1	6	917	1559	935	624	90	75	50	4
2	32.3	4943	8388	5033	2255	483	403	268	22
3	35.45	5416	9208	5525	3683	531	442	296	25
4	13.25	1301	2212	1327	885	127	106	71	6
5	27.88	5000	8500	1700	6800	163	816	91	45
6	22	1678	2683	2415	268	232	32	129	2
7	12.28	2202	3743	749	2994	72	359	40	20
8	5	359	610	549	61	53	7	29	1
9	34.95	6268	10656	2131	8525	205	1023	114	57
10	13	2232	3794	190	3604	18	432	10	24
11	24.7	4430	7531	377	7154	36	858	20	48
12	7.18	1289	2191	110	2081	110	250	6	14
13	19.2	3061	5204	3122	2082	280	250	156	16
14	5.2	373	634	571	63	55	8	31	1
15	5.6	5746	976	586	390	56	47	31	3
16	29.4	5280	8976	1795	7181	172	882	96	54
17	15.56	2791	4745	1949	3796	91	455	51	28
18	28	5400	9180	459	8721	44	1047	24	65
19	20.82	3734	6349	317	6031	30	724	17	45
20	31.2	5596	9513	476	9035	46	1084	24	68
21	39.84	5266	8952	448	8504	43	1020	24	64
22	28.5	5100	8670	434	8236	42	988	23	62
23	6	1077	1831	92	1730	9	209	5	13
24	10.26	1840	3128	626	2502	60	300	33	19
25	14.8	2359	4010	2406	1604	231	192	128	12
26	12.57	2254	3832	766	3066	74	368	41	23
27	19.2	3443	5853	1171	4682	112	562	62	35
28	31.2	5595	9512	1902	7610	183	913	102	57
29	24.8	3954	6722	4033	2689	387	323	215	20
30	30.4	4846	8238	4943	3295	474	395	263	25

- $f_s = 0.6$ (factor que convierte los viajes diarios en dos sentidos, en viajes diarios en un sentido).
- $f_h = 0.4$ (factor que convierte los viajes diarios en un sentido, en viajes en la hora de Máxima Demanda en un sentido).
- $h = 0.4$ para automóviles (recíproco del valor en las horas de máximo movimiento : $= \frac{1}{2.5}$ horas).
- $h = 0.5$ para transporte público (recíproco del valor en las horas de máximo movimiento de transporte : $\frac{1}{2}$ horas).

- d) Determinación del número de automóviles y de unidades de transporte público. - Considerando los índices de ocupación; estos índices fueron determinados en base a estudios realizados en otras ciudades dando como resultado lo siguiente:

Índice de ocupación por automóvil = 1.8 personas para zona urbana -
 Índice de ocupación para el transporte público = 16 personas.

En la tabla No. VI quedan resumidos los valores obtenidos del tránsito generado en la primera y segunda etapa; o sea, para los años de 1981 y 1990, los que se utilizarán para obtener volúmenes de demanda de los diferentes tramos involucrados en este análisis; que nos proporcionarán las características geométricas que deberán prevalecer en cada una de las etapas en las cuales se ha dividido el proyecto de la red vial de la ciudad de Nogales, Sonora.

Así mismo, en forma gráfica pueden llegar a localizarse las zonas cuya generación de viajes fueron calculados de acuerdo al procedimiento ya descrito.

- e) Asignación del Tránsito. - Para asignar el tránsito a la red vial primaria en la ciudad de Nogales, Son., se procedió de acuerdo a las experiencias obtenidas en el desarrollo de otras ciudades similares.

Los factores que se tomaron en consideración son los siguientes:

- 1.- Área disponible
- 2.- Densidad de población
 - Vivienda popular
 - Vivienda media
 - Vivienda residencial
 - Zona industrial
 - Zona de esparcimiento.

Todas estas zonas ya fueron mencionadas en el tema I.1.6.

- 3.- Tipo de vía
- Vía rápida o arteria principal
 - Vía primaria
 - Vía para tránsito de paso

Estos tres tipos de vías se mencionaron en el análisis de la red vial en el tema II.2.

4.- Atracción de tránsito de otras vías urbanas.

f) Cálculo de la sección propuesta para la primera etapa de proyecto- (año de 1981); con el Volumen Horario Máximo Actual (1975) se procede a obtener el de proyecto para el año de 1981, al cual deberá agregarse el tránsito asignado en cada tramo, según haya sido generado por la zona de futuro crecimiento correspondiente, tal como se indica a continuación, debiéndose recordar que este proceso únicamente se efectuará en los tramos de los incisos C, D, E, F, G, e I debido a que son los que presentan condiciones operacionales desfavorables.

f)1. Sección para la primera etapa; la sección que deberá presentar la red primaria tendrá que ser de manera que pueda alojar el Volumen Horario Máximo que haya en el año de 1981 el cual estará compuesto por el que existe en la zona urbana actual, así como por el que se generará en las zonas de futuro desarrollo, dicho volumen horario de demanda máximo, será el que fluirá por el tramo del inciso F, siendo del orden de 1292 veh/hr, por lo que con tal volumen se determinarán las características geométricas, las cuales deberán prevalecer íntegramente en la red vial primaria, y con las cuales se puede asegurar que el movimiento vehicular para el período económico de proyecto para la primera etapa quedará satisfecho en su totalidad.

f)2. Volumen de demanda en la primera y segunda etapa.

Tramo del inciso C, calle Internacional, Cuauhtémoc-Periférico con los siguientes valores:

TPDA (1975) = 1620 v.p.d.
VHM (1975) = 192 v.p.h.
VHM (1980) = 309 v.p.h.

Tramo del inciso D, Calles Vázquez-Rayón y Calzada del Ensueño: dada la cercanía de este tramo con el tramo del inciso E y debido al reducido volumen vehicular de los mismos, el tránsito del tramo del inciso E, se encausará al tramo del inciso D y con la suma de ellos

se calculará el volumen de demanda:

TPDA (1975) = 667 v.p.d. Tramo D
TPDA (1975) = 417 v.p.d. Tramo E
TPDA (1975) = 1084 v.p.d.

VHM (1975) = 130 v.p.h.
VHM (1975) = 209 v.p.h.

Tránsito asignado (1980) = 179 por lo tanto VHM (1980) = 338 v.p.h.

Tramo del inciso F, Calle Reforma Internacional-Garita (entre Periférico Poniente y Garita de Carga)

TPDA (1975) = 5083 v.p.d.
VHM (1975) = 610 v.p.h.
VHM (1980) = 982 v.p.h.

Tránsito asignado (1980) = 310 v.p.h.
Por lo tanto el VHM (1980) = 1292 v.p.h.

Tramo del inciso G, Calle Ingenieros (tramo comprendido entre - Línea Internacional, Cuauhtémoc y Alvaro Obregón)

TPDA (1975) = 5750 v.p.d.
VHM (1975) = 690 v.p.h.
VHM (1980) = 1111 v.p.h.

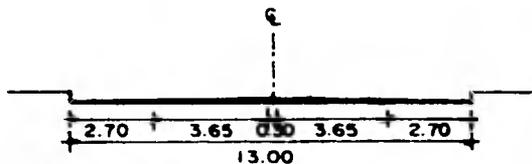
Tramo del inciso I, Calle Plutarco Elías Calles, (tramo comprendido entre la Línea Internacional y Calle Escobedo)

TPDA (1975) = 5167 v.p.d.
VHM (1975) = 620 v.p.h.
VHM (1980) = 998 v.p.h.

Secciones analizadas para los tramos mencionados.

1o. Dos carriles de circulación de 3.65 m. c/u (uno por sentido).
Dos carriles de estacionamiento de 2.70 m c/u (uno a cada lado)

Entonces el ancho de la sección sería de 13.00 m.



VHM (1980) = 1292 v.p.h.

Composición : A= 85% B= 5% C= 10%
 Pendiente máxima: 6%

Aplicando las ecuaciones $VS_D = 2000 N V/C W_C T_C B_C$

$$C = 2000 N V/C W_C T_C B_C$$

Como $V/C = 0.9$ para nivel de servicio

$W_C = 0.76$ para la capacidad y de 0.74 para el V.S.

$T_C = 0.91$

$B_C = 0.95$

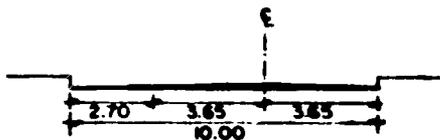
se tiene: $VS_D = 2000 \times 1 \times 0.9 \times 0.74 \times 0.91 \times 0.95 = 1151$ v.p.h.

$$C = 2000 \times 1 \times 1 \times 0.76 \times 0.91 \times 0.95 = 1314$$
 v.p.h.

2o. Dos carriles de 3.65 m c/u (en solo sentido de circulación).

Un carril de estacionamiento de 2.70 m.

Entonces el ancho de la sección sera de 10.00 m.



VHM (1980) = 1292 v.p.h.

Composición : A= 85% B= 5% C= 10%

Como V/C 0.9 para un nivel de servicio D (NS_D)

$W_c = 0.81$ para capacidad y de 0.81 para NS_D

$T_c = 0.91$

$B_c = 0.95$

Se tiene:

$VSD = 2000 \times 2 \times 0.9 \times 0.81 \times 0.91 \times 0.95 = 2520$ v.p.h.

$C = 2000 \times 1 \times 1 \times 0.81 \times 0.91 \times 0.95 = 2701$ v.p.h.

3o. Dos carriles de 3.65 m. (un solo sentido, sin estacionamiento)

Entonces el ancho de la sección será de 7.30 m.



VHM (1980) = 1292 v.p.h

Composición= A= 85% B=5% C=10%

V/C = 0.9 para nivel de servicio "D" (NS_D)

$W_c = 0.81$ para la capacidad y 0.81 para V.S.D.

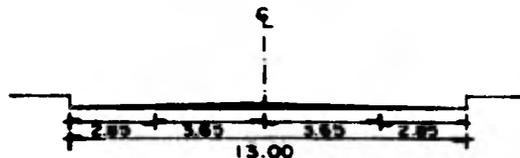
$VSD = 2000 \times 2 \times 0.9 \times 0.81 \times 0.91 \times 0.95 = 2520$ v.p.h

$C = 2000 \times 2 \times 1 \times 0.81 \times 0.91 \times 0.95 = 2801$ v.p.d.

4o. Dos carriles de 3.65 m. c/u (un sentido de circulación).

Dos carriles de 2.85 m c/u para estacionamiento.

Entonces la sección será de 13.00 m.



VHM (1980) = 1700 v.p.h.

Composición= A= 85% B= 5% C= 10%

VHP = 1020 v.p.h.

V/C = 0.9

W_C = 0.80 para la capacidad y de 0.80 para nivel de servicio "D"

VS_D = 2000x2x0.9x0.80x0.91x0.95 = 2489 v.p.h.

C = 2000x2x0.80x0.91x0.95 = 2766 v.p.h.

De los cuatro incisos anteriores, se deduce que cualquiera - de las secciones analizadas se podrían proponer como solución, ya que pueden alojar el volumen de demanda para esta etapa.

Sin embargo, es de hacer notar, que dadas las limitaciones - existentes en cuanto a afectaciones, se requiere que las mismas - sean mínimas y es recomendable proponer una sección que en la - segunda etapa no sufra modificaciones geométricas futuras, sino únicamente de tipo operacional, es decir, que las posibles afectaciones deberán efectuarse inmediatamente.

Dado lo anterior, la sección mas adaptable a los requisitos - mencionados, es la analizada en el inciso 1, pues cumple con - los objetivos buscados en esta etapa.

Sin embargo, es necesario hacer notar que la sección antes - definida prevalecerá dentro del perímetro urbano actual, por lo ya expuesto; debiéndose utilizar una sección de 14.0 m. en el área - de expansión futura, en razón a la no existencia de restricciones para su construcción, pues dicha sección se utilizará como un - cuerpo dentro de la segunda etapa.

Sección para la segunda etapa (1980)

Procediendo en forma análoga que en el caso anterior, es necesario calcular la capacidad de la sección, o el volumen de servicio en el tramo donde se presente el mayor volumen vehicular para el año de 1990, el cual incluirá el tránsito generado por las áreas de desarrollo a esa fecha.

El volumen horario de proyecto será de 1972 veh/hr. y se presentará dentro de la red vial primaria en un tramo al oriente de la ciudad de Nogales, Son., y el cual incluye el tránsito que genera la zona de expansión que se ubicará en tal dirección.

Dado que en la primera etapa se propuso un cuerpo de 14.00 m., en esta segunda etapa la sección que deberá prevalecer será de dos cuerpos de 14.00 m. y la faja central separadora de 8.00 m., así como banquetas de 4.00 m. a cada lado. Por lo que a continuación se efectúa el análisis correspondiente con los siguientes datos:

3 carriles de 3.65 m. (un sentido).
1 carril de estacionamiento de 3.00 m.
faja separadora central de 8.00 m.
VHP = 1972 v.p.h.
Composición: A= 77%, B= 22%, C= 1%

$$\frac{V}{C} = 0.9 \text{ para nivel de servicio D} \\ (\text{NS}_D, \text{Tabla 6 Y Pág. 284})$$

$W_c = 0.91$ para la capacidad y el volumen de servicio.

$$T_c = 0.70$$

$$VS_D = 2000 \times 3 \times 0.9 \times 0.7 \times 0.91 = 3440 \text{ v.p.h.}$$

$$C = 2000 \times 3 \times 1 \times 0.7 \times 0.91 = 3822 \text{ v.p.h.}$$

En base a los datos antes obtenidos se deduce que el ancho de la sección será de 36.00 m., sin incluir las banquetas tal como se indica a continuación.

Es de observarse en esta etapa, que la diferencia existente entre el Volumen horario de proyecto y el volumen para el Nivel de Servicio tipo "D", que proporcionará esta sección, lo cual aparentemente no justifica tal sección; sin embargo, dada la existencia de un área para espectáculos y diversiones, ubicada al Noroeste de la Ciudad, atraerán y generarán gran cantidad de tránsito, por lo que la diferencia citada se consideró válida, aceptándose la sección, propuesta para las Av. Plutarco Elías Calles y Adolfo Ruiz Cortines.

II.7 Señalamiento Actual.

La Ciudad de Nogales, Son., cuenta con un sistema de dispositivos de tránsito muy obsoleto, carente de todo tipo de señal de información y restricción para los usuarios de sus arterias.

Esta carencia de dispositivos ha provocado desórdenes en la circulación de vehículos creando conflictos en sus principales calles. La mayoría de los usuarios se mueve por conocimiento propio a través de la red de calles; no se definen sentidos preferenciales de circulación de ellas, lo que ha desarrollado en los conductores una habilidad para circular; es decir, la destreza y experiencia que han adquirido a lo largo del tiempo que tienen de conducir.

En lo que respecta al peatón, éste carece de zonas de protección principalmente en la zona central y en las proximidades en zonas escolares donde es estrictamente indispensable.

II.7.1 Señalamiento Horizontal

En éste están incluidas las marcas, las rayas, los símbolos y las letras que se colocan o pintan en pavimentos, estructuras, guarniciones y objetos dentro o adyacentes a las vías de circulación a fin de indicar ciertos riesgos, regular o canalizar el tránsito o complementar las indicaciones de otras señales.

En la ciudad de Nogales este tipo de señalamiento es casi nulo en la mayoría de sus arterias, sólo las vialidades principales por las que circula el tránsito de paso cuentan con líneas separadoras de carriles - careciendo otras principales de dichas líneas.

En la zona del centro, el único señalamiento son marcas para prohibición de estacionamiento en las esquinas de las calles siendo estas marcas en color rojo pintadas sobre las guarniciones. La zona del centro tiene un intenso movimiento peatonal y carece de rayas o zonas de cruce de peatones, aunque los conductores respetan el paso de ellos por la calle deteniendo su vehículo.

En las calles donde se tienen instalados parquímetros, carecen del señalamiento de los cajones que le corresponde a cada uno, ocasionando comunmente que se tengan 3 autos chicos en dos lugares o un auto ocupando los 2 parquímetros.

La falta de este señalamiento en la intersección de la carretera México-Nogales con el libramiento Periférico Poniente causa grandes conflictos en el tránsito por falta de rayas canalizadoras y separadoras -

del tránsito.

II.7.2 Señalamiento vertical.

Estas señales son tableros fijados en postes o estructuras con símbolos, leyendas o ambos. Están incluidas en este tipo de señales e - levadas las de información, prevención y restricción hacia los usuarios de una vía.

Nogales no tiene un amplio señalamiento vertical, se cuenta con - muy pocos dispositivos, la zona que cuenta con algunos dispositivos - de control es la cercana a la aduana y una parte del centro. Las seña - les que se encuentran en estas zonas son del tipo restrictivo que mar - can zonas prohibidas de estacionamiento, de alto total y disminución - de velocidades en el área próxima a la Garita.

No se informa al conductor de la proximidad de la aduana ni se in - dican los sentidos de circulación y algunas calles no poseen nomencla - tura alguna.

Por otra parte, en los cuatro cruces que hay sobre la vía del ferroca - rril en el tramo paralelo a las Av. Ruiz Cortines y Plutarco Elfas Calles - se tienen dos señales de advertencia del paso del tren, y a los usuarios no se les marca alto total para luego efectuar el cruce. Ferrocarriles - del Pacífico fue el que proporcionó estas señales, además no se tienen semáforos destelladores o de alto total que indiquen la proximidad del - tren a los conductores.

Por otra parte, en los cuatro cruces que hay sobre la vía del ferrocarril, en el tramo paralelo a las Avenidas Ruiz Cortines y Plutarco Elías - Calles, se tienen dos señales de advertencia del paso del tren, y a los usuarios no se les marca alto total para efectuar el cruce. Ferrocarriles del Pacífico fue el que proporcionó estas señales, además no se tienen - semáforos destelladores, que indiquen la proximidad de un tren a los conductores.

El Departamento de Tránsito Municipal de la Ciudad de Nogales, proporcionó la relación de señales siguiente, con que cuenta actualmente la ciudad:

SEÑALES ACTUALES

TIPO	CANTIDAD
SP-27	20
SP-33	240
SP-35	14
SP-37	3
SR-6	230
SR-7	35
SR-9	114
SR-12	30
SR-13	20
SR-14	116
SR-18	20
SR-19	20
SR-22	20
SR-23	3
SR-24	3
SR-25	64
SR-28	28
SR-19	10
SR-33	18
SR-35	10
SI-10	10
SI-15	20
SI-23	150
SI-28	6
SI-29	4
SI-35	35
SI-36	4
SI-38	2
SI-42	6
Postes para colocación de señales	965

II.8 Semáforos.

Los semáforos son dispositivos electrónicos para regular y dirigir el tránsito de vehículos y peatones en las calles.

Antes de poner a funcionar los semáforos, será necesario efectuar un estudio completo de las características de la intersección y del tránsito en cada uno de sus accesos, de tal manera que quede justificada su instalación.

Cuando un sistema de semáforos haya empezado a funcionar, se deberá comprobar que las instalaciones hechas y las subdivisiones de los tiempos de las diversas fases, satisfagan eficazmente las necesidades del tránsito, o en su caso, se procede a efectuar los ajustes que se crean pertinentes. Esta revisión es útil como experiencia para elegir los equipos y sistemas de operación más convenientes, puesto que el equipo que piensa adquirir estará en función de las necesidades futuras. Por lo tanto el equipo o sistema que presente una mayor duración será, a la larga, el más económico a pesar de que su costo inicial resulte muy elevado.

Cabe mencionar que la mayoría de los casos, los semáforos representan una economía considerable respecto a las indicaciones manuales. Sin embargo, no son la solución de todos los problemas del tránsito, puesto que al instalar semáforos con exceso o cuando no se requieren, resulta inoperante cualquier tipo de sistema.

Muchas instalaciones, aunque son necesarias, se han proyectado mal y funcionan y se conservan deficientemente, de los que resultan pérdidas excesivas de tiempo, desobediencia de las indicaciones y preferencia por rutas alternas o menos convenientes o, se presenta una mayor frecuencia de accidentes.

II.8.1 Localización y situación actual.

En Nogales se localizan sólo cuatro intersecciones controladas por este dispositivo a lo largo de la Av. Alvaro Obregón, situados en los siguientes cruces:

- Av. Alvaro Obregón con calle Ignacio Ramírez
- Av. Alvaro Obregón con calle Jesús Siqueiros
- Av. Alvaro Obregón con calle Torres
- Av. Alvaro Obregón con calle Vázquez

Estas intersecciones cuentan con un sistema de semáforos de tiempo fijo, el cual consiste en controles de tiempo con mecanismo de sincronización, donde el tránsito se regula por medio de una secuencia repetida y periódica de indicaciones visuales en los semáforos, con una duración de ciclo (V.A.R.A.V.) de 30 a 120 segundos como máximo. En el plano No.10 se muestra la localización de estas intersecciones.

Es necesario analizar por separado cada una de estas intersecciones con sus características propias, pues la eficiencia de un semáforo solo se logrará si su funcionamiento se ajusta a las necesidades reales del tránsito que llega a los accesos; de ahí la importancia de la exacta obtención de los volúmenes direccionales de la intersección.

II.8.2 Justificación del empleo de semáforos.

Sería muy conveniente continuar con el empleo de los semáforos de tiempo fijo que están instalados (con las reformas adecuadas) y dotar a otras intersecciones conflictivas de este dispositivo, ya que al detener con la prioridad debida al flujo vehicular en un sentido y permitir el tránsito de vehículos y de peatones en el otro, se disminuye la frecuencia de ciertos tipos de accidentes que son muy comunes en las intersecciones; es evidente que el usuario aprendió a apreciar los semáforos y que en cierta forma los respeta, sin embargo, existe un porcentaje bajo de ellos que no acata lo dispuesto por el Departamento de Tránsito.

El procedimiento práctico para analizar si se requiere la instalación de un semáforo en un crucero, es llenar las hojas de: "Justificación del empleo de Semáforos en Intersecciones". En dicha hoja se anotan los datos de los accesos de la intersección y posteriormente se interpretan. Esta justificación de semáforos se lleva a cabo en base a los volúmenes de tránsito y a los accidentes registrados en la intersección.

A continuación analizamos si se justifica o no, el empleo de semáforos en 8 intersecciones del centro de la ciudad, que presentan mayor afluencia vehicular.

Las primeras cuatro intersecciones cuentan actualmente con el dispositivo de control, éstas son las que se mencionaron anteriormente, y se tratará de justificar si requieren o no de semáforo, de acuerdo a su volumen de tránsito por acceso.

Las otras cuatro actualmente no cuentan con dispositivo alguno, pero se ha visto incrementado su volumen de tránsito en los accesos y hay la necesidad de analizar si se requiere instalar semáforo, para tratar de regular los movimientos del flujo vehicular.

A continuación se muestra una tabla con las intersecciones que requieren o no control de semáforos, así como los actualmente instalados.

No.	LOCALIZACION	CONTROL AC TUAL POR SE MAFORO	REQUIEREN SEMAFORO	
			SI	NO
1	Av. Alvaro Obregón con Ignacio Ramírez	SI	X	
2	Av. Alvaro Obregón con J. Siqueiros	SI	X	
3	Av. Alvaro Obregón con Torres	SI	X	
4	Av. Alvaro Obregón con Vázquez	SI	X	
5	Av. Alvaro Obregón con Escobedo	No	X	
6	Av. Alvaro Obregón con Campillo	No	X	
7	Av. Alvaro Obregón con 5 de Febrero	No		X
8	Campillo con Ingenieros	No		X

En este estudio se observó que sólo seis de las ocho intersecciones analizadas requieren de instalación de semáforos y de ellas cuatro actualmente cuentan con él. Se anexan las hojas de justificación de empleo de semáforos.

Si analizamos dos de estas hojas para distintas intersecciones - vemos, que para justificar la instalación de semáforos es necesario que se cumplan como mínimo dos requisitos o se satisfagan en un 80% lo especificado por ellas. Este análisis lo haremos sobre una intersección que cuenta con semáforo y una que no le posee y requiere de él.

- a) Intersección: Av. Alvaro Obregón con calle Jesús Siqueiros.
Condiciones a satisfacer de acuerdo a la hoja de justificación:
Condición A. Volumen mínimo de vehículos.

Condición A.1.c. El volumen-horario por acceso de la Av. Alvaro Obregón es de 626 vehículos el cual es un tránsito superior - al requisito mínimo de 600 vh. que se estableció para el caso - de dos o más carriles de acceso en la calle principal.

Condición A.1.c. El volumen-horario por acceso de la calle - Jesús Siqueiros es de 131 vh., siendo menor que el requisito - mínimo de 200 v.p.h., establecido para casos de dos o más - carriles por acceso en la calle secundaria.

Condición B. Interrupción del tránsito continuo.

Condición B.1.c. el Volumen-horario por acceso de la calle - principal Alvaro Obregón es de 626 vh., siendo inferior al requi- sito mínimo aprox. en un 30 % de 900 veh., establecido para dos o más carriles en el acceso principal.

Condición B.2.c. El Volumen-horario por acceso de la calle - secundaria Jesús Siqueiros es de 131 veh., que es un valor su- perior al mínimo de 100 veh., que se tienen cuando la calle prin- cipal cuenta con dos carriles por acceso.

Por lo tanto las condiciones A y B se cumplen.

Condición F. Combinación de los requisitos anteriores. En esta condición los semáforos pueden justificarse, en casos en que - ninguno de los requisitos anteriores se cumplan; pero cuando - dos o mas satisfacen en un 80% de los valores mencionados. Es decir, se obtiene el promedio de ellos y sus valores se comparan con el 80% de los valores estimados, y en caso de ser superior el requisito se satisface. En nuestro caso para la condición A es 90% y 120% para la condición B, siendo estos dos valores ma- yores que el 80%.

Aunque no se hayan analizado las condiciones C, D y E, se justi- fica la instalación de semáforos, puesto que los volúmenes horarios de veh., son superiores a los requisitos mínimos establecidos y además - se satisfacen los requisitos en un 105%.

b) **Intersección:** Calle Campillo con calle Ingenieros . (Actual - mente sin semáforo).

Condiciones que se deben satisfacer para instalar semáforo:

Condición A. Volumen mínimo de Vehículos.

Condición A.1.c. El volumen horario por acceso en la Calle Ingenieros es de 248 veh., el cual es muy inferior al requisito mínimo de 600 veh.

Condición A.2.c. El volumen-horario por acceso en la calle Campillo es de 89 veh., siendo muy bajo del mínimo de 200 v.p.h., requerido para dos o más carriles por acceso en la calle secundaria.

Condición B. Interrupción del tránsito continuo.

Condición B.1.c. El volumen-horario por acceso en la calle Ingenieros es de 248 veh., siendo inferior al mínimo requisito de 900 veh.

Condición B.2.c. Se tiene un volumen horario por acceso en la calle Campillo de 89 veh., siendo un valor no muy bajo del requisito mínimo de 100 veh.

Por lo tanto las condiciones A y B no se satisfacen, debido a que presentan volúmenes inferiores al mínimo requisito establecido.

Condición F. Combinación de los requisitos anteriores. Los porcentajes obtenidos son demasiado bajos para la condición A (43%) y para la condición B (59%), con respecto al 80% que se debe satisfacer para ambas.

Se concluyó que esta intersección no requiere de instalación de semáforo.

En cuanto a los cruces del ferrocarril, en la ciudad se tienen actualmente cuatro a nivel; y no hay necesidad de instalar semáforos de destello para advertir a los conductores el paso del ferrocarril, pues no se justifica, debido a las siguientes observaciones analizadas:

1. Se tendrán señales de cruce del ferrocarril, complementadas con líneas de alto marcadas en el pavimento con pintura blanca reflectante.
2. Los movimientos del ferrocarril se encuentran reglamentados por un horario, es decir, el paso del tren es por la madrugada sin afectar en nada el paso de los vehículos.
3. Como las vías del Ferrocarril corren paralelas a las Avenidas Plutarco Elías Calles y Adolfo Ruiz Cortines, el tránsito pesado es sobre las avenidas y de frente, teniéndose un porcentaje bajo que cruza las vías.

La serie de requisitos enunciados anteriormente son los que realmente nos determinan la instalación de un semáforo cuando las intensidades del tránsito de las calles que se cruzan son la razón principal para determinar su instalación, además como se trata de intersecciones ubicadas en zona urbana ciertos requisitos se pueden reducir hasta en un 70% de lo indicado en las hojas.

JUSTIFICACION DEL EMPLEO DE SEMAFOROS

CONCEPTO	Valor Real	%
A) -- Volumen mínimo de vehículos .		
1.- Volumen de vehículos en la intersección , en cualquiera de las ocho horas de un día promedio en la calle principal ambos accesos .		
a) Un carril por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	500	
b) Dos o mas carriles por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	600	
c) Dos o mas carriles por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	600	101
d) Un carril por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	500	
2.- Volumen de vehículos de la calle secundaria por hora para las mismas ocho horas(un solo sentido) .		
a) Un carril por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	150	
b) Dos o mas carriles por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	150	
c) Dos o mas carriles per acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	200	66
d) Un carril por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	200	
SATISFACE		
NO		
B) -- Intersección de tránsito continuo .		
1.- Volumen de vehículos por hora , en cualquiera de las ocho horas de un día promedio , en la calle principal (ambos accesos) .		
a) Un carril por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	750	
b) Dos o mas carriles por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	900	
c) Dos o mas carriles por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	900	62670
d) Un carril por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	750	

POBLACION: NOGALES, SON.

INTERSECCION : A .OBREGON-J. SIQUIROS

CONCEPTO	Valor Real	%
2.- Combinación de volumen de vehículos y peatones , de la calle secundaria por hora en las mismas ocho horas (un sentido) .		
a) Un carril por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	75	
b) Dos o mas carriles por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	75	
c) Dos o mas carriles por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	100	131
d) Un carril por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	100	
3.- Velocidad promedio en la calle principal al aproximarse a la intersección .	40	
SATISFACE		
NO		
C) -- Volumen mínimo de peatones .		
1.- Volumen de peatones que cruzan la calle principal por hora en cualquiera de las ocho horas de un día promedio .	150	
D) -- Antecedentes sobre accidentes .		
1.- Número de accidentes en un periodo de 12 meses , en los que hubo heridos o daños con valor mayor de \$ 1,000.00	5	
F) -- Combinación .		
Cuando ninguno de los requisitos se cumplen pero los siguientes se satisfacen en un 80% o mas .		
85	100	
A	B	C
SATISFACE		
NO		
	2	92

SE REQUIERE INSTALACION DE SEMAFOROS NO

JUSTIFICACION DEL EMPLEO DE SEMAFOROS

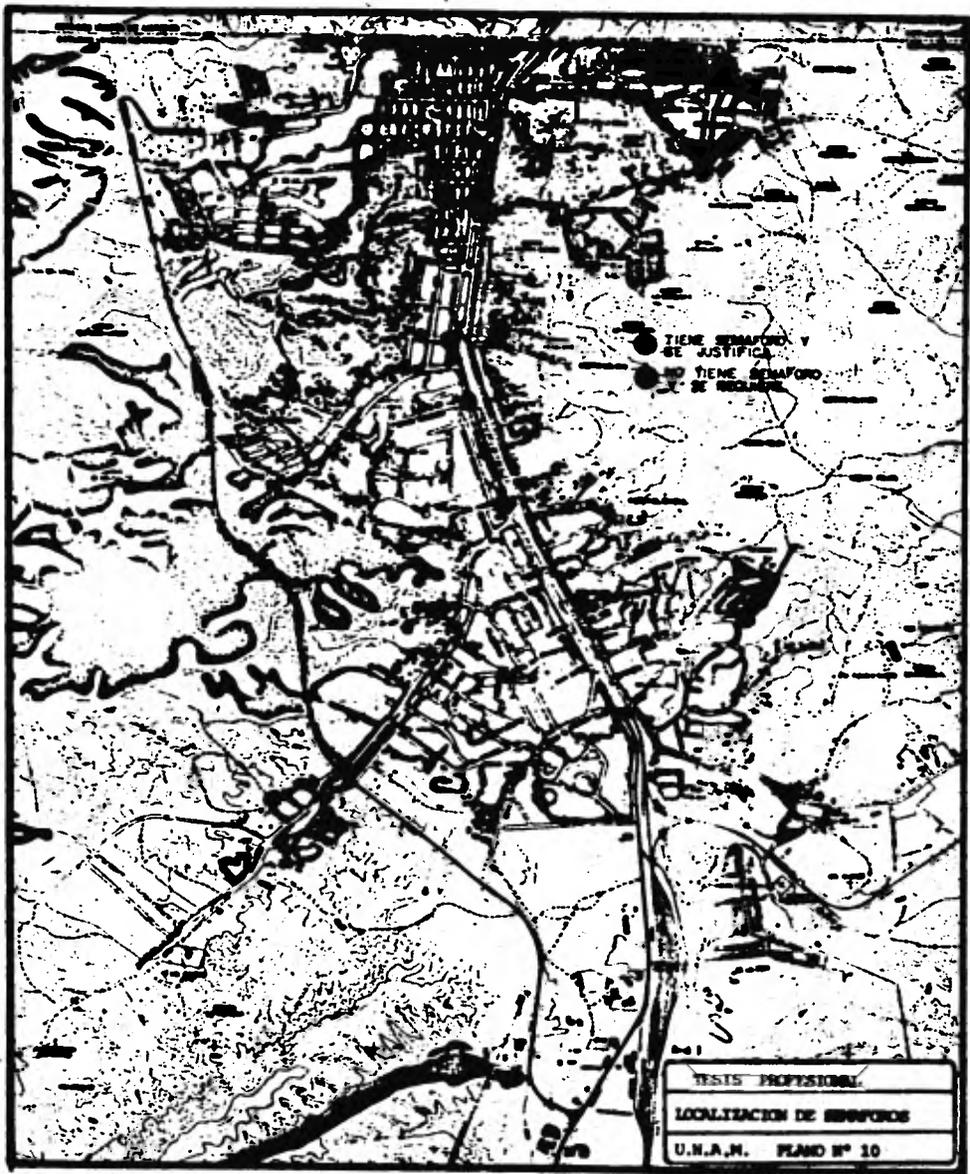
POBLACION: NOGALES, SON.

INTERSECCION: CAMPILLO E INGENIEROS

CONCEPTO	Requisito Mínimo	Valor Real	%
A) -- Volumen mínimo de Vehículos .			
1.- Volumen de vehículos en la intersección , en cualquiera de las ocho horas de un día promedio en la calle principal ambos accesos .			
a) Un carril por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	500		
b) Dos o mas carriles por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	600		
c) Dos o mas carriles por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	600	248	41
d) Un carril por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	500		
2.- Volumen de vehículos de la calle secundaria por hora para las mismas ocho horas (un solo sentido) .			
a) Un carril por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	150		
b) Dos o mas carriles por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	150		
c) Dos o mas carriles por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	200	89	45
d) Un carril por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	200		
SATISFACE			
	\$1		
B) -- Intersección de tránsito continuo .			
1.- Volumen de vehículos por hora , en cualquiera de las ocho horas de un día promedio , en la calle principal (ambos accesos) .	750		
a) Un carril por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .			
b) Dos o mas carriles por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	900		
c) Dos o mas carriles por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	900	248	28
d) Un carril por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	750		

CONCEPTO	Requisito Mínimo	Valor Real	%
2.- Combinación de volumen de vehículos y peatones , de la calle secundaria por hora en las mismas ocho horas (un sentido) .			
a) Un carril por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	75		
b) Dos o mas carriles por acceso calle principal , un carril por acceso calle secundaria .	75		
c) Dos o mas carriles por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	100	89	89
d) Un carril por acceso calle principal , dos o mas carriles por acceso calle secundaria .	100		
3.- Velocidad promedio en la calle principal al aproximarse a la intersección .	40		
SATISFACE			
	\$1		
C) -- Volumen mínimo de peatones .			
1.- Volumen de peatones que cruzan la calle principal por hora en cualquiera de las ocho horas de un día promedio .	150		
D) -- Antecedentes sobre accidentes .			
1.- Número de accidentes en un periodo de 12 meses , en los que hubo heridos o daños con valor mayor de \$ 1,000.00	5		
F) -- Combinación .			
Cuando ninguno de los requisitos se cumplen pero los siguientes se satisfacen en un 80% o mas .			
43	59	—	
A	B	C	
SATISFACE			
	\$1		
		2	51

SE REQUIERE INSTALACION DE SEMAFOROS SI



II.9 Estacionamiento Actual.

El nuevo criterio es que todo plan de vialidad urbana debe considerar la construcción o habilitación de estacionamientos, considerando que - de 24 horas del día un vehículo particular estará estacionado aproximadamente 23 horas.

Tipos de Estacionamientos

Los tipos de estacionamientos son:

- En la calle
- Fuera de la calle

Para estudiar el estacionamiento en la calle se hace un estudio que incluya un inventario de los espacios existentes, las restricciones que hay para estacionarse, pues habrá calles en que el estacionamiento se prohíba, así como determinar un índice de ocupación.

Para cuantificar los espacios (conocer la oferta) se toma la longitud de las calles y se deduce el número de vehículos que caben en esa longitud (a la longitud de la calle deberá restársele los espacios prohibidos), para completar el dato de la oferta se ven las facilidades existentes para estacionamiento en edificios, lotes baldíos, etc.

Para determinar el índice de ocupación se puede utilizar un método - sencillo que consiste en colocar observadores en varios puntos de las - zonas en estudios los cuales van viendo todos los vehículos estacionados anotando la hora de entrada y salida, así determinan la duración pro medio de estacionamiento durante varios días.

Se han encontrado tiempos de estacionamiento cercanos a una hora - para asuntos rápidos como hacer compras, y para otros tipos de actividades como negocios, asistencia al trabajo, etc., tiempos, desde media hora a cuatro horas.

La tendencia actual es limitar el tiempo de estacionamiento, para - que un mayor número de gente disfrute del beneficio, los estacionómetros sirven para este fin y son muy útiles en las zonas comerciales y se puede aumentar la oferta, pues como cuesta dinero, el usuario limita - su tiempo, además de ser una fuente de ingresos llenan una función en tránsito.

El segundo tipo de estacionamiento es el que está fuera de la calle y el estudio específico se reduce a hacer un inventario de lo que existe para conocer la demanda total.

En un estudio realizado por el Departamento de Distrito Federal en 1974 se analizaron las dimensiones de los automóviles registrados en la ciudad y en el país. Tomando en cuenta el pronóstico de los porcentajes de los tipos de automóviles, se recomiendan como dimensiones de proyecto las indicadas a continuación:

DIMENSIONES MINIMAS DE LOS CAJONES

TIPO DE AUTOMOVIL	DIMENSIONES DE CAJON EN METROS	
	EN BATERIA	EN CORDON
Grandes y medianos	5.0 x 2.4	6.0 x 2.4
Chicos	4.2 x 2.2	5.0 x 2.0

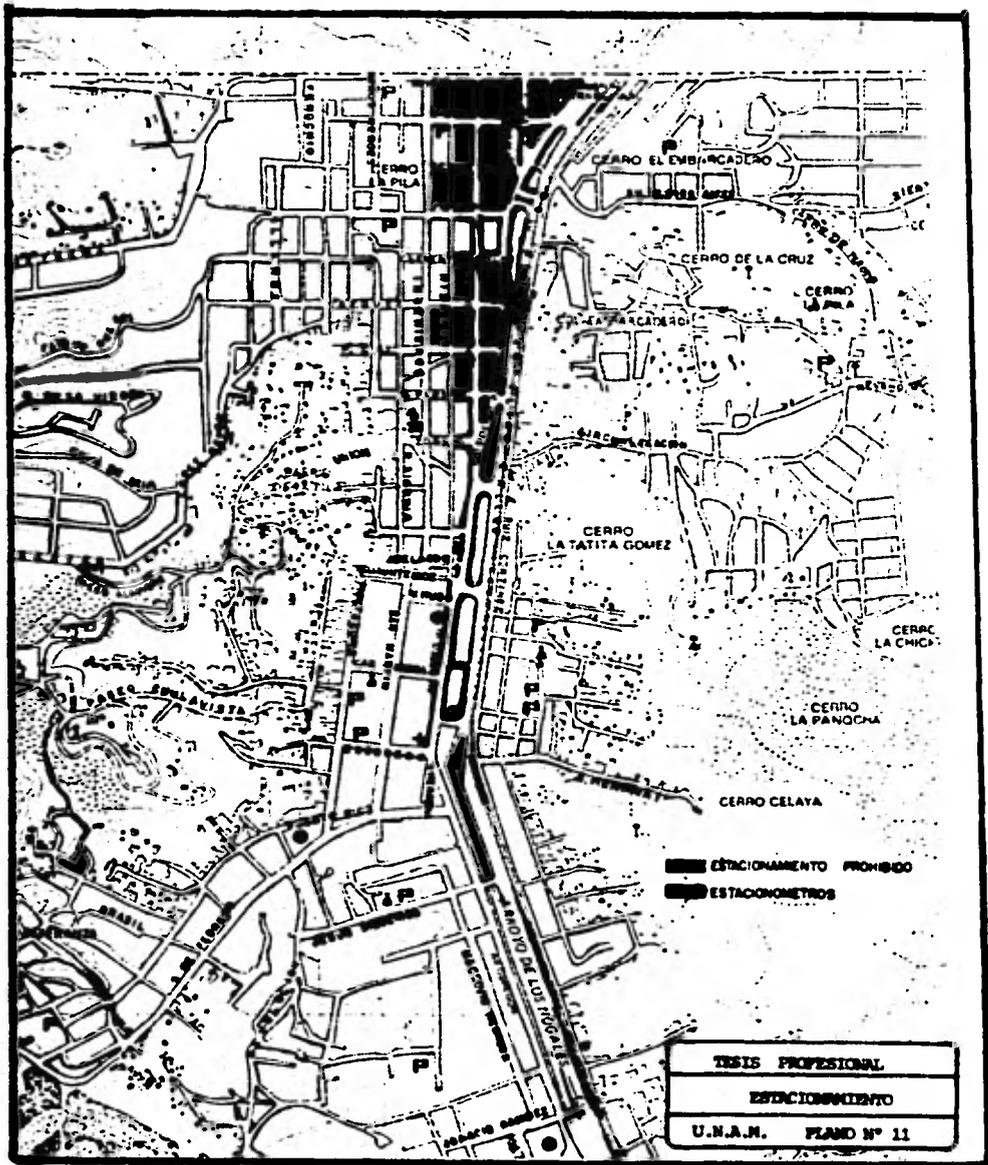
Las avenidas que presentan mayor demanda de estacionamientos son:

- Alvaro Obregón
- Adolfo López Mateos
- Plutarco Elías Calles
- Adolfo Ruíz Cortines (estacionamiento prohibido)

El problema se agudiza en la zona centro, principalmente en el área cercana a la aduana internacional, esto se debe a que el cruce de la frontera se realiza mucho más rápido caminando que dentro de un vehículo automotor, provocando que el conductor estacione su vehículo y cruce la frontera como peatón, ocasionando una excesiva demanda de cajones para estacionamiento en la zona cercana a la aduana internacional. Otro factor es la centralización de comercios y la concentración del equipamiento urbano.

A lo largo del eje Norte-Sur se presentan problemas debido a lo difícil de la topografía que se tiene en la localidad, que no permite el acceso vehicular a las propiedades colindantes. (Plano No. 11)

La solución que se puede plantear es construir edificios para estacionamiento en lotes localizados en las intersecciones de Campillo y Alvaro Obregón y Campillo e Ingenieros, completándola con instalaciones de estacionómetros, para cubrir la demanda excedente que no es posible satisfacer con la oferta actual.



III. PROYECTO

III.1 Vialidad Propuesta.

De acuerdo con los estudios y análisis realizados anteriormente sobre la vialidad de Nogales, se llega a la conclusión de que el sistema vial actual debe ser modificado en sus principales arterias, esto es debido al incremento en los volúmenes de demanda actuales y a las características físicas de la vialidad, lo que hace que en ciertas arterias los niveles de servicio se reduzcan hasta la capacidad, causando una corriente de tránsito inestable. Esto nos llevó a efectuar una revisión del sistema vial actual, para poder proponer soluciones al problema, estas soluciones se basan en análisis de niveles de servicio, volúmenes de tránsito y análisis de capacidad.

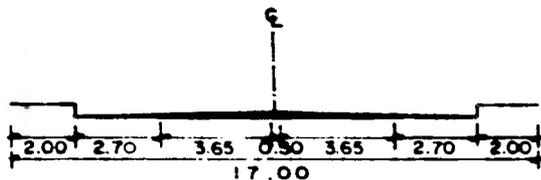
Del análisis de capacidad se determinan las características geométricas de proyecto de la sección tipo para las calles que integran el sistema vial, del cual se hizo su clasificación en el tema No. II.2. siendo ésta:

- a) Red Vial Primaria
- b) Vialidad de la Zona Centro
- c) Vialidad del tránsito de paso

Definiendo cada una de las secciones tipo, se tiene:

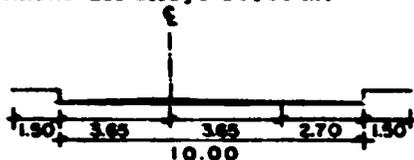
Sección Tipo I, Para circulación en ambos sentidos.

- Dos carriles de circulación de 3.65 m c/u (Uno por sentido).
- Dos carriles laterales para estacionamiento de 2.70 m. (cada uno).
- Banquetas de 2.00 m. c/u.
- Ancho total del arroyo 17.00 m.



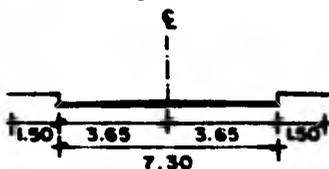
Sección Tipo II. - Para circulación en un solo sentido.

- Dos carriles de 3.65 m. c/u (un solo sentido).
- Un carril lateral para estacionamiento de 2.70 m.
- Banqueta de 1.50 m. a cada lado del arroyo.
- Ancho del arroyo 10.00 m.



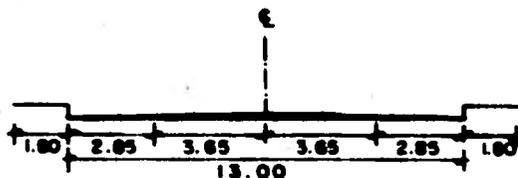
Sección Tipo III. - Para circulación en un solo sentido.

- Dos carriles de 3.65 m. (un solo sentido) (sin estacionamiento).
- Banqueta de 1.50 m. a cada lado del arroyo.
- Ancho del arroyo 7.30 m.



Sección Tipo IV. - Para circulación en un solo sentido.

- Dos carriles de 3.65 m. c/u (un solo sentido).
- Dos carriles laterales de estacionamiento de 2.85 m. c/u.
- Banqueta de 1.80 m. a cada lado del arroyo.
- Ancho del arroyo 13.00 m.



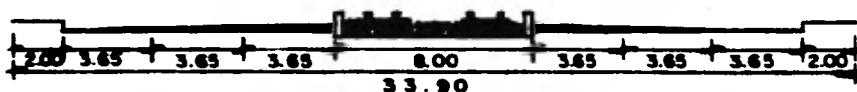
Sección tipo V.- Sección para casos futuros de expansión.

- Dos carriles de 3.65 m. (uno por sentido).
- Dos carriles de estacionamiento de 3.00 m. a cada lado.
- Banqueta de 2.00 m. a cada lado del arroyo.
- Ancho total del arroyo 14.00 m.



Sección Tipo VI.- Para circulación en dos sentidos.

- Seis carriles de 3.65 m. c/u (Tres por sentido).
- Separador central de 8.00 m.
- Banqueta de 2.00 m. a cada lado del arroyo.



Conocidas las secciones tipo y sus características geométricas - del proyecto se propone hacer una reestructuración de la circulación - de acuerdo con la eficiencia real de la capacidad física de las calles - y su distribución con la clasificación vial hecha; así como la pavimentación total de las calles que forman la vialidad primaria.

Proposiciones de las secciones anteriores para algunas calles que integran el sistema vial, se muestran en las siguientes tablas:

a) Red Vial Primaria.

C A L L E	SECCION TIPO	CIRCULACION		ESTACIONA MIENTO
		UN SENTIDO	DOS SENTIDOS	
Hermosillo	IV	E - W	0	ambos lados
Nogales	IV	W - E		ambos lados
Reforma	I		E-W y W-E	ambos lados
Insurgentes	I		E-W y W-E	ambos lados
Puerto Rico	II	E - W		un lado
5 de Febrero	II	W- E		un lado
Paseo Chulavista	I		E-W y W-E	ambos lados
John F. Kennedy	I		E-W y W-E	ambos lados
Jesus García	I		E-W y W-E	ambos lados
Los Sauces	I		E-W y W-E	ambos lados
5 de Mayo	I		Circuito	ambos lados
Veracruz	I		Circuito	ambos lados
Villaseñor	I		Circuito	ambos lados
Aguascalientes	I		Circuito	ambos lados
Pemex	III	E - W		prohibido
Circunvalación	I		E-W y W-E	ambos lados
Sierra Madre Occ	I		E-W y W-E	ambos lados
Nevado de Colima	I		E-W y W-E	ambos lados
Maclovio Herrera	II	S - N		un lado
Buenos Aires	I		E-W y W-E	ambos lados
Carranza	II	S - N		un lado

b) Red Vial Zona Centro.

Como es la zona más antigua de la ciudad, se conservaron las secciones transversales con sus características geométricas actuales, so lo se hará una reestructuración de los sentidos de circulación en sus calles para distribuir los flujos de tránsito y además en algunas ca - lles se suprimirá el estacionamiento.

CALLE	SECCION		CIRCULACION		ESTACIONA- MIENTO
	TIPO	UN SENTIDO	DOS SENTIDOS		
Ingenieros		S - N			un solo lado
Hidalgo		N - S			un solo lado
Alvaro Obregón			N-S y S-N		prohibido
López Mateos		N - S			prohibido
Internacional			E-W y W-E		prohibido
Campillo		W - E			un solo lado
Pierson		E - W			un solo lado
Allende		N - S			ambos lados
Vázquez		W - E			un lado
Porfirio Díaz			W-E y E-W		ambos lados
Torres			W-E y E-W		ambos lados
Juárez		N - S			prohibido

c) Vialidad del tránsito de paso.

Como se mencionó en el Tema II.2.3, la vialidad del tránsito de paso está compuesta por dos rutas:

a.- El Libramiento Periférico Poniente

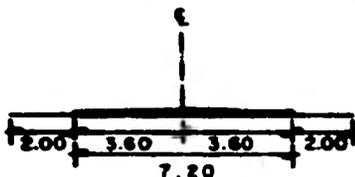
b.- Av. Alvaro Obregón, Plutarco Elías Calles y Adolfo Ruiz Cortines

Para la primera ruta se propone una sección compuesta por dos cuerpos que se construirán en dos etapas, quedando éstas de la siguiente forma:

Etapas I.- Dos carriles de 3.60 m. c/u (uno por sentido).

Acotamiento de 2.00 m. a cada lado.

Ancho total del arroyo 7.20 m.



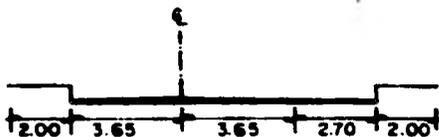
Etapa II.- Se construirá cuando se llegue a la capacidad de la sección de la Etapa I, de tal manera que se tengan dos carriles por sentido con un separador central de 1.20 m.

Cuatro carriles de 3.60 m. (dos por sentido).
Acotamiento de 2.00 m. a cada lado.
Faja separadora de 1.20 m. (Camellón).

Para la segunda ruta se proponen las siguientes modificaciones:

Av. Alvaro Obregón.- Se propone cambiar a un solo sentido N-S a - partir de la calle Torres hasta la calle Tepic con una sección tipo II com puesta por:

Dos carriles de 3.65 m (un solo sentido).
Estacionamiento de un solo lado en 2.70 m.
Banquetas de 2.00 m.



Av. Plutarco Elías Calles y Adolfo Ruiz Cortines.- Estas vías co rren paralelas, separadas únicamente por la vía del ferrocarril, se propone hacer de ellas un par vial, de manera que la circulación de la Av.- Plutarco Elías Calles sea de N-S, y el de la Av. Adolfo Ruiz Cortines se circule de S-N en el tramo comprendido de la calle Tepic hasta la Adua na Internacional. La sección propuesta es del tipo VI, cuyas caracte rísticas se tienen al principio de este tema.

Para completar el tema se anexa un plano con los sentidos de circu lación de las calles que se propusieron para conformar esta nueva vía - lidad en la ciudad de Nogales. (Plano No. 12)

III.2

Remodelación del Acceso Principal

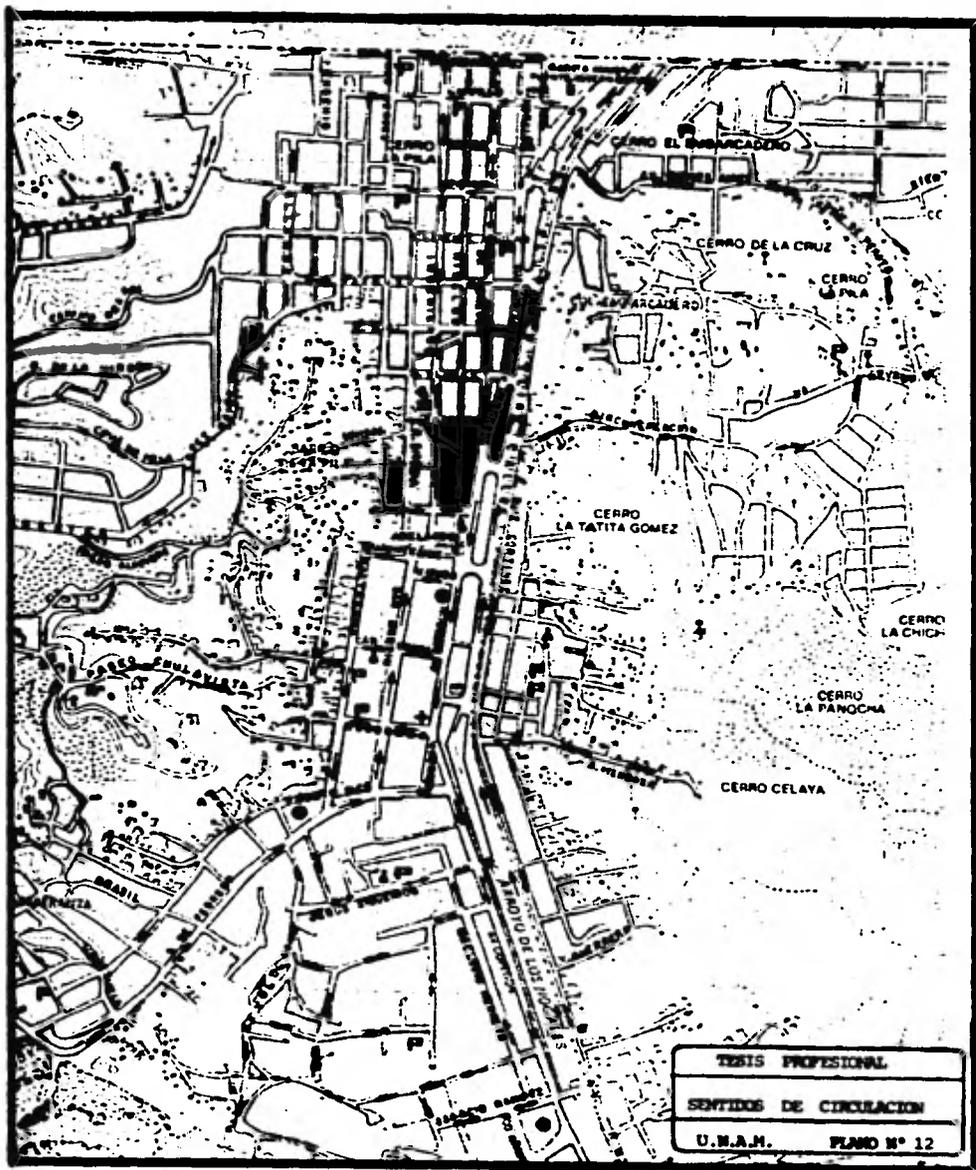
La Ciudad fronteriza de Nogales, ha visto incrementado su tránsito como consecuencia del desarrollo propio de la zona, de nuevos asentamientos humanos de la instalación de plantas maquiladoras y de áreas industriales en las zonas aledañas de la ciudad.

Lo anterior trajo como consecuencia un aumento considerable en el tránsito, principalmente en el tramo comprendido desde el Km. 265+000 al Km. 269+178 de la carretera, en el cual se observa un nivel de servicio tipo D. Por esta razón se estudio la posibilidad de ampliar la carretera a cuatro carriles de circulación, dos en cada sentido, con una sección para camino Tipo Especial, estando constituido de la siguiente manera:

- Un cuerpo derecho denominado Cuerpo "A" (Camino actual).
- Un cuerpo izquierdo denominado Cuerpo "B" (Camino Nuevo).
- Faja separadora central de ancho variable.
- Una calle lateral de servicio (Zona Industrial).

El Cuerpo "A" estará separado del cuerpo "B" por un camellón central de ancho variable (5.00 m. a 24.00 m) según el caso, debido a las modificaciones que se puedan tener en el eje de trazo o el eje de proyecto. La longitud del tramo con los dos cuerpos será de aproximadamente 10 Kms.

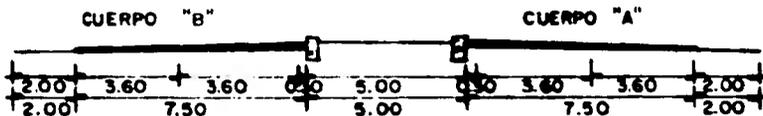
La calle lateral de servicio se ubicará al lado derecho del cuerpo "A" separada de éste por un camellón lateral, con un ancho constante de 3.50 m.; la calle tendrá una longitud aproximada de 2.0 Km., abarcando desde el entronque "Maquiladoras I" (Km. 265+800) hasta el entronque "Estación" (Km. 267+260).



TESIS PROFESIONAL
SENTIDOS DE CIRCULACION
U.N.A.M. PLANO N° 12

Las secciones de proyecto para los cuerpos "A", "B" y Calle de servicio son:

- Cuerpo "A".** - Dos carriles de 3.60 m c/u Sentido de circulación Her^{mosillo} a No^{gales}.
 - Acotamiento de 2.00 m. (lado derecho).
 - Ancho de la sección 9.50 m.



- Cuerpo "B".** - Presenta las mismas características geométricas del Cuerpo "A", pero el sentido de circulación es de No^{gales} a Her^{mosillo}.

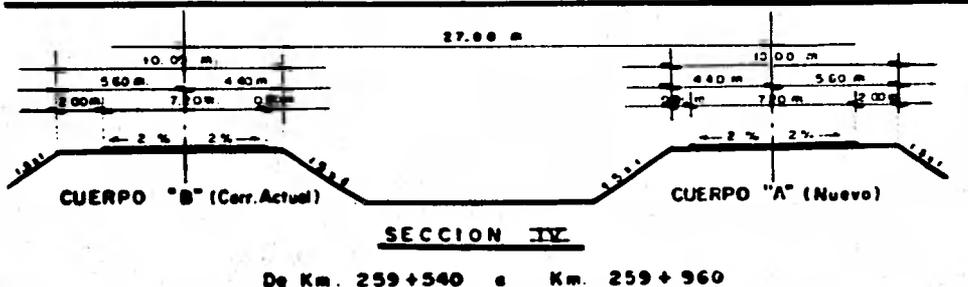
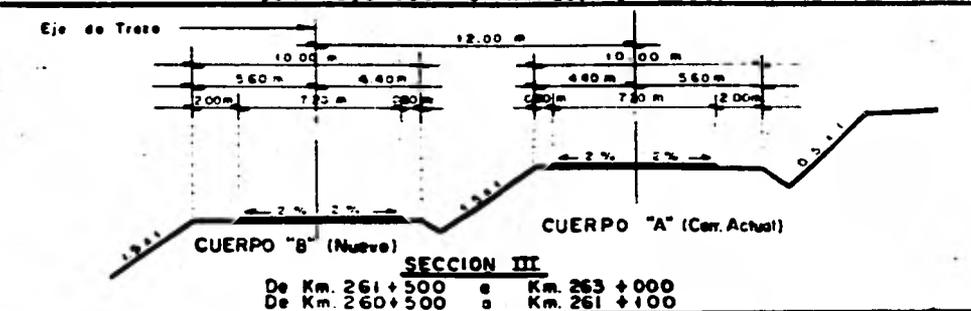
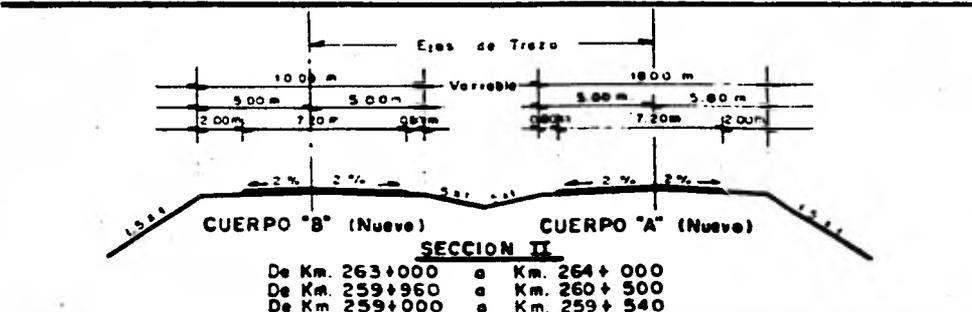
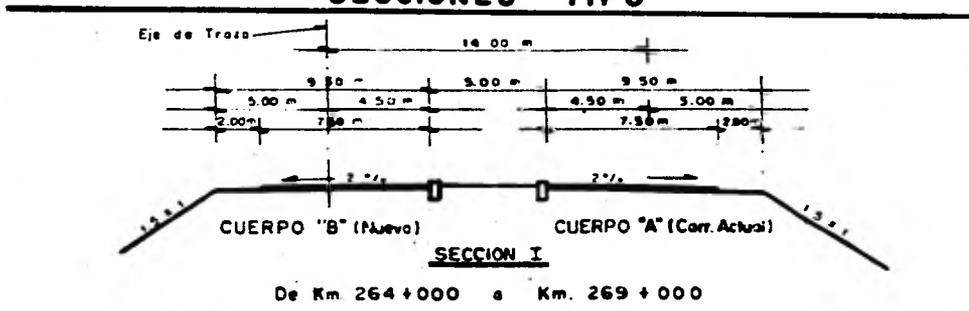
- Calle de Servicio.** - Dos carriles de 3.50 m. c/u. Un solo sentido - de circulación.
 - Franja para estacionamiento en batería de 5.00m
 - Ancho del arroyo de circulación 7.00 m.



III 2. a. Sección del Camino Tipo Especial.

Una vez que se han definido las características geométricas de cada uno de los cuerpos, las integramos en una sección tipo especial, - con sus características geométricas y los tramos donde se ubicarán, - aparecen en los croquis siguientes:

SECCIONES TIPO



III.3. Remodelación de Intersecciones.

En general, dadas las características geométricas de las calles de Nogales, es reducido el número de intersecciones a las cuales es posible realizar un diseño adecuado que resuelva en forma óptima todos los movimientos direccionales, ya sea canalizándolas o controlándolas por medio de semáforos.

Para lograr una remodelación adecuada es necesario contar con el levantamiento topográfico de la intersección, que incluye la planimetría de la zona, así como los volúmenes direccionales y su composición. En base a esta información, se estudiarán las diferentes alternativas de solución y se tomará la más adecuada.

Conviene revisar el actual funcionamiento de la intersección a fin de reducir el número de conflictos posibles, para lo que se juzga conveniente analizar el número de conflictos que pueden crearse en ella, por los tipos de maniobra, como se aprecia en la tabla siguiente:

Número de ramas de doble circulación	Número de Conflictos en los movimientos de la Intersección por tipo de maniobra.			
	Cruce	Convergencia	Divergencia	Total
3	3	3	3	9
4	15	8	8	32
5	49	15	15	79
6	124	24	24	172

En esta tabla se observa que a manera que aumenta el número de ramas, se incrementa el número de conflictos. Si analizamos una intersección de cuatro ramas de doble circulación, vemos que existen 32 puntos de conflictos, de los cuales 16 son del tipo más peligroso es decir, de cruce. La frecuencia de los puntos de conflicto depende del volumen de tránsito que se encuentra en cada trayectoria del flujo.

En Nogales se tomaron dos tipos de alternativas correspondientes a intersecciones simples a nivel e intersecciones canalizadas a nivel. Las intersecciones simples realmente no ameritan ningún trabajo especial, sólo es necesario nivelar el terreno, redondear sus esquinas para mantener la condición de radio de giro mínimo de 15.00 m; con el fin de facilitar la visibilidad, para permitir que los vehículos pasen de un lado a otro.

Esta remodelación es una solución de bajo costo, puesto que se aprovecha lo existente y se reacondiciona, y en algunos casos sólo -

se le añadirá control por semáforo para tener fluidez en las vías que se cruzan.

Dentro de este tipo de intersecciones tenemos las siguientes:

- Av. Alvaro Obregón y Calle Ignacio Ramírez
- Av. Alvaro Obregón y Calle Jesús Siqueiros
- Av. Alvaro Obregón y Calle Torres.
- Av. Alvaro Obregón y Calle Vázquez
- Av. Alvaro Obregón y Calle Escobedo
- Av. Alvaro Obregón y Calle Campillo.

Estas intersecciones hay la necesidad de remodelarlas, ya que los volúmenes que transitan por ellas son elevados llegando a su capacidad según se demostró en los análisis anteriores.

Las intersecciones en las que hay necesidad de realizar un trabajo especial de canalización son las siguientes:

- Entronque "Aeropuerto"
- Entronque "Arboledas "
- Retorno "Encinas"
- Entronque "Fracc. las Terrazas"
- Entronque "Plaza de Toros"
- Entronque "Raquet Club-FOVISSSTE"
- Entronque "Maquiladoras I"
- Entronque " Parque Industrial"
- Entronque " Libramiento Periférico"
- Entronque " Aduana de Carga"
- Entronque " Estación"
- Entronque " Acceso Estación Pasajeros"
- Entronque "Campamento"

La remodelación de estas intersecciones permitirá tener un tránsito canalizado, de manera que a los usuarios no se les presenten varias - decisiones a un mismo tiempo.

Estas intersecciones se complementarán con un señalamiento adecuado para obtener su óptimo funcionamiento, de tal manera que se puedan encauzar los movimientos en la dirección debida y separar los conflictos.

Este tipo de solución es de alto costo, pues se trata de sacar el - mejor partido a lo que se tiene, con ciertos cambios necesarios como son: ensanchamiento de carriles, carriles de abrigo para retorno y - vuelta izquierda, isletas, etc. Esto proporcionará un ahorro en pérdidas económicas por accidentes viales debido a malas canalizaciones.

III.3.1 Solución Concreta y detallada de una Intersección

En este punto se tratará la solución del entronque "Plaza de Toros" de la vialidad principal de Nogales.

Una vez estudiados los anteproyectos de un entronque y definida la mejor alternativa, es necesario llevar a cabo el proyecto definitivo consistente en la elaboración de los planos requeridos para su construcción.

Estos planos deben mostrar en detalle el alineamiento horizontal y vertical, el proyecto de las secciones de construcción, el movimiento de terracerías, los límites del derecho de vía y el señalamiento definitivo. Para este fin se elaboran 5 planos.

- 1.- Planta General
- 2.- Planta Constructiva Complementaria
- 3.- Perfiles
- 4.- Secciones de Construcción
- 5.- Planta de Señalamiento.

Desarrollo del Proyecto

1.- Planta General.

La Planta General de un proyecto es el plano principal en la que se representan, a una escala apropiada (generalmente 1:500), los datos necesarios para poder trazar en el campo, los ejes calculados de las diferentes ramas que componen el entronque.

1.1.- Resolución Geométrica del Entronque.

Con base en el anteproyecto aprobado se sitúan los ejes de cada rama, estos ejes comprenden el camino principal, el secundario y los ramales de vuelta, viendo la conveniencia de colocarlos en el centro o en las orillas de cada rama. Como existen los datos originales del camino actual (Cuerpo "A"), se respetarán la posición del eje y su sistema de coordenadas.

Se calculan cada uno de los ejes obteniéndose sus cadenamientos y coordenadas de los puntos donde se intersectan.

Se calculan las curvas horizontales definiendo sus puntos principales y sus elementos: grado de la curva, radio de la curva, subtangente, deflexión, longitud de curva, etc.

La determinación exacta de los ángulos, rumbos, tangentes, sub-tangentes, longitudes de curva y deflexiones, se deberán obtener analíticamente aplicando la trigonometría para tratar de simplificar el problema, ejemplo:

Datos para el Proyecto.

Distancia del eje de la carretera actual al lindero del derecho de vía.	20.00 m.
Ancho destinado al derrame del talud derecho del cuerpo "A".	<u>5.00 m.</u>
Distancia disponible.	15.00 m.
Distancia del hombro al eje del cuerpo "A".	<u>5.00 m.</u>
Distancia al eje del camino actual.	10.00 m.
Distancia entre eje del cuerpo "B" y el eje del camino actual.	<u>14.00 m.</u>
Distancia total entre ejes.	24.00 m.
Velocidad de Proyecto.	70 Km/hr
Velocidad de Operación.	50 Km/hr

Se decidió modificar el trazo del cuerpo "A" a partir del PC=263 + 893.13 una distancia de 88.77 m. conservando el rumbo de N 52°57' E hasta intersectar el nuevo eje en el PI= 263+981.90 teniéndose una deflexión de 14°38' izq. para mejorar el alineamiento y alojar los carriles de aceleración y desaceleración en la franja del separador central.

A partir del PI = 263+981.90 el eje lleva un rumbo de N 38°19' E hasta el PI = 264 + 428.22, donde se tiene una deflexión de 24°39' - Izq. para tomar un rumbo de N 13°40' E hasta el PI= 264+714.33, de este punto cambia a un rumbo de N 9°26' E con una deflexión de 4°14' Izq., hasta intersectar al eje del camino actual en el PI=264+349.77 con deflexión de 4°14' De:.

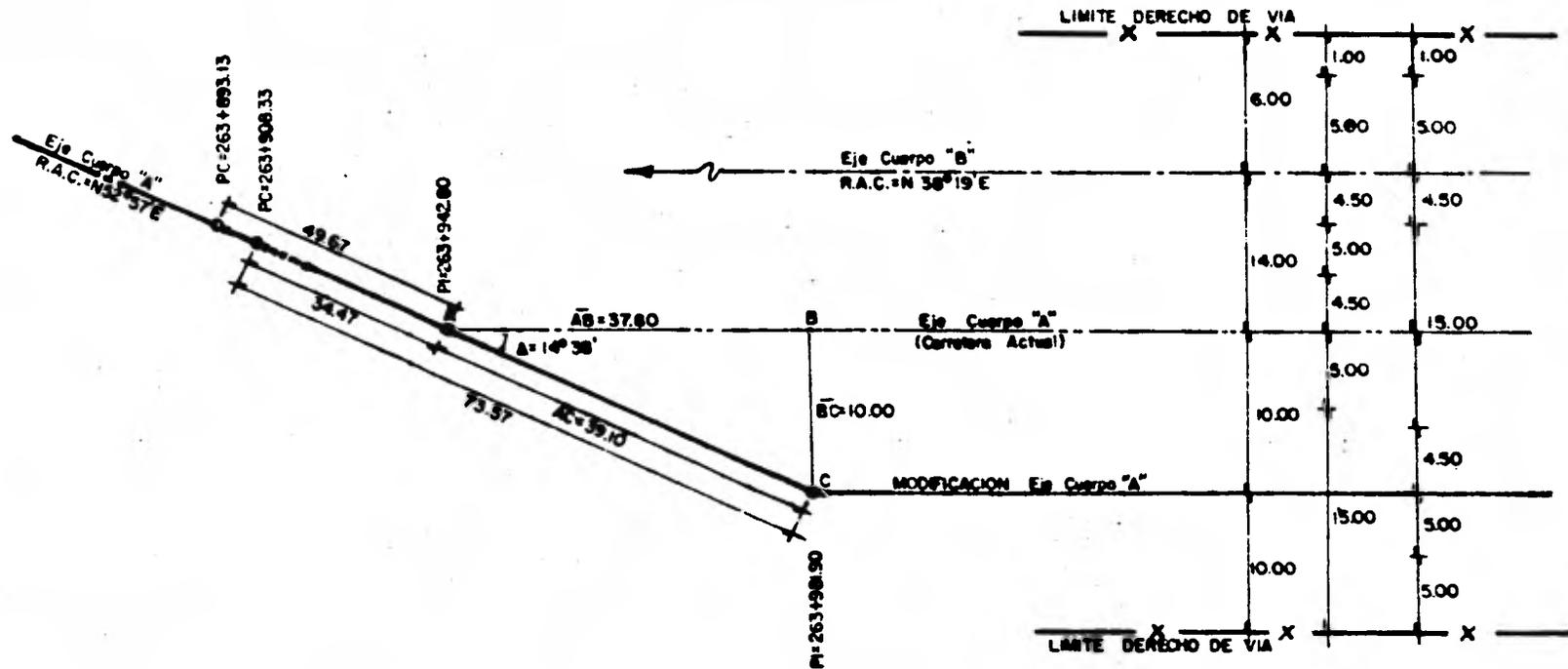
En este tramo quedará ubicado el retorno "Plaza de Toros" y el entronque "Raquet Club-FOVISSSTE".

Conocidos los Puntos de Inflexión y sus respectivas deflexiones, calcularemos las curvas horizontales de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$G_c = \frac{1145.9156}{R_c}$$

$$ST = R_c \text{ tang. } \frac{\Delta}{2}$$

$$I_c = 20 \times \frac{\Delta}{G_c}$$



PLANO N° 13

DIBUJO DE LOS EJES Y CADENAMIENTOS .

Los valores obtenidos para cada una de las curvas, son los que se muestran en la tabla siguiente:

DATOS DE CURVAS

Cuerpo	Curva #	Pi	Δ_c	Gc	ST	Lc	Rc
A	1	263+981.90	14°38'	2°00'	73.57	146.33	572.96
B	2	264+422.98	24°39'	4°00'	62.60	123.25	286.48
A	3	264+428.22	24°39'	3°41'	67.84	133.64	310.48
A	4	264+714.33	4°14'	2°04'	20.43	40.83	552.78
A	5	264+949.77	4°14'	1°42'	24.85	48.68	672.37

Con los datos que se tienen se calculan las coordenadas del eje de proyecto, partiendo para ello de un punto previo, con el cual se obtuvieron sus coordenadas al proyectar el trazo definitivo; las coordenadas nos serán de gran ayuda para el dibujo de la Planta General del Entronque y además facilitarán los trabajos de trazo en el campo. Se anexa hoja del cálculo del trazo definitivo del Entroque y sus coordenadas.

1.b.- Dibujo de los ejes y cadenamientos

Una vez calculados los ejes que en conjunto forman el entronque y a los cuales se referirá todo el proyecto, se dibujan los ejes a escala 1:500, entintándolos en rojo, marcando con pequeñas rayas transversales cada estación e indicando los cadenamientos a cada cien metros. Asimismo se indican los cadenamientos de los puntos principales de los elementos de cada curva y ramal, así como las distancias que separan a los ejes en sus puntos de liga. Se complementa la planta indicando con tinta roja los rumbos, las tangentes y las deflexiones. (Ver plano No. 13)

1.c.- Verificación y cálculo de los anchos de carpeta

El anteproyecto aprobado debe de consignar los anchos de carpeta en los puntos importantes del entronque sobre todo en las curvas, estos anchos deben estar basados de acuerdo a lo que especifica el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de la SAHOP; el cual nos muestra diferentes casos de operación en un carril y sus distintas condiciones de tránsito, los anchos para curvas dependen directamente del radio de la curva. Una vez que hemos verificado los anchos en los puntos claves, se procede al cálculo de las transiciones para cambiar de un ancho a otro; el proceso consiste en calcular en cada estación el aumento en el ancho de carpeta siguiendo una variación lineal entre dos cadenamientos prefijados.

CALCULO DE COORDENADAS DEL TRAZO DEFINITIVO

TESIS PROFESIONAL

Hoja Nº 1 de

OBRA VIAL MEXICO - NOGALES
 TRAMO HERMOSILLO - NOGALES
 SUBTRAMO ENTRONQUE: "PLAZA DE TOROS-BAQUET CLUB-FOVISSSTE"

DE km 264 + 000.00 A km 269 + 000.00
 ORIGEN HERMOSILLO, SONORA

ESTACION	PUNTO OBSERVADO	SUB-TANGENTE ATRAS	TANGENTE	SUB-TANGENTE ADELANTE	DISTANCIA	DEFLEXIONES		RUMBO ASTRONOMICO CALCULADO	PROYECCIONES					COORDENADAS		
						ISO.	DEF.		EONO	+E	-W	COENO	+N	-S	X	Y
	PT=264+298.69 (b)							S 28° 19' W							50 161.010	50 203.963
	PT=264+298.69 (a)				24.00	90°00'		S 21° 41' E							50 179.841	50 188.883
	PT=264+298.69 (a)		100.69		100.69	90°00'		N 28° 19' W							50 242.268	50 267.884
	PC=264+260.28 (a)			67.84	67.84			N 28° 19' E							50 284.329	50 324.111
	PT=264+428.22 (a)														50 300.260	50 387.031
	PT=264+428.22 (a)			67.84	67.84	24°33'		N 13° 40' E								
	PT=264+428.22 (a)				24.00	90°00'		N 76° 20' W							50 399.038	50 392.903
	PT=264+428.63 (b)		62.60		62.60	90°00'		S 18° 40' E							50 262.250	50 331.080
	PT=264+428.38 (b)		62.60		62.60		24°34'	S 38° 19' W							50 223.438	50 282.764
	PC=264+280.38 (b)			100.69	100.69			S 38° 19' W							50 161.010	50 203.963
	PT=264+428.63 (b)														50 273.038	50 382.903
	PT=264+600.00 (a)		116.37		116.37			N 13° 40' E							50 304.835	50 308.788
	PT=264+600.00 (a)		40.75		40.75			N 13° 40' E							50 344.163	50 348.381
	PT=264+600.98 (a)				24.008		88°33'	S 77° 47' E							50 337.627	50 340.301
	PT=264+600.98 (a)		157.73		157.73			S 13° 40' W							50 300.260	50 387.037
	PT=264+600.98 (a)				24.00		90°00'	N 76° 20' W							50 273.038	50 382.908
	PT=264+600.98 (a)														50 314.163	50 348.381
	PT=264+640.95 (a)		220.41		220.41			N 13° 40' E							50 366.463	50 382.282
	PT=264+820.86 (b)				14.00		90°00'	S 76° 20' E							50 373.973	50 388.361
	PT=264+820.86 (a)		24.85		24.85		90°00'	S 13° 40' W							50 378.901	50 371.808
	PC=264+849.77 (a)		24.85		24.85	4°14'		S 9° 26' W							50 383.829	50 387.234
	PC=264+824.92 (a)		90.43		90.43			S 9° 26' W							50 388.046	50 418.320
	PT=264+934.73 (a)		20.43		20.43			S 9° 26' W							50 381.628	50 528.187
	PT=264+934.33 (a)		20.43		20.43	4°14'		S 13° 40' W							50 346.871	50 378.318
	PT=264+682.90 (a)		83.12		83.12			S 13° 40' W							50 387.628	50 340.303
	PT=264+684.78 (a)				24.01			N 77° 47' W							50 314.161	50 348.383

CALCULO _____
 FECHA _____

REVISO _____
 FECHA _____

APROBO _____
 FECHA _____

1.d.- Cálculo de los Retornos en "U".

El proyecto de los retornos debe de hacerse con base en el tipo de los vehículos que dan vuelta, para lo cual debe elegirse un vehículo de proyecto para establecer el patrón de los movimientos de vuelta y de cruce, comprobándose si vehículos mayores pueden dar la maniobra de vuelta en "U", para así poder definir el ancho de la calzada de manobra y la forma del remate de la faja separadora.

En nuestro proyecto se seleccionó un remate en forma de punta de bala para un vehículo DE-1220.

Se escogió el remate en punta de bala porque presenta una gran ventaja respecto al semicircular, ya que el control sobre el vehículo y la apariencia mejoran, además de que el área pavimentada es menor y el diseño nos proporcionará un área de protección dentro de los límites del ancho de la faja del separador central.

El proceso de cálculo es el siguiente:

Datos: $R = 15.00$ m. Radio mínimo de giro.
 $R_1 = 30.00$ m. Radio de la curva de la orilla del remate.

Determinación de M (Anchura de la faja separadora).

Separación entre ejes : 24.00 m.
 Menos anchos de carriles
 $2 (0.60 + 3.60 + 3.05)$: 14.50 m.

$$M = 9.50 \text{ m.}$$

$$R_2 = \frac{M}{S} = \frac{9.50}{5} = 1.90 \text{ m. (radio de la punta de remate)}$$

$$\Delta = \cos^{-1} \frac{R_1 - \frac{M}{2}}{R_1 - R_2} = \frac{30.00 - 4.75}{30.00 - 1.90} = \frac{25.25}{28.10} = 0.8986$$

$$\Delta = \cos^{-1} (0.8986) = 26.028^\circ = 26^\circ 01' 42''$$

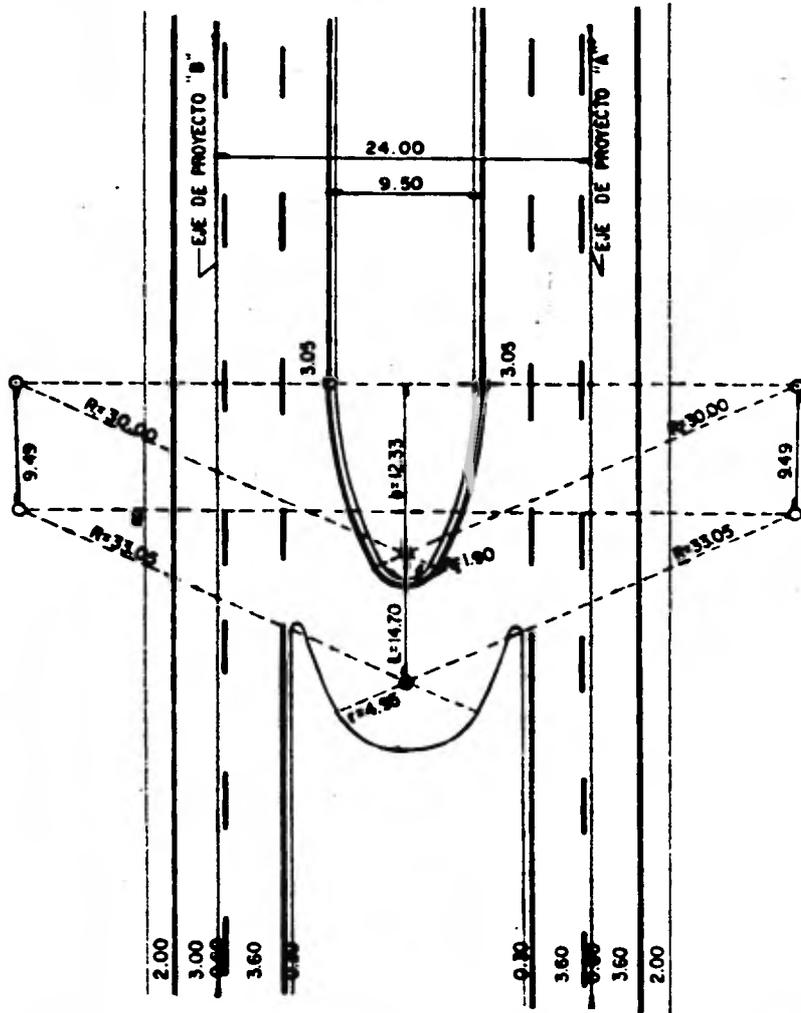
$$\text{Sen} \Delta = \text{Sen } 26.028^\circ = 0.4388$$

$$b = R - (R_1 - R) \text{ Sen } \Delta = 15 + (30 - 15) \times 0.4388 = 21.58 \text{ m.}$$

$$L = 2 (R - R_2) (1 - \text{Sen } \Delta) = 2 (15 - 1.90) (1 - 0.4388) = 14.70 \text{ m}$$

El cadenamamiento del centro de R_2 para los retornos es:

CROQUIS DEL RETORNO I y II



TESIS PROFESIONAL

FIG. No. 1

$$\text{Centro de } R_2 = b - \left(\frac{L}{2} + R_2 \right) = 21.58 - \left(\frac{14.70}{2} + 1.9 \right) = 12.33 \text{ m.}$$

Para el Retorno I el cadenamamiento es:

$$\text{Est. (264+259.69) - 12.33 = Km. 264+247.36}$$

Para el Retorno II es:

$$\text{Est. (264+520.00) + 12.33 = Km. 264+532.33}$$

El ancho de la calzada será de 12.00 m. a pesar de que en la tabla 11-H del Manual de Proyecto Geométrico; donde se tomó para el caso - II y la condición B, un ancho de 8.00 m.; no obstante que en dicha tabla el ancho requerido es el menor.

2.- Planta Constructiva Complementaria

En esta planta se indican todos los datos que complementan el proyecto horizontal del entronque, como son los anchos y los cadenamamientos en los puntos de variación y de liga.

Esta planta sirve de guía al proyecto de las secciones de construcción, puesto que es en esta etapa en la que se separan en la forma más adecuada los límites entre los diferentes ramales para permitir el estudio de las sobreelevaciones.

Para poder apreciar con exactitud los límites y el área de cada ramal es aconsejable iluminarlos en colores contrastantes y además distinguirlos con algunas claves para que se identifiquen con facilidad los ramales.

Los límites de los ramales se definen con líneas rectas y el cadenamamiento respectivo, para así evitar confusiones al constructor al interpretar el plano.

En la mayoría de los casos los cadenamamientos en los límites de los ramales se calcularon trigonométricamente y algunos por su dificultad - en los cálculos se determinaron gráficamente.

Otra finalidad de la planta constructiva es indicar la forma en que van variando los anchos de corona debido a que se tienen carriles de - aceleración y deceleración, se indica también las variaciones en - los anchos de acotamiento y las zonas de transición en los anchos de los carriles de una curva.

Relaciones de la sobreelevación para curvas en intersecciones.
Rango en valores de proyectos.

Radio (m)	Grado de Curvatura	Rango de la relación de sobreelevación (de Metro por Metro) para curvas en intersecciones con velocidad de proyecto de 1000					
		25 y 30	40	50	60	55	65
15.25	—	0.02-0.12	—	—	—	—	—
27.45	31.7°	0.02-0.07	0.02-0.12	—	—	—	—
45.75	23.0°	0.02-0.05	0.02-0.06	0.02-0.12	—	—	—
70.15	16.3°	0.02-0.04	0.02-0.05	0.02-0.03	0.03-0.12	—	—
94.53	12.1°	0.02-0.03	0.02-0.04	0.03-0.03	0.03-0.05	0.03-0.12	—
131.15	3.7°	0.02-0.02	0.02-0.03	0.03-0.05	0.04-0.07	0.03-0.05	0.03-0.12
183.00	6.3°	0.02	0.02-0.03	0.02-0.04	0.03-0.05	0.03-0.07	0.07-0.03
303.00	3.7°	0.02	0.02-0.03	0.02-0.03	0.03-0.04	0.04-0.05	0.03-0.03
457.50	2.5°	0.02	0.02	0.02	0.02-0.03	0.03-0.04	0.04-0.03
610.00	1.9°	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02-0.03	0.03-0.04
815.00	1.2°	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02-0.03

NOTA: De preferencia se usa una relación de sobreelevación superior a la indicada, en la tercera parte del rango indicado, en lugares donde existe frecuentemente hielo o nieve se usa una relación de la sobreelevación de 0.03 o 0.02

Razón de proyecto para el cambio de pendiente transversal de curvas en intersecciones.

Velocidad de Proyecto Km/h	25 y 30	40	50	55 o más
	Variación de la relación de la sobreelevación (de metro por metro)			
Por Estación de 20.00m	0.052	0.046	0.035	0.032
Por 5.00m de longitud.	0.013	0.011	0.010	0.008

Una vez elaborada la planta constructiva complementaria, se procede a hacer el estudio de las sobreelevaciones correspondientes a las curvas, para lo cual nos valemos de una serie de tablas para determinar las (se anexa la tabla correspondiente).

En la zona de cruce a nivel fue necesario efectuar ciertas modificaciones a esos valores para garantizar un drenaje superficial adecuado y evitar la formación de lomos que hacen molesta la circulación de los vehículos. El estudio se hace en conjunto con los perfiles para evitar problemas en la liga de las rasantes de cada ramal.

3.- Perfiles.

La forma de presentación de los perfiles comprende el perfil longitudinal del terreno en cada uno de los ejes, los datos de la rasante calculados, y la gráfica de curva masa.

3.a.- Cálculo de la rasante del camino principal (Cuerpo "B") En todo entronque debe existir una rasante que nos sirve como base para todo el conjunto, generalmente es la del camino principal la que se usa, sobre todo cuando ya está construido.

El cálculo de la rasante del Cuerpo "B", comprende la determinación de la elevación en cada estación con base a la pendiente y a las curvas verticales. Es de especial interés obtener las elevaciones de los puntos comunes a los otros ejes. Una vez que se calculó la rasante del Cuerpo B procederemos a calcular la rasante del otro cuerpo del camino, es decir, calcularemos las elevaciones de los puntos del eje del cuerpo "A"; puesto que ya no emplearemos la rasante del camino actual ya que desechamos ese tramo ya construido debido a que así nos lo dictó el proyecto del entronque de acuerdo a su geometría. Determinada la rasante del cuerpo "A" calculamos las cotas obligadas de los retornos y ramales, para lo cual habrá necesidad de afinar el estudio de las sobreelevaciones, puesto que de las cotas obligadas depende la sobreelevación correcta.

La rasante de un ramal común al eje principal, tendrá que respetar las elevaciones de éste en las zonas de liga y verse obligado a pasar por la cota que resulte de sumar algebraicamente a su elevación el valor obtenido al multiplicar su distancia al eje principal por el valor de la sobreelevación. Estas operaciones se realizan sobre la forma para liga de rasantes la cual anexamos a continuación.

Una vez determinadas las cotas de los puntos obligados en las zonas de liga del entronque procedemos a calcular las rasantes de los ejes de los retornos y ramales respetando los tramos obligados, se procuran tener pendientes lo más suave posible y proporcionándose en los ra-

CALCULO PARA LIGA DE RASANTES

ENTRONQUE "PLAZA DE TOROS-RAQUET CLUB-FOVISSSTE"

CUERPO	ESTACION	ELEVACION	CORRECCION	RAMA	ESTACION	ELEVACION
			LIGA DE RASANTES: RETORNO I			
"A"	264+259.69(a)	76.41	$(4.20 \times 0.02) + (3.35 \times 0.00) = 0.08$	I	0+000.00	76.49
	264+248.30(a)	76.69	$(4.20 \times 0.02) + (5.50 \times -0.019) = 0.02$	I	0+010.00	76.67
"B"	264+247.00(b)	77.08	$(4.20 \times 0.02) + (5.8 \times -0.022) = 0.04$	I	0+020.00	77.04
	264+259.69(b)	76.67	$(4.20 \times 0.02) + (3.35 \times 0.00) = 0.08$	I	0+031.50	76.75
			LIGA DE RASANTES: RETORNO II			
"A"	264+533.42(a)	68.55	$(4.20 \times 0.02) + (3.35 \times 0.00) = 0.08$	II	0+000.00	69.63
	264+540.00(a)	68.40	$(4.20 \times 0.02) + (4.00 \times 0.012) = 0.04$	II	0+006.50	69.44
	264+545.00(a)	68.33	$(4.20 \times 0.02) + (5.50 \times -0.019) = 0.02$	II	0+011.00	68.31
"B"	264+533.85(b)	68.76	$(4.20 \times 0.02) + (6.30 \times -0.022) = 0.05$	II	0+020.00	68.71
	264+520.00(b)	69.10	$(4.20 \times 0.02) + (3.35 \times 0.00) = 0.08$	II	0+031.50	69.19

males la distancia de visibilidad de parada adecuada.

3.b.- Cálculo de las curvas verticales .

La longitud de la curva vertical se determina con la siguiente fórmula:

$$LCV = K (P_s - P_e)$$

donde:

LCV= Longitud mínima de la curva vertical
K= Constante, valor que se obtiene de tablas
P_s= Pendiente de salida
P_e= Pendiente de entrada

Tabla para obtener los valores de K para curvas verticales.

Velocidad	Curva en Cresta	Curva en Columpio
40	5.60	6.90
50	9.69	10.18
60	15.44	14.07
70	22.52	18.11
80	32.67	23.06
90	45.38	28.38
100	62.57	41.44

Ahora, por otro lado podemos calcular las curvas verticales por medio de lo siguiente:

$$n = (P_s - P_e) = \text{número de estaciones}$$

$$K = \frac{P_s - P_e}{10 n} = \text{Corrección.}$$

$$\text{Cota Curva Vertical.} = \text{Cota Tang. Entrada} \pm n^2 K$$

La cota de la curva vertical se obtendrá para cada una de las estaciones a cada 20.00 m. según sea la longitud de la curva que estamos calculando.

3.c. Funcionamiento del Drenaje.

Al proyectar el alineamiento vertical es de vital importancia tener en cuenta la forma en que funcionará el drenaje en la zona del entronque. Hay necesidad de prever el tamaño de las obras para el drenaje transversal de manera que las rasantes permitan su ubicación en el -

terreno, o las ampliaciones que estas requieren en el caso de que estén construídas. En las zonas de ligo de los retornos o el cruce es necesario verificar que las sobreelevaciones proyectadas permitan el drenaje superficial y que éste no se vea interrumpido por las guarniciones para evitar la formación de charcos que resultarían peligrosos para los usuarios y además se destruiría el pavimento.

4.- Secciones de Construcción.

Primeramente es recomendable que las secciones de terreno sean las levantadas en el campo y para ésto es necesario que se traizen los ejes principales del entronque. La presentación de las secciones se hace en papel milimétrico indicando con negro el perfil transversal del terreno y con rojo el proyecto de la sección del cuerpo del camino, estas secciones deberán corresponder según la estación que se seccionó, indicando en las secciones si se trata de un corte o un terraplén.

4.a.- Proyecto de Secciones.

El proyecto de las secciones en terraplén consiste en el cálculo del ancho en subrasante, el cual se obtiene aumentando al ancho normal el sobreancho necesario para que al colocar el revestimiento (base y subbase) se tenga el ancho normal, este sobre ancho depende del espesor del revestimiento, del bombeo o sobreelevación y del talud del terraplén.

La Fórmula del sobreancho es :
$$SA = \frac{ER}{\frac{1}{T} + S}$$

donde:

SA = Sobreancho (en metros)
 ER = Espesor del Revestimiento (en metros)
 T = Talud del terraplén (1 . 5 : 1 , 2 : 1)
 S = Sobreelevación (en centésimos)

Para facilitar los cálculos se elaboraron unas tablas donde los parámetros citados arriba son variables, se anexan esas tablas en este trabajo.

Para el caso de la sección en corte solo se calcula el ancho de la cuneta en subrasante, como sigue:

$$q = C - \frac{ER \times T}{1 + \frac{T}{3}}$$

donde:

q = Ancho de cuneta en subrasante (en metros)
C = Ancho de cuneta en rasante (gral. 1.00 m)
ER = Espesor del revestimiento (en metros)
T = Talud del corte (1/4 x 1, 1/2 x 1, etc)

Nota: La fórmula considera que el talud de la cuneta es de 3 x 1 .

En la tabla que se muestra se indican los valores más comunes de " q " :

ER	T A L U D			
	1 x 1	3/4 x 1	1/2 x 1	1/4 x 1
15	89	91	94	97
20	85	88	91	95
25	81	85	89	94
30	77	82	87	93
35	74	79	85	92

Con el auxilio de la forma para proyecto de secciones (anexa) se facilita el cálculo de los datos necesarios. Estos datos son: El cadenamiento de la estación, la sobreelevación o bombeo para cada sección, el talud de corte o terraplén, el sobreancho y el ancho de cuneta. Estos datos se llenan tanto para el lado derecho como para el izquierdo. En la forma también se anexa una serie de columnas para ir indicando las variaciones tanto en el ancho como en la sobreelevación. Con base a los datos que se asentaron en la forma es posible dibujar la sección del camino en cada estación y además nos mostrará la variación de la sobreelevación y el ancho requeridos.

4.b.- Cálculo de la Curva de Masas .

Una vez que han sido dibujadas las secciones en papel milimétrico se procede a obtener las áreas de terraplén en sus diferentes capas y las áreas de corte en terracerías existentes y en terreno natural, áreas de escarificación , áreas de despalme, etc. El procedimiento más común para la obtención de las áreas de secciones es el del planímetro.

En los entronques existen estaciones en los puntos de liga de los retornos y ramales en los que para fines de cubicación la sección tiene dos tamaños diferentes que se denominan A₁ y A₂; indicando la parte de área que debe considerarse atrás de la estación y adelante de ésta.

Determinadas las áreas de la secciones, éstas se vaciarán en la forma de Cálculo de Subrasante y Curva de Masa (anexa) y se procede-

a calcular los volúmenes de cada estrato de terraplén y de los cortes, se sumarán las áreas consecutivas y se multiplicará por la semidistancia entre estaciones, para obtener los volúmenes. Estos volúmenes se afectan por los coeficientes de abundamiento y se registran en la forma.

Al calcular la ordenada de curva masa se toma en consideración la compensación transversal, como es el caso de las ampliaciones al camino existente, en el que se tiene que cortar parte del terraplén actual para efectuar una buena liga en las terracerías.

En la gran mayoría de los entronques la curva masa indica préstamos de material para formar los nuevos terraplenes por lo que es recomendable sobre todo en los casos en que se proporciona una capa subrasante al calcular una ordenada de curva masa para el material fino solamente. El dibujo de la ordenada de curva masa tanto de terraplenes como la de finos se hace en el plano del perfil, usándose las escalas más convenientes para hacer clara su representación.

4.c.- Compensación de los volúmenes.

Aún cuando para cada retorno y ramal existe un diagrama de curva masa, la compensación debe de hacerse tomando todo el entronque como unidad, se analizará la posibilidad de rellenar terraplenes en una rama con el material procedente del corte de otra o viceversa.

Por lo cual no es posible determinar los acarreo en forma matemática, por que los acarreo podrán ser modificados según se ataquen las ramas y enlaces de retorno.

5.- Planta de Señalamiento.

En esta planta se indica el tipo, tamaño, leyenda y posición de las señales y marcas en el pavimento necesarias para indicar a los usuarios el funcionamiento correcto del entronque y evitar así conflictos.

Las especificaciones que rigen al señalamiento son las que indica el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito editado por la SAHOP.

En la planta se dibujarán fuera de escala las señales preventivas, restrictivas e informativas necesarias, indicando con un símbolo su posición, ya sea por detalle y acotando la distancia a un punto notable del entronque o a otra señal ya referenciada a una estación.

Colocadas todas las señales en la planta se hace una tabla de resumen de señales donde se anotará la dimensión y el tipo de señal de que se trate de acuerdo a la clasificación que proporciona el Manual.

La tabla de resumen de señales del Entronque Plaza de Toros y Raquet-Fovissste es la siguiente:

TIPO	DIMENSION	CANTIDAD	OBSERVACIONES
SP-11	71 x 71	2	
SP-17	71 x 71	2	
SR-6	60 x 60	4	
SR-12	56 x 76	4	
SR-14	60 x 80	2	
SI-15	30 x 180	6	Triple tablero
SI-13	40 x 180	1	Sencilla
SI-18	40 x 180	1	Doble tablero
SI-42	40 x 150	2	
SI-42	56 x 150	2	
M-23	30 x 120	3	

III.4 Semáforos.

De acuerdo a los datos aportados en las hojas de justificación de - instalación de semáforos, se decidió elegir para la ciudad de Nogales - un sistema de control de semáforos de tiempo fijo que permitan la coor - dinación de ellos en seis de sus intersecciones mediante motores de - sincronización.

Se calculó el ciclo para cada una de las intersecciones consideran - do como parámetros los volúmenes direccionales de vehículos, la com - posición del tránsito y las características geométricas, obteniendo así un ciclo de 55 seg. para las tres intersecciones ubicadas al sur de la - Av. Alvaro Obregón, siendo:

- Av. Alvaro Obregón con Jesus Siqueiros
- Av. Alvaro Obregón con Escobedo
- Av. Alvaro Obregón con Ignacio Ramírez

Y otro ciclo de 60 seg. para las intersecciones localizadas cerca - del límite internacional, siendo:

- Alvaro Obregón con Campillo
- Alvaro Obregón con Vázquez
- Alvaro Obregón con Torres y A. López Mateos

A continuación se procede a realizar la programación y la coordina - ción para cada una de las intersecciones controladas por semáforo.

III.4.1 Programación.

Para programar cada uno de los semáforos se tomó como parámetros:

- a) Los volúmenes de tránsito y
- b) Las características geométricas

Conocidos los parámetros anteriores, calculamos el tiempo de dura - ción del ciclo óptimo de semáforos a partir de los siguientes datos ini - ciales:

- 1.- Aforos de tránsito, croquis de la intersección a - analizar.
- 2.- Incremento de los volúmenes: $T_f = T_a (1 + i)^n$.
- 3.- Checar los movimientos direccionales y anchos de los accesos.
- 4.- De volúmenes mixtos a volúmenes equivalentes.
- 5.- Obtención de volúmenes críticos y ubicarlos en los accesos.

- 6.- Fijar los sentidos de circulación para cada acceso.
7.- Proceso de cálculo.

I. Cálculo del ciclo óptimo.

$$G = \frac{1.5(L) + 5}{1 - y}$$

L = N+R; (Tiempo perdido por ciclo)

N = No. de fases

l = retraso de arranque 3.5 y 4 seg.

R = Tiempo de rojo en todas las fases = 0

y = Relación de saturación $y = y_1 + y_2 + \dots + y_n$

II. Distribución del ciclo.

Cálculo del tiempo de ambar.

$$A = 0.8 + \frac{v}{36} + \frac{3.6(s)}{v}$$

s = ancho de acceso

v = velocidad de proyecto

III. Cálculo del tiempo de verde.

(para dos fases)

$$G = \frac{V_1}{V_1 + V_2} (C_0 - A_1 - A_2)$$

G = Ciclo óptimo

A = Ambar

V = Volúmenes críticos

IV.- Ajustar las fases a sus tiempos mínimos, luego hacemos la repartición del ciclo, (con criterio - basado en los volúmenes).

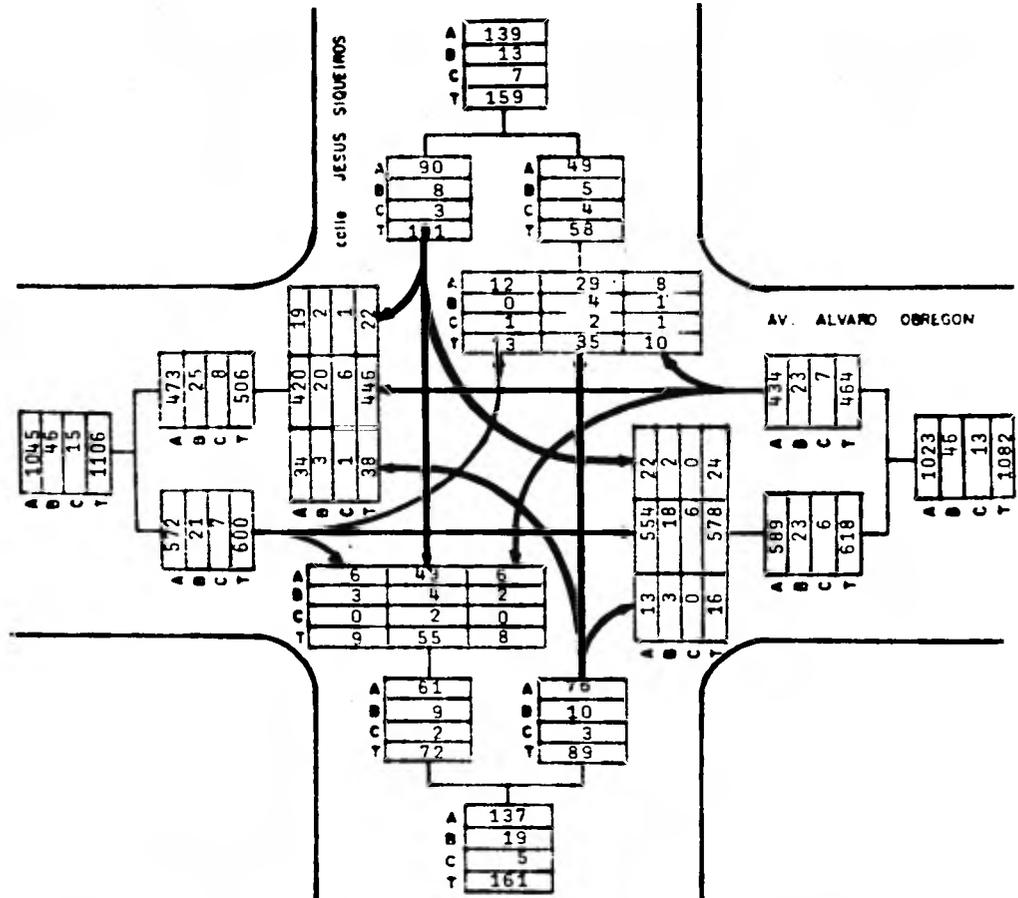
Los factores de ajuste para los movimientos direccionales son:

- Factor de vueltas derechas = 1.4
- Factor de vueltas izquierdas = 1.6
- Factor de frente = 1.5

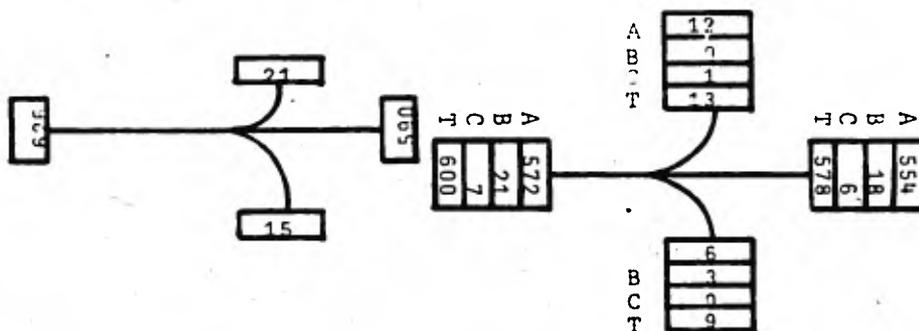
CROQUIS DE LA INTERSECCION

UBICACION: Av. Alvaro Obregón y calle Jesús Siqueiros

RESUMEN GRAFICO DE AFOROS



CALCULO DE LOS VOLUMENES CRITICOS



Se analizaron cada fase con sus tres movimientos direccionales y se ubica en cada uno de los accesos los volúmenes críticos.

FASE "A" Sentido Norte-Sur de la Av. Alvaro Obregón.

- Volumen crítico por vuelta izquierda.

$$VC_I = 12 \times 1.6 + 1 \times 1.5 \times 1.6 = 19.2 + 2.4 = 21 \text{ Veh/hr.}$$

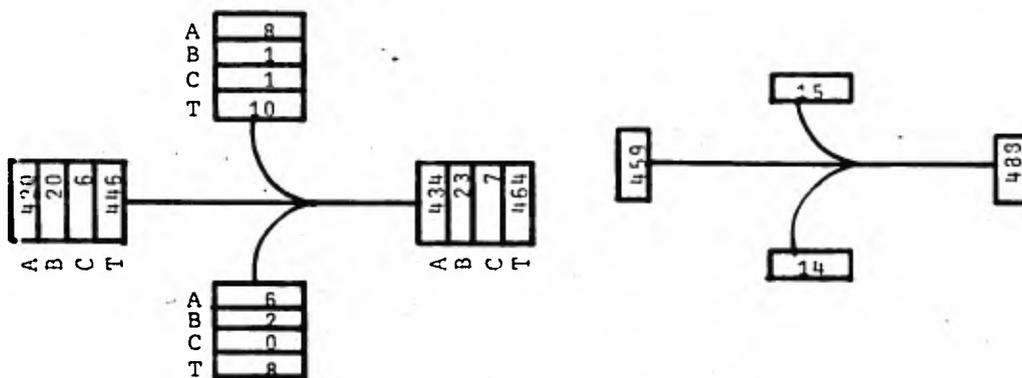
- Volumen Crítico por vuelta derecha.

$$VC_D = 6 \times 1.4 + 3 \times 1.5 \times 1.4 = 8.4 + 6.3 = 14.7 = 15 \text{ Veh/hr.}$$

- Volumen Crítico de frente.

$$VC_F = 554 + 18 \times 1.5 + 6 \times 1.5 = 554 + 27 + 9 = 590 \text{ Veh/hr.}$$

CALCULO DE LOS VOLUMENES CRITICOS



FASE "A" Sentido Sur- Norte , Av. Alvaro Obregón.

- Volumen Crítico por vuelta izquierda.

$$VC_I = 6 \times 1.6 + 2 \times 1.5 \times 1.6 + 0 \times 1.5 \times 1.6 = 14.4 = 14 \text{ Veh/hr}$$

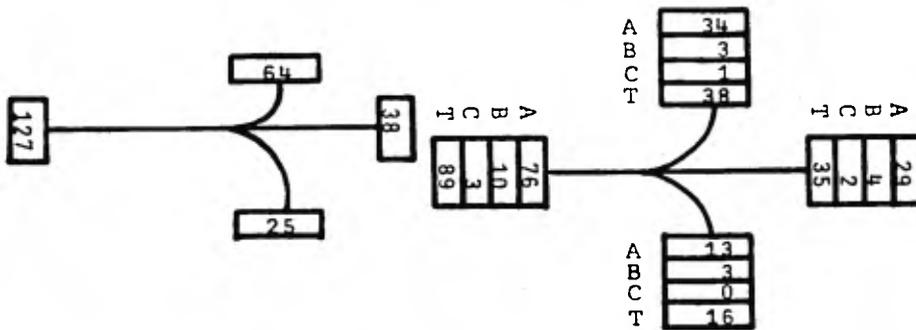
- Volumen Crítico por vuelta derecha.

$$VC_D = 8 \times 1.4 + 1 \times 1.5 \times 1.4 + 1 \times 1.5 \times 1.4 = 15.4 = 15 \text{ Veh/hr}$$

- Volumen Crítico de frente.

$$VC_F = 420 + 20 \times 1.5 + 6 \times 1.5 = 459 \text{ veh/hr.}$$

CALCULO DE LOS VOLUMENES CRITICOS



FASE "B" Sentido Oeste -Este de la Calle Jesus Garcia.

Volumen Crítico por vuelta izquierda.

$$VC_I = 34 \times 1.6 + 3 \times 1.5 \times 1.6 + 1 \times 1.5 \times 1.6 = 64 \text{ veh/hr.}$$

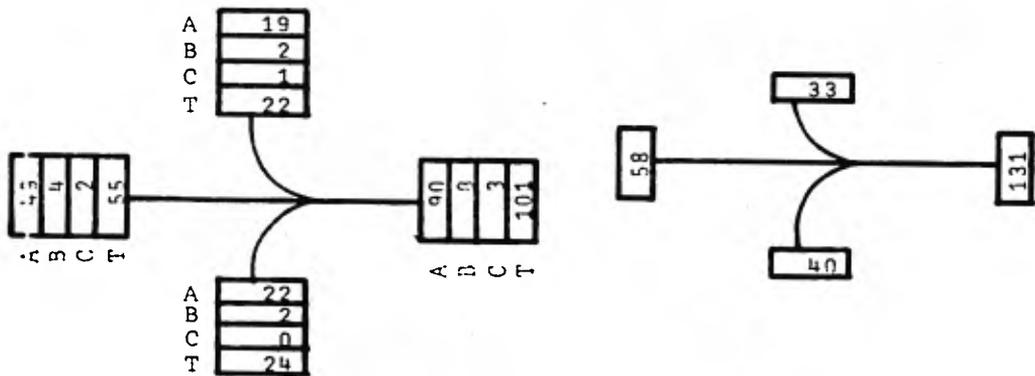
Volumen Crítico por vuelta derecha

$$VC_D = 13 \times 1.4 + 3 \times 1.5 \times 1.4 = 24.5 = 25 \text{ veh/hr.}$$

Volumen Crítico de frente.

$$VC_F = 29 + 4 \times 1.5 + 2 \times 1.5 = 38 \text{ veh/hr.}$$

CALCULO DE LOS VOLUMENES CRITICOS



FASE "B" Sentido Este - Oeste de la Calle Jesus Garcia.

Volumen Crítico por vuelta izquierda.

$$VC_I = 22 \times 1.6 + 2 \times 1.5 \times 1.6 = 40 \text{ veh/hr.}$$

Volumen Crítico por vuelta derecha.

$$VC_D = 19 \times 1.4 + 2 \times 1.4 \times 1.5 + 1 \times 1.4 \times 1.5 = 32.9 = 33 \text{ veh/hr.}$$

Volumen crítico de frente.

$$VC_F = 49 + 4 \times 1.5 + 2 \times 1.5 = 58 \text{ Veh/hr.}$$

Desarrollo del cálculo .

Valores Constantes:

- Número de Fases n = 2
- Retraso de arranque L = 4 seg.
- Flujo de saturación G = 2.1
- Porcentaje del flujo de saturación

$$S = \frac{1}{G} = 0.476 \text{ Veh/seg.}$$

Tiempo de rojo total en todas las fases: R= 0

Relación de saturación: y = V/S

Calculando el ciclo óptimo para una intersección:

Intersección: Alvaro Obregón con J. Siqueiros

Datos:

Volumen en la vía crítica # 1 (Vehículos equivalentes)

$$V_1 = 626 \text{ veh/hr.} = \frac{626 \text{ veh/hr.}}{3\ 600 \text{ seg.}} = 0.174 \text{ veh/seg.}$$

Volumen en la vía crítica # 2 (Vehículos equivalentes)

$$V_2 = 131 \text{ veh/hr.} = \frac{131 \text{ veh/hr}}{3\ 600 \text{ seg.}} = 0.036 \text{ veh/seg.}$$

Obteniendo las relaciones de saturación:

$$y_1 = V_1/s = \frac{0.174}{0.476} = 0.365$$

$$y_2 = V_2/s = \frac{0.036}{0.476} = 0.076$$

$$y = y_1 + y_2 = 0.365 + 0.076 = 0.442$$

$$L = 2(4) + 0 = 8.0$$

Entonces tenemos:

$$C_0 = \frac{1.5(8) + 5}{1 - 0.442} = \frac{17}{0.558} = 30.44 \text{ seg.}$$

Por lo tanto el ciclo propuesto será de 55 seg., para un total de 2 fases, para lograr una programación eficaz en las otras tres intersecciones. Como nota importante el ciclo óptimo más empleado es el de 45 seg. como mínimo, pero en nuestro trabajo dicho ciclo no se adapta para los volúmenes de tránsito con que cuenta la intersección.

Distribución del ciclo ($C_0 = 55$ seg) para la intersección NO. 1

- Cálculo del tiempo de ámba (A) (Acceso Alvaro Obregón) para ambos accesos:

$$A_1 = A_2 = 0.8 + \frac{V}{36} + \frac{3.6(S)}{v}$$

donde:

v = velocidad de proyecto = 40 km/hr

S = ancho del acceso por cruzar = 16.40 m

(Acceso Jesús Siqueiros)

$$\begin{aligned} A_1 = A_2 &= 0.8 + \frac{40}{36} + \frac{3.6(16.40)}{40} = \\ &= 0.8 + 1.11 + 1.476 = 3.39 \text{ seg.} \end{aligned}$$

Por lo tanto se propone un tiempo de ámba de 4 seg. para ambos accesos, puesto que es el máximo tiempo de duración para la luz - - ámba.

- Cálculo del tiempo de verde (G)

$$G_1 = \frac{V_1}{V_1 + V_2} (C - A_1 - A_2) = \frac{626}{626+131} (55-1-4) = \frac{626}{757} (55-4-4)$$

$$= 0.826 (47) = 38.82 \text{ seg.}$$

Por lo tanto se propone como mínimo 32 seg. para la Av. Alvaro Obregón: siguiendo el criterio de que es la vfa que presenta mayor volumen de tránsito y necesita mayor tiempo de desalojo.

$$G_2 = \frac{V_2}{V_1 + V_2} (C - A_1 - A_2) = \frac{131}{626+131} (55 - 4 - 4)$$

$$= 0.173 (47) = 8.13 \text{ seg.}$$

Por lo tanto el lapso que se requiere debe ser como mínimo de 15 - seg., debido a su volumen tan bajo.

Ajustando las fases a sus tiempo mínimos, para hacer una correcta repartición del ciclo, con un criterio basado en los volúmenes de tránsito que se tienen en los accesos:

AV. ALVARO OBREGON CALLE JESUS SIQUEIROS

G = 32 seg.
A = 4 seg.
R = 19 seg.

G = 15 seg.
A = 4 seg.
R = 36 seg.

Total ciclo 55 seg. total ciclo 55 seg.

Para obtener un mínimo de retardos por cada fase se debe incluir el mayor número de movimientos simultáneos. De tal manera que se pueda admitir un mayor volumen de vehículos en la intersección, que debe ser un objetivo permanente que no debe olvidarse de la seguridad y eficiencia.

El mismo procedimiento se sigue para las otras dos intersecciones - que poseen el mismo ciclo de 55 seg.

El "Ciclo óptimo" para las otras tres intersecciones se propuso de - 60 seg., siguiendo el mismo procedimiento citado inicialmente.

Se anexan las formas de programación para cada una de las intersecciones, complementadas con un croquis de la misma, el cual incluye su señalamiento horizontal operacionales que sufrirán sus accesos en cada cruce. (Anexo 4)

III.4.2 Coordinación de semáforos.

Una vez que fueron calculados los ciclos óptimos de las 6 intersecciones, procedemos a efectuar su coordinación.

Las coordinaciones de los semáforos se realizó en dos grupos de tres cada uno, a una velocidad de 35 Km/hr en promedio.

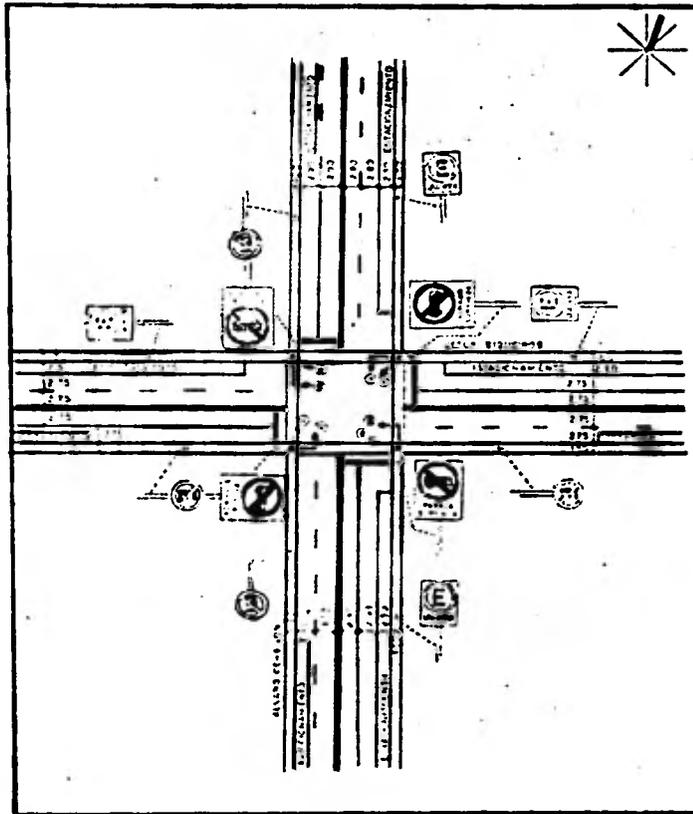
Para la coordinación es necesario realizar diagramas de espacio-tiempo para los dos grupos de semáforos; estos diagramas nos permiten proyectar los defasamientos para obtener un movimiento continuo a lo largo de una arteria y se realiza para ambos sentidos de circulación.

En el diagrama, en el sentido horizontal queda representado el tiempo de duración del ciclo de semáforo con sus divisiones. En el sentido vertical se representa la calle a lo largo de la cual está establecido el sistema de semáforos.

Si simulamos el avance de un vehículo a lo largo de la calle, pueden trazarse líneas diagonales de acuerdo con el tiempo que requieren esos recorridos. Estas líneas, naturalmente, pasarán por la sección correspondiente al color verde del siga. Así puede obtenerse una faja dentro de los límites que permitan el rojo y el ámbar. El ancho de la faja se mide en segundos. De la faja obtenida y con la relación espacio-tiempo se puede calcular la velocidad de cruce para el recorrido. Gráficamente dicha velocidad estará representada por la pendiente de la faja. La eficiencia del diagrama espacio-tiempo puede expresarse en porcentajes, lo que resulta de dividir el ancho mínimo de la faja de movimiento continuo entre la duración del ciclo. Aunque es de desearse una eficiencia entre el 40% y el 55%, frecuentemente se logran un porcentaje que varía entre el 25% y el 40%. En nuestro caso se logró una eficiencia entre el 35% al 45%, siendo ésta del todo aceptable para la coordinación de los dos grupos de semáforos.

Se anexan a continuación los diagramas de espacio-tiempo de los dos grupos de semáforos.

Por último para cada una de las intersecciones analizadas, se procedió a calcular su capacidad para conocer el nivel de servicio al cual operan durante su vida útil.



PROGRAMACION DE SEMAFOROS

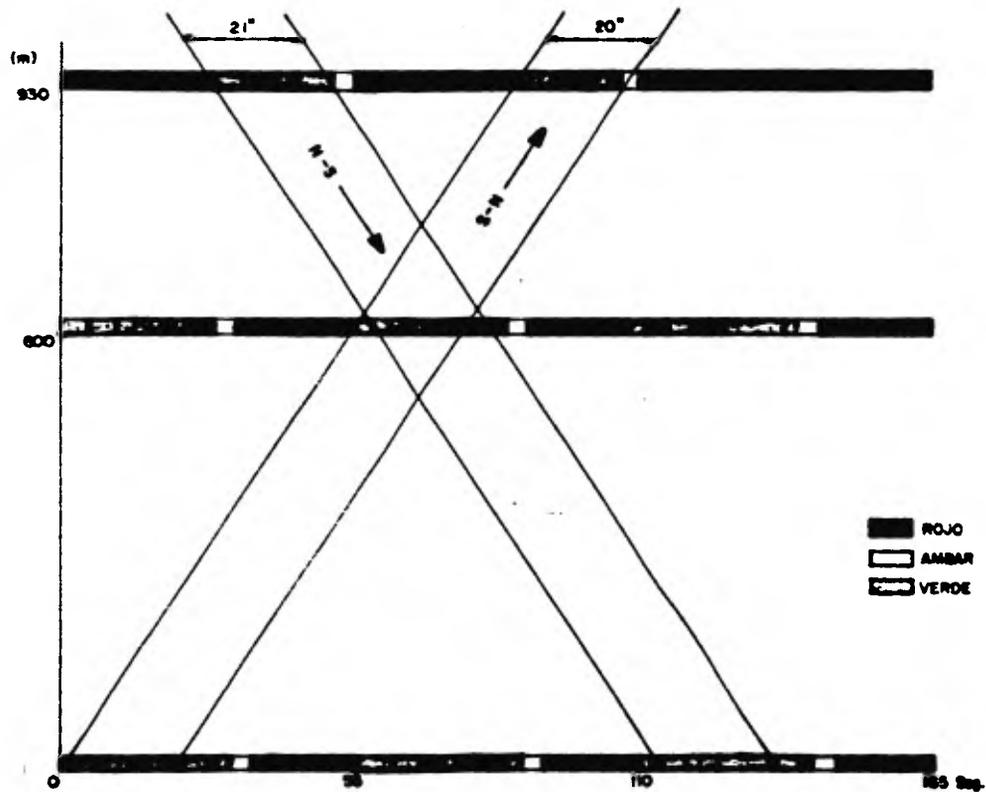
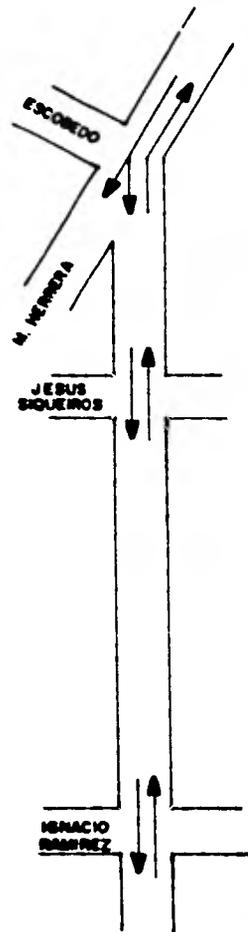
DIRECCION DE TRAFICO	FASE	SEMAFOROS	SEMAFORO N.º 1		SEMAFORO N.º 2	
			VERDE	ROJO	VERDE	ROJO
AV. CENTRAL	SEMAFORO 1	SEMAFORO 2				
	SEMAFORO 3	SEMAFORO 4				
	SEMAFORO 5	SEMAFORO 6				
	SEMAFORO 7	SEMAFORO 8				
SEMAFORO 9						
SEMAFORO 10						
SEMAFORO 11						
SEMAFORO 12						
SEMAFORO 13						
SEMAFORO 14						
SEMAFORO 15						
SEMAFORO 16						
SEMAFORO 17						
SEMAFORO 18						
SEMAFORO 19						
SEMAFORO 20						
SEMAFORO 21						
SEMAFORO 22						
SEMAFORO 23						
SEMAFORO 24						
SEMAFORO 25						
SEMAFORO 26						
SEMAFORO 27						
SEMAFORO 28						
SEMAFORO 29						
SEMAFORO 30						
SEMAFORO 31						
SEMAFORO 32						
SEMAFORO 33						
SEMAFORO 34						
SEMAFORO 35						
SEMAFORO 36						
SEMAFORO 37						
SEMAFORO 38						
SEMAFORO 39						
SEMAFORO 40						
SEMAFORO 41						
SEMAFORO 42						
SEMAFORO 43						
SEMAFORO 44						
SEMAFORO 45						
SEMAFORO 46						
SEMAFORO 47						
SEMAFORO 48						
SEMAFORO 49						
SEMAFORO 50						
SEMAFORO 51						
SEMAFORO 52						
SEMAFORO 53						
SEMAFORO 54						
SEMAFORO 55						
SEMAFORO 56						
SEMAFORO 57						
SEMAFORO 58						
SEMAFORO 59						
SEMAFORO 60						
SEMAFORO 61						
SEMAFORO 62						
SEMAFORO 63						
SEMAFORO 64						
SEMAFORO 65						
SEMAFORO 66						
SEMAFORO 67						
SEMAFORO 68						
SEMAFORO 69						
SEMAFORO 70						
SEMAFORO 71						
SEMAFORO 72						
SEMAFORO 73						
SEMAFORO 74						
SEMAFORO 75						
SEMAFORO 76						
SEMAFORO 77						
SEMAFORO 78						
SEMAFORO 79						
SEMAFORO 80						
SEMAFORO 81						
SEMAFORO 82						
SEMAFORO 83						
SEMAFORO 84						
SEMAFORO 85						
SEMAFORO 86						
SEMAFORO 87						
SEMAFORO 88						
SEMAFORO 89						
SEMAFORO 90						
SEMAFORO 91						
SEMAFORO 92						
SEMAFORO 93						
SEMAFORO 94						
SEMAFORO 95						
SEMAFORO 96						
SEMAFORO 97						
SEMAFORO 98						
SEMAFORO 99						
SEMAFORO 100						

- SIMBOLOGIA**
- SEMAFORO AVANZANTE
 - SEMAFORO DE GIRE DERECHA PROTECTO
 - SEMAFORO DE GIRE IZQUIERDA PROTECTO
 - SEMAFORO DE PEATONES
 - FANAL DE ALTO
 - PASADIZO DE PEATONES
 - FANAL DE CAMBIOS DE CARRETERAS

UNAM

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NODAL EN
AV. ALVARO OBREGON Y AV. DE LA INDEPENDENCIA

TESIS PROFESIONAL
PROGRAMACION DE
SEMAFOROS

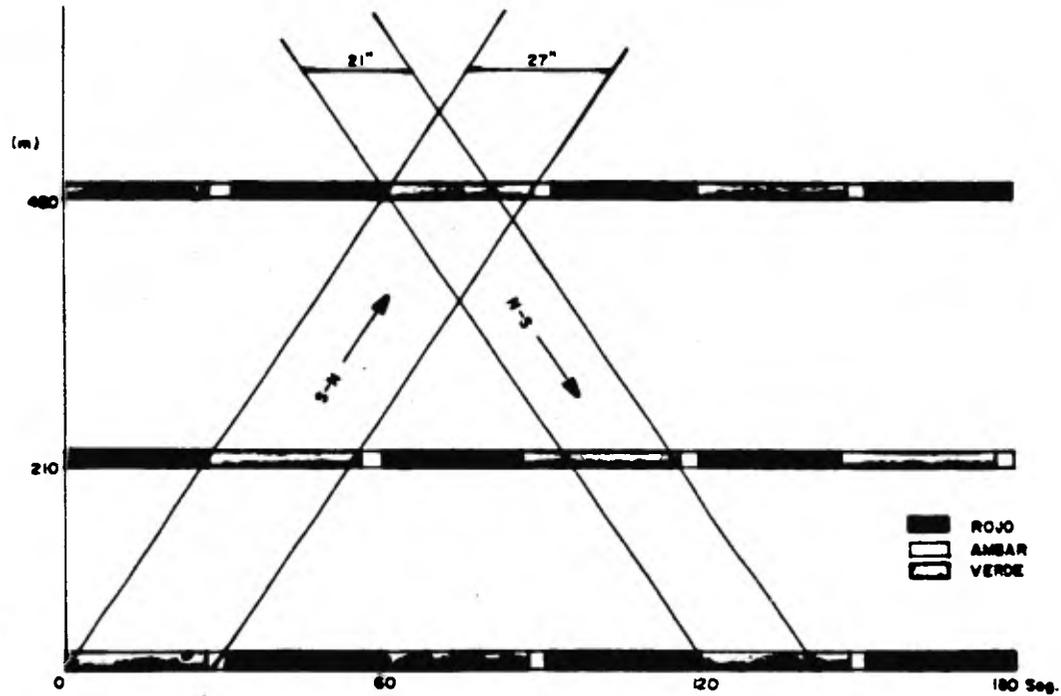
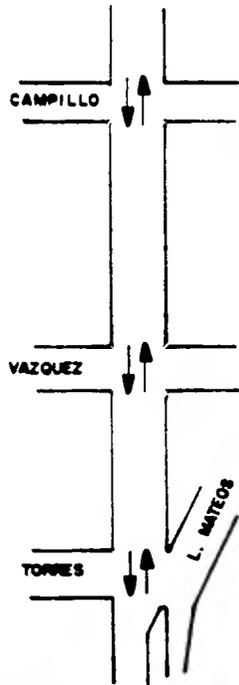


SENTIDO	EFICIENCIA	VELOCIDAD
N-S	38 %	43-Km/h.
S-N	36 %	40-Km/h.

COORDINACION DE SEMAFOROS

Av. Alvaro Obregon.
Nogales, Son.

TESIS PROFESIONAL.



SENTIDO	EFICIENCIA	VELOCIDAD
N-S	35 %	29 Km/h
S-N	45 %	29 Km/h

COORDINACION DE SEMAFOROS

Av. Alvaro Obregon
Nogales, Son.

TESIS PROFESIONAL.

Para este análisis de la capacidad se parte de la información proporcionada en un principio para cada intersección; como resultado se obtuvo que la mayoría de los accesos operan a un nivel de servicio "C" o en su defecto superior a éste.

Se anexan las hojas del análisis de capacidad de las seis intersecciones que se les proyectó control por semáforos

III.5 Señalamiento Propuesto.

Durante los últimos 30 años el acelerado desarrollo del sistema vial de nuestro país y el uso creciente del autotransporte se han traducido - en un constante incremento de los viajes por carretera, al grado de que los usuarios de los caminos han venido a depender cada día más de la existencia de dispositivos de control del tránsito para su protección e información. Tan grande es esta dependencia, que ya es indispensable el uso de dispositivos uniformes tanto en esfera Nacional como Internacional para obtener el máximo rendimiento de cualquier camino.

Por ser Nogales una ciudad fronteriza, transitan por ella una gran cantidad de vehículos provenientes del centro del país y de los Estados Unidos, que requieren de un buen señalamiento para poder circular con seguridad.

El señalamiento, tanto vertical como horizontal, deberá ser lo más completo posible; se le dará mayor importancia a las arterias que forman la vialidad de paso, ya que es por ellas donde se tienen los mayores volúmenes de tránsito y las que presentan un mayor número de conflictos.

En esta vialidad las señales informativas serán del tipo de bandera y doble bandera en las principales intersecciones y en los retornos de la carretera, ya que son en estos puntos donde el usuario requiere mayor información y claridad, con lo que dicha intersección funcionará con eficiencia.

Como se vió anteriormente, la carretera México-Nogales desde el Km. 264+000 al Km. 269 +000 en donde se une con las avenidas Plutarco Elías Calles y Alvaro Obregón, será ampliada a cuatro carriles, con separador central de 5.00 m. de ancho y ancho variable en los entronques para poder alojar a los carriles de abrigo de aceleración y desceleración y para cumplir con el requisito de radio de curvatura mínimo en los retornos.

Para este tipo de camino se requiere un sistema de señalamiento que guíe efectivamente al usuario a su destino. Este señalamiento se estudia detenidamente para lograr una continuidad a lo largo de la vía. Es de suma importancia la ubicación de cada señal y el mensaje que debe proporcionar.

La señal debe ser la correcta y en el lugar preciso para evitar confusiones, errores o decisiones precipitadas. Además no se debe llegar a una cantidad excesiva de señales en una zona, pues al no poderse captar el mensaje de todas, se llegaría a las consecuencias anteriores. Lo mismo ocurriría con una deficiencia de ellas.

Las señales restrictivas de "Sólo Izquierda" (SR -12) indicarán los carriles de desaceleración para una vuelta en "U" de un retorno, se complementará este señalamiento con flechas pintadas en el pavimento indicando la dirección de cada carril.

Se tienen cuatro calles que cruzan las vías del ferrocarril, estos cruces deberán contar con señales preventivas de cruce de FFCC y líneas pintadas en el pavimento.

Las avenidas que forman la red vial primaria y las de la zona del centro deberán contar con nomenclatura en cada esquina para una fácil identificación y contarán con señales restrictivas de estacionamiento de alto y ceda el paso en las esquinas. Además se complementarán con líneas de alto en las esquinas, líneas de cruce de peatones, líneas limitadoras de carriles y delimitadoras de cajones de estacionamiento en los parquímetros. De ninguna manera se deberá escatimar en el uso del señalamiento, ya que un escaso señalamiento en una vialidad bien proyectada ocasionará que ésta funcione con deficiencia.

III. 6 Conclusiones y Recomendaciones.

Del análisis de la Capacidad, Niveles de Servicio y Volúmenes de Servicio, efectuados en la ciudad de Nogales, Sonora, se concluye:

1. La sección que deberán tener las arterias de la red vial primaria, dado los volúmenes de tránsito que en ella circularán, en el año de 1990 deberá ser de 13.00 m. de calzada, sin incluir banquetas dentro del área urbana actual.

2. La sección antes descrita, deberá contener:

Dos carriles (uno por sentido) de 3.65 m. cada uno.
Dos carriles de estacionamiento (uno por sentido) de 2.70 m.
La sección alcanzará su capacidad en el año de 1995, es decir, dentro de cinco años después de la fecha prevista, y deberá prevalecer en las siguientes arterias:

- a) John F. Kennedy
- b) Calzada de los Nogales-General Heredia
- c) 5 de Febrero
- d) Insurgentes-López-Rayón-Vázquez
- e) Reforma-Internacional
- f) Av. "A"- Brasil - Revolución- Altar
- g) Circunvalación-Nevalo de Collima
- h) Av. Buenos Aires-Sierra Madre Occidental
- i) Av. 5 de Mayo-Veracruz-Aguascalientes-Villaseñor
- j) Los Sauces-Jesús García
- k) San Martín-Maclovio Herrera-Francisco Arriola

3. Las arterias del punto anterior, además de su sección propuesta requieren de pavimentación en toda su extensión a manera de poder definir una red vial primaria y conformar así una circulación adecuada.
4. Por lo que respecta a la Calle Ingenieros, la sección será la misma que en los casos anteriores, pero los carriles de circulación deberán ser de un solo sentido de Sur a Norte, desde la Av. Internacional hasta la Calle Adonaegui, haciendo par vial con la calle Hidalgo, la cual será sentido de Norte-Sur en toda su extensión.

Como punto muy importante, es de señalar las pendientes exclusivas de la Calle Ingenieros, las cuales deberán ser abatidas hasta un máximo del 8%. Así mismo, la Av. Hidalgo deberá ser

manecer con su sentido de circulación de Norte a Sur, restringiéndose en ésta el estacionamiento desde la Calle Adonaegui hasta la línea Internacional, para tener una fluidez en la circulación.

5. El libramiento poniente deberá de conservar sus características geométricas actuales, ya que la capacidad de el mismo será alcanzada en el año de 1982.
6. Se propone la localización de una avenida entre el libramiento Periférico Poniente y el Eje Norte-Sur, es decir la Av. "A" la cual sería una vía alterna para el recorrido en la parte oeste de la ciudad, debiéndose construir de acuerdo a los recursos económicos disponibles.
7. Zona peatonal.- Dentro del presente estudio, se contempla el proyecto de que la calle Morelos, desde Internacional hasta Aguirre sea peatonal, para lo cual se deberá prohibir la circulación y el estacionamiento de vehículos en dicha área.
8. Estacionamiento.- El problema que pudiera representar la falta de estacionamiento, podría resolver construyendolos por parte de la Iniciativa Privada o el Municipio, en la esquina de la Calle Campillo y Alvaro Obregón, así como en la Calle Campillo e Ingenieros, si así persiste el problema, se sugiere que se construyan estacionamientos de autoservicio, ubicándolos estratégicamente en predios que para tal efecto pudieran obtenerse, para absorber la demanda que excede a la oferta existente, complementando esta medida con la instalación de estacionómetros para lograr un mayor índice de renovación.
9. Garita Internacional.- Es de considerarse el proyecto de ubicación de una nueva Garita Internacional para vehículos pesados y ligeros en la prolongación del libramiento Periférico Poniente, la cual aumentaría la capacidad de las arterias en la zona centro comercial de la urbe.
10. Dado que la Calzada de los Nogales en su intersección con la Av. Alvaro Obregón, esta formada por un arroyo, y siendo esta arteria una de las conexiones naturales, de la zona en desarrollo actual, con la poniente de futuro crecimiento, se hace necesario el entubamiento de dicho arroyo para continuar la calzada, hasta su intersección directa con las Avs. Alvaro Obregón y Ruiz Cortines.
11. Se propone entubar en toda su extensión el afluente del Río Las Cruces, para elaborar un anteproyecto de una vía desde la zona fronteriza hasta la calle Tepic, que forme un eje vial Norte-Sur

(Av. Ruiz Cortines- Plutarco Elías Calles), localizando adecuadamente las intersecciones y retornos para que opere eficientemente y poder ubicar sobre el camellón central la vía del ferrocarril.

12. Dicho eje vial se continuará hasta el entronque Aeropuerto debido a que la SAHOP realiza actualmente una remodelación y ampliación a cuatro carriles de la carretera Santa Ana- Nogales desde la calle Tepic hasta el entronque mencionado, en una longitud de 10 Kms.
13. Al prevenir el crecimiento de la segunda etapa de la ciudad, es decir, el desarrollo futuro en un lapso comprendido entre 1985 a 1995- las secciones de las arterias comprendidas en la red primaria dentro del perímetro urbano, seguirán siendo las mismas, debiéndose únicamente modificar el aspecto operacional de ellas; es decir, será cuando se saturen dichos tramos.

Fuera del perímetro urbano actual, las secciones antes establecidas serán modificadas de manera tal, que los nuevos volúmenes de tránsito generados, así como el incremento propio de este pueda ser alojado totalmente en las mismas.

14. En lo referente al libramiento poniente, se estimó que el mismo alcanzará su capacidad en el año de 1985, dentro de la segunda etapa deberá contemplarse una modificación de su sección actual, ya que en un futuro próximo dicho libramiento se ubicará dentro del área urbana por lo que su sección transversal deberá presentar características geométricas distintas a las que actualmente posee. Además se propone su prolongación hacia el lado oriente a manera de formar un anillo periférico.
15. Paso a desnivel.- En lo referente al paso a desnivel para vehículos cuya posibilidad de solución planteaban los asesores del INDECO para ubicarse en la confluencia de las calles Héroes y Alvaro Obregón, el cual servirá de acceso al área de Desarrollo Oriente, así como a la zona de espectáculos, no es necesaria su construcción puesto que el acceso puede realizarse por la calle Héroes.
16. En cuanto a la vialidad que cruzará la zona montañosa en el lado oriente de la población, deberá tener las características geométricas mínimas, esto es 7.30 m., de corona pavimentada en toda su extensión y 1.35 m. de banquetas a ambos lados, dada su ubicación se considera, que será utilizada para un volumen reducido de vehículos, ya que la gran mayoría de los usuarios que se dirijan a la zona de expansión oriente hacia el centro y viceversa, lo hará por los dos accesos con características geométricas óptimas, siendo las Avenidas Héroes y Jesús García.

- 17.- Para lograr una adecuada circulación, es necesario instalar semáforos en la Av. Alvaro Obregón en los cruces mencionados - en el tema de semáforos. Con el objeto de que operen eficientemente los dispositivos eléctricos de control, es conveniente que se programen de acuerdo a lo indicado.

Estos dispositivos deberán funcionar entre las 6:00 y 23:00 hrs. con la distribución de tiempos calculadas en la programación - de éstos, y a partir de las 23:00 hrs. solamente tendrán destellos en ambar y rojo. Además es necesario que se coordinen los semáforos en dos grupos de tres de acuerdo a lo obtenido en la coordinación de semáforos. Es recomendable colocar señales que indiquen al usuario que los semáforos se encuentran coordinados a una velocidad dada.

- 18.- Para que estas sugerencias tengan un buen funcionamiento, se debe contar con la adecuada vigilancia policiaca, que haga respetar las recomendaciones indicadas.

IV CONSTRUCCION

En este capítulo se verán los factores más importantes que entran en la construcción para garantizar un camino de buena calidad. El camino estructuralmente consta de las siguientes partes:

Suelo de cimentación	(Terreno Natural).
Terracerías	(Cortes y Terraplenes).
Pavimento	(Sub-Base, base y carpeta).
Drenaje	(Bombeo, cunetas, contra cunetas, canales, alcantarillas, puentes.).

A la elaboración de estas cuatro partes que forman el camino, excepto el suelo de cimentación, es lo que se llama CONSTRUCCION.

Para construir un camino que satisfaga plenamente sus funciones, tanto de estabilidad como de duración, deben necesariamente entre sus cuatro partes llenar las siguientes condiciones:

- 1.- Que forme una faja acondicionada de terreno con alineamiento y pendientes adecuadas a la cantidad de tráfico que vaya a soportar.
- 2.- Que tenga la capacidad suficiente para soportar la carga viva y muerta sin sufrir deformaciones permanentes
- 3.- Que tenga adherencia con la rueda.
- 4.- Que tenga resistencia al desgaste producido por la rueda.
- 5.- Que tenga resistencia al intemperismo.
- 6.- Que tenga resistencia a los efectos del agua capilar y de filtración.

Analizaremos ahora cada una de las cuatro partes que forman el camino:

Suelo de Cimentación..- El suelo de cimentación es la corteza terrestre que se utiliza para dar asiento a las otras partes que forman la estructura, así como soportar la carga que ha de transitar sobre él.

El suelo de cimentación debe satisfacer las condiciones segunda y sexta enunciadas anteriormente.

La clasificación granulométrica de los suelos de cimentación que tenemos en la ciudad de Nogales en el tramo de la carretera comprendido entre los kilómetros 264+000 al 269+000 es la que se muestra en la tabla No. IX.

La clasificación y ubicación de los bancos de materiales que se encuentran cercanos a la obra y que, por sus características de calidad, pueden proporcionar materiales adecuados para la construcción-

TABLA NO. IX.

CLASIFICACION DE SUELOS

T r a m o -----	Tipo de Suelo -----	Clasificación para presupuesto -----
264+000-264+260	Arena arcillosa (SC)	70-30-00
264+260-264+760	Arena Limosa bien graduada (SW-SM)	70-30-00
264+760-265+260	Arena Limosa (SM)	70-30-00
265+260-267+260	Arena Arcillosa (SC)	70-30-00
267+260-267+760	Arena Limosa bien graduada (SW - SM)	70-30-00
267+760-268+260	Arena Arcillosa bien graduada. (SW-SC)	70-30-00
268+260-268+760	Grava Arena Arcillosa (GC-SC)	60-40-00
268+760-269+178.60	Arena Arcillosa bien graduada (SW-SC)	70-30-00

TABLA NO.

BANCOS DE MATERIALES

BANCO		CLASIF. GEOLOGICA	UBICACION	VOL. APROV. M3	TRATAMIENTO	USO PROBABLE	MEZCLA APROX. PARA SU USO
N°	NOMBRE						
1	"LA MAQUILADORA"	Arena arcilla-limoso (SC - SM)	Km. 265+300 con desv. de 100m. Carr. México-Nogales, tramo Hermosillo-Nogales, origen en Hermosillo, Son.	Suficiente	Ninguno	Terracerias y capa - subrasante	Se usará sólo
2	"LAS YEGUAS"	Grava - arena de río	Km. 260+700 con desv. de 400 m. Carr. México-Nogales, tramo Hermosillo-Nogales, con origen en Hermosillo, Son.	Suficiente	Trituración parcial y cribado - a tamaños máximos de: 1 1/2" (38.1mm) 3/4" (19.1mm) Material 3-E	Base hidráulica, carpeta asfáltica - Riego de Sello.	85% Banco No. 2 15% Banco No. 4 Se usará sólo Se usará sólo
3	"AGUA ZARCA I"	Grava - arena de río	Km. 257+700 con desv. - Izq. 500 m. Carr. México-Nogales, tramo Hermosillo-Nogales, origen en Hermosillo, Son.	Suficiente	Trituración parcial y cribado - a tamaños máximos de: 1 1/2" (38.1mm) 3/4" (19.1mm) Material 3-E	Base hidráulica Carpeta asfáltica Riego de Sello	85% Banco No. 5 15% Banco No. 4 Se usará sólo Se usará sólo
	"AGUA ZARCA II"	Limo	Km. 257+700 con desv. Izq. 50 m. Carr. México-Nogales, tramo Hermosillo-Nogales, origen en Hermosillo, Son.	Suficiente	Ninguno	Cementante para la base hidráulica	85% Banco No. 2 15% Banco No. 4 85% Banco No. 3 15% Banco No. 4

de las diferentes capas de pavimento y la subrasante, se muestra en la tabla No. X.

Terracerías.- La terracería es la faja de terreno que se forma por movimientos más o menos grandes del material extraído del suelo de cimentación, estos movimientos se realizan sobre el eje de proyecto o en las partes laterales; el primer caso da origen a las terracerías compensadas longitudinalmente y el segundo a las no compensadas.

La terracería debe, necesariamente, satisfacer las condiciones primera, segunda y sexta, las otras no necesariamente.

Para que la terracería en su parte de terraplén cumpla con la segunda condición, es necesario que al material se le dé una compactación, empleando la maquinaria mas adecuada.

La compactación es el aumento, por medios mecánicos, del peso volumétrico de un suelo, este se logra reduciendo los vacíos del mismo al conseguir un mejor acomodo de las partículas que los forman mediante la expulsión del aire y/o agua del material.

Mediante la compactación se mejoran las características de los suelos en lo que se refiere a:

- a) Resistencia mecánica
- b) Resistencia a los asentamientos bajo cargas
- c) Impermeabilidad
- d) Estabilidad de terraplenes.

Por lo anterior se deduce que se debe tener un control para que efectivamente se tenga el porcentaje de compactación que dicta el proyecto en los terraplenes y capas de pavimento que se construyan. Con base a pruebas Proctor modificada o Porter en el material empleado.

Para medir en obra si se ha alcanzado el peso volumétrico especificado se utilizan varios métodos.

- A) Medida física de peso y volumen
- B) Mediciones nucleares
- C) Otros.

En cualquiera de los métodos el principal problema radica en la determinación de la humedad para poder calcular el peso volumétrico seco en función del peso volumétrico húmedo que es el que se obtiene en las pruebas de campo.

A) Medida física de peso y volumen. Este método consiste en :

a) Se excava un agujero de 10 a 15 cm. de diámetro o un cuadro de - 15 cm. por lado.

b) El material excavado es cuidadosamente recogido y pesado. Se seca para determinar la humedad y el peso volumétrico seco.

c) Conocidos el peso seco de la muestra y el volumen del agujero, - se calcula el peso volumétrico seco de la muestra, que debe ser igual o mayor que el específico.

B) Prueba de Medición Nuclear.- Consiste en un bloque de plomo - que contiene un isótopo radioactivo y un tubo geiger que se coloca so - bre la capa a probar, el número de partículas que llegan al tubo geiger - está en función de la masa del material que tiene que atravesar, es de - cir, en función del peso volumétrico, entonces esta medida debe compa - rarse con otra hecha en una capa que tenga el peso volumétrico especifi cado.

C) Otros.- Entre ellos destaca el llamado Speedy que se basa en - la presión de gas acetileno producido al poner en reacción carburo de cal - cio con un peso conocido de suelo en un recipiente hermético.

Pavimento.- Esta es la parte estructural del camino, constituida por una o varias capas de material seleccionado y que se construye sobre la terracería con un espesor determinado, este espesor, por lo general, es - tá en función de las cargas que van a transitar sobre el camino y la capa - cidad de carga de la terracería.

El pavimento deberá satisfacer íntegramente las seis condiciones - enunciadas anteriormente. Para esto, el pavimento se construye con - materiales de mejor calidad que el terraplén, y tendrán que ser obteni - dos y transportados desde bancos seleccionados.

Existen dos tipos de pavimento: el rígido y el flexible, el primero - se supone que trabaja como losa apoyada en las áreas resistentes de la sub-rasante y el segundo, es aquel que está en contacto íntimo con la - sub-rasante a quien le transmite íntegramente la carga.

El caso mas común que tenemos es el pavimento flexible, el cual es - tá formado por tres capas: Sub-base, base y carpeta asfáltica.

La sub-base es la capa que se construye sobre la capa subrasante.- Se emplea como parte de la estructura del pavimento, la cual es determinada conforme al VRS obtenido en las terracerías, o bien en base a otros parámetros, también se aprovecha esta capa para dar paso provisional a los vehículos.

El material que forma la sub-base proviene de materiales seleccionados, que deben reunir determinadas especificaciones y por lo mismo, es de mejor calidad que el de la terracería.

La Base es la capa de material que sigue a la sub-base, sus características físicas son aún mas rígidas que la del material de sub-base, ya que esta capa como parte estructural del pavimento es la que se somete a mayores esfuerzos y por lo mismo, el material debe ser lo suficientemente sano para que no sufra deformaciones permanentes, en general se usan cantos rodados, conglomerados o productos de mantos de roca, que se someten a tratamientos de trituración parcial y total según el caso. - Deben estar exentos de materia orgánica y de arcillas u otros materiales compresibles.

Carpeta es la capa superior del pavimento, la cual es protegida mediante la construcción de un riego de sello siendo de esta manera, que dicha capa esta en contacto directo con las ruedas de los vehículos y por ello, los materiales que la forman deben ser lo suficientemente resistentes para que sea el elemento trasmisor de los esfuerzos que ocasiona el tránsito de los vehículos. A la vez está expuesto a la acción del intemperismo como son la lluvia, el sol, heladas, etc. En consecuencia la calidad de éstos materiales debe ser muy superior a la de las capas interiores (Sub-base y base).

La carpeta esta constituida por dos tipos de materiales: Inertes y Aglutinantes. Los inertes aparte de su dureza, debe satisfacer determinadas condiciones granulométricas y pasar pruebas severas como la del desgaste e intemperismo acelerado.

Como material aglutinante se usan productos asfálticos, emulsiones asfálticas y alquitranes.

Estos aglutinantes son productos obtenidos de la destilación del petróleo crudo, cuyo residuo denominado cemento asfáltico, se combina con otros elementos o sustancias llamadas solventes con el fin de transformar el asfalto en un elemento fluido y elástico, dentro de ciertos límites. A su vez debe ser dúctil y viscoso dentro de determinadas condiciones de temperatura.

Generalmente, estos productos se les denomina Asfaltos Rebajados, dentro de los productos asfálticos se distinguen varios tipos que se emplean en la construcción de caminos, de esta manera se obtienen pro -

ductos asfálticos de fraguado lento, que en cada caso, tienen su aplicación especial y se les clasifica de la manera siguiente: Asfaltos rebajados de fraguado lento, graduados de 0 a 5 cuyo empleo es adecuado como matapolvos, para dar paso en superficies temporales de rodamiento.

Asfaltos rebajados de fraguado medio, graduados del 0 a 5, cuyo empleo específico es en riegos de impregnación, en estabilización de suelos y en la construcción de mezclas asfálticas de baja estabilidad en climas fríos.

Rebajados asfálticos de fraguado rápido, graduados de 0 a 5, cuya principal aplicación esta destinada a riegos de penetración, en mezclas asfálticas elaboradas en el lugar y en planta, así como Mocadoam de penetración. También son utilizados en la construcción de carpetas de 1 a 3 riegos. Dentro de los cementos asfálticos se tienen graduaciones del No. 3 al No. 8, estando esta graduación en función de la dureza del cemento a menor número en graduación mayor dureza. Estos cementos asfálticos tienen su principal aplicación en la construcción de mezclas elaboradas en planta a temperaturas elevadas y generalmente, forma el elemento de mayor resistencia y de mayor costo en la construcción de carreteras.

Emulsiones asfálticas.- Estos productos derivados de los cementos asfálticos son elaborados mediante una dispersión de los globulos de asfalto en agua y empleándose además un elemento estabilizador llamado-emulsificante. Esta dispersión se logra pasando los elementos citados a través de un molino coloidal de gran velocidad que realiza la dispersión.

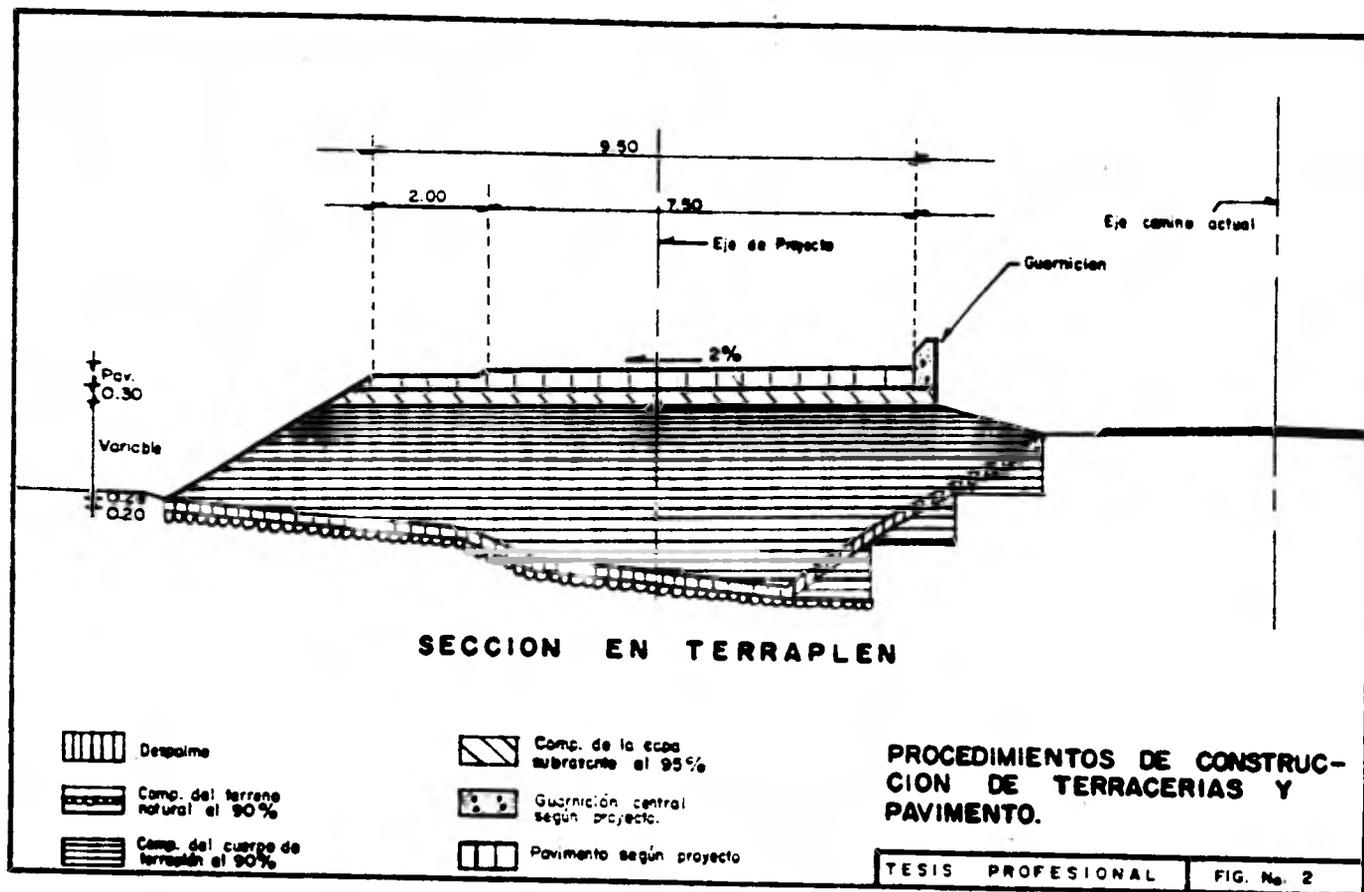
Las emulsiones asfálticas se clasifican en emulsiones de fraguado lento, medio y rápido dependiendo del tiempo que tardan en romper e iniciar su fraguado.

Las lentas se emplean en tratamientos superficiales en capas de sellado, cuyo nombre genérico se le conoce como Slurry Seal y las medias y rápidas en la construcción de mezclas asfálticas de superficies de rodamiento.

IV.1 Procedimientos de Construcción del tramo estudiado.

IV.1.1 Secciones en terraplén.

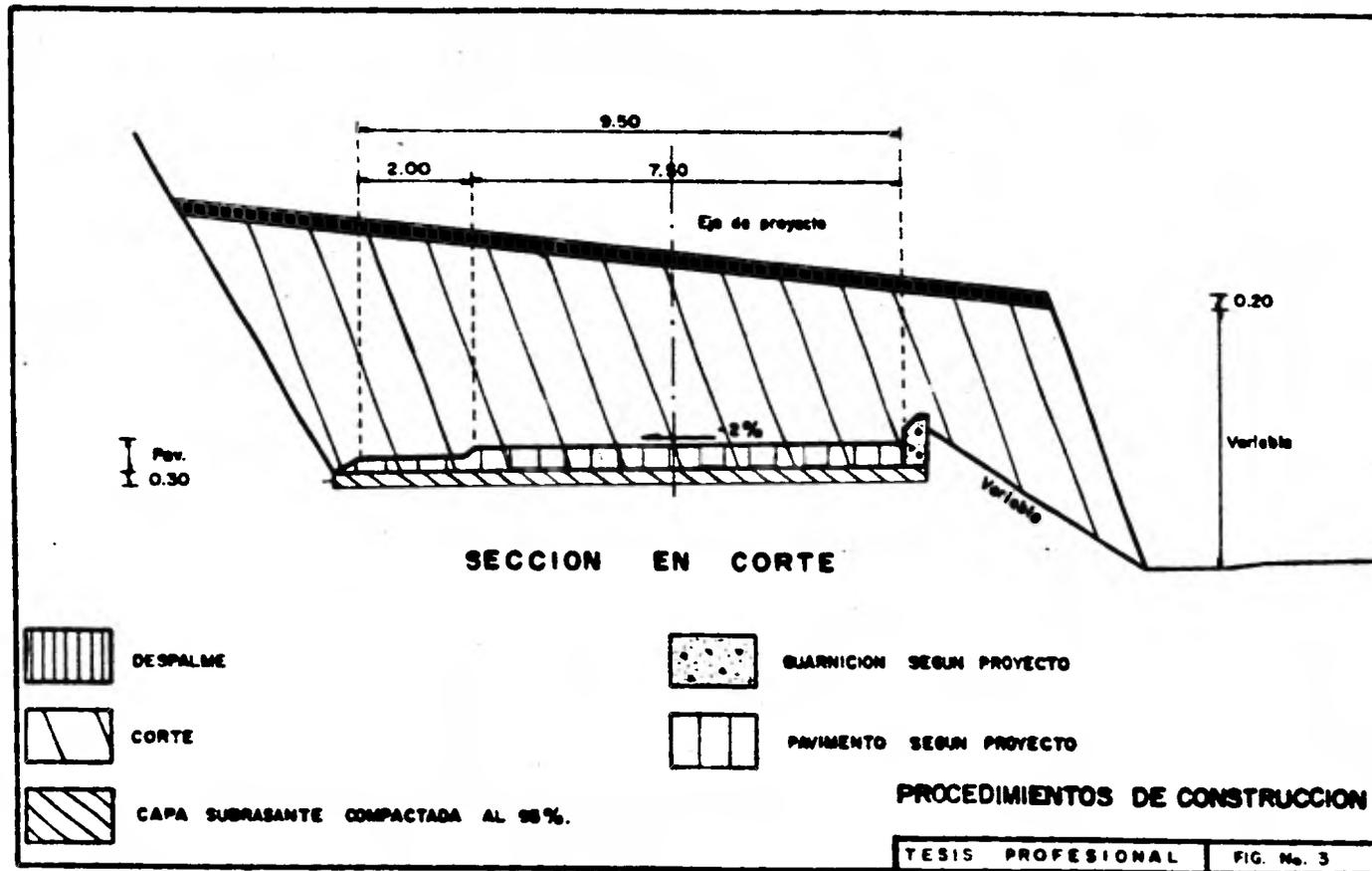
- a.1 Despalmar el terreno natural y/o el talud de los terraplenes actuales en un espesor de 20 cm. y en el ancho necesario para alojar la sección de proyecto.



- a.2. Compactar desde la superficie descubierta por la operación anterior al 90% el material que se encuentre, comprendiendo esa compactación 20 cm. de profundidad.
- a.3. Construir el cuerpo del terraplén, uniéndolo con las terracerías existentes mediante escalones de liga, hasta quedar 30 cm. - abajo del nivel de la subrasante de proyecto. La construcción del cuerpo del terraplén se hará en capas de un espesor no mayor de 30 cm. debiendo compactar cada una de ellas al 90%.
- a.4. Los últimos 30 cm. del terraplén los formará la capa subrasante y el material empleado en ella se compactará al 95%.
- a.5. Construir la guarnición que limitará al camellón central, con las características y dimensiones que se indican en la figura - No. 5.
- a.6. Construir la base hidráulica de 25 cm. de espesor y con una compactación del 100%.
- a.7. Aplicar un riego de impregnación en todo el ancho de la calzada, empleando producto asfáltico FM-1.
- a.8. En el ancho donde se apoyará la carpeta, se aplicará un riego de liga con asfalto rebajado FR-3.
- a.9. Construir la carpeta en un ancho de 7.50 m. y 7.00 cm de espesor, empleando concreto asfáltico, el cual se compactará - al 95%.
- a.10 Aplicar en todo el ancho de la nueva corona, un riego de sellado con material tipo 3-E y producto asfáltico FR-3.
- a.11 Terminada esta calzada y colocando el señalamiento respectivo, pasar el tránsito por la misma, para iniciar la construcción de la calzada opuesta.

IV.1.2 Secciones en Corte

- b.1. Despallar el terreno natural en un espesor de 20 cm. y en el ancho necesario para alojar la sección de proyecto, eliminando el material producto de esta operación.
- b.2. Efectuar el corte en el ancho y profundidad que marque el proyecto geométrico. Este material se podrá emplear como compensación longitudinal en la construcción de las terracerías -



o se podrá eliminar.

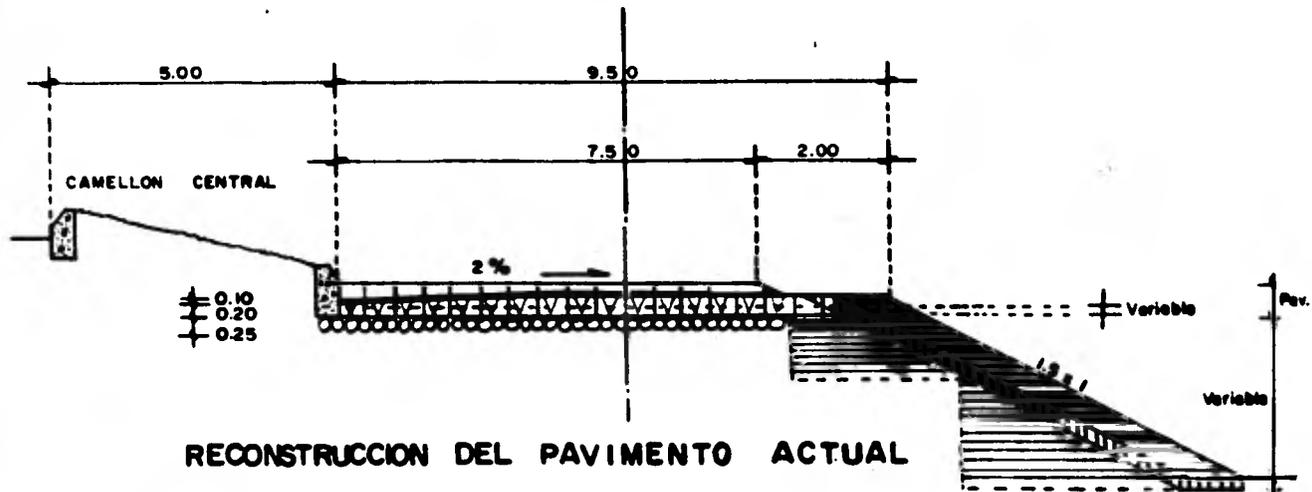
- b.3. Escarificar 30 cms. de espesor a partir de la superficie descubierta por la operación anterior, para luego procederse a su conformación y compactación al 95%, con lo cual se formará la capa subrasante, que tendrá también un espesor de 30 cm.
- b.4. Construir la guarnición de concreto hidráulico que limitará al camellón central con las características y dimensiones que se indiquen en la figura No. 5
- b.5. Construir el pavimento de acuerdo con los mismos lineamientos que se indicaron en el caso de las secciones en terraplén.
- b.6. Terminada esta calzada y colocado el señalamiento respectivo, pasar el tránsito por la misma, para iniciar la construcción de la calzada opuesta.

IV.1.3 Reconstrucción del Pavimento Actual.

Dadas las condiciones actuales de la superficie de rodamiento, el subtramo que requiere de una reconstrucción total del pavimento es:

Cuerpo "A" derecho Km. 264+000 a Km. 269+000

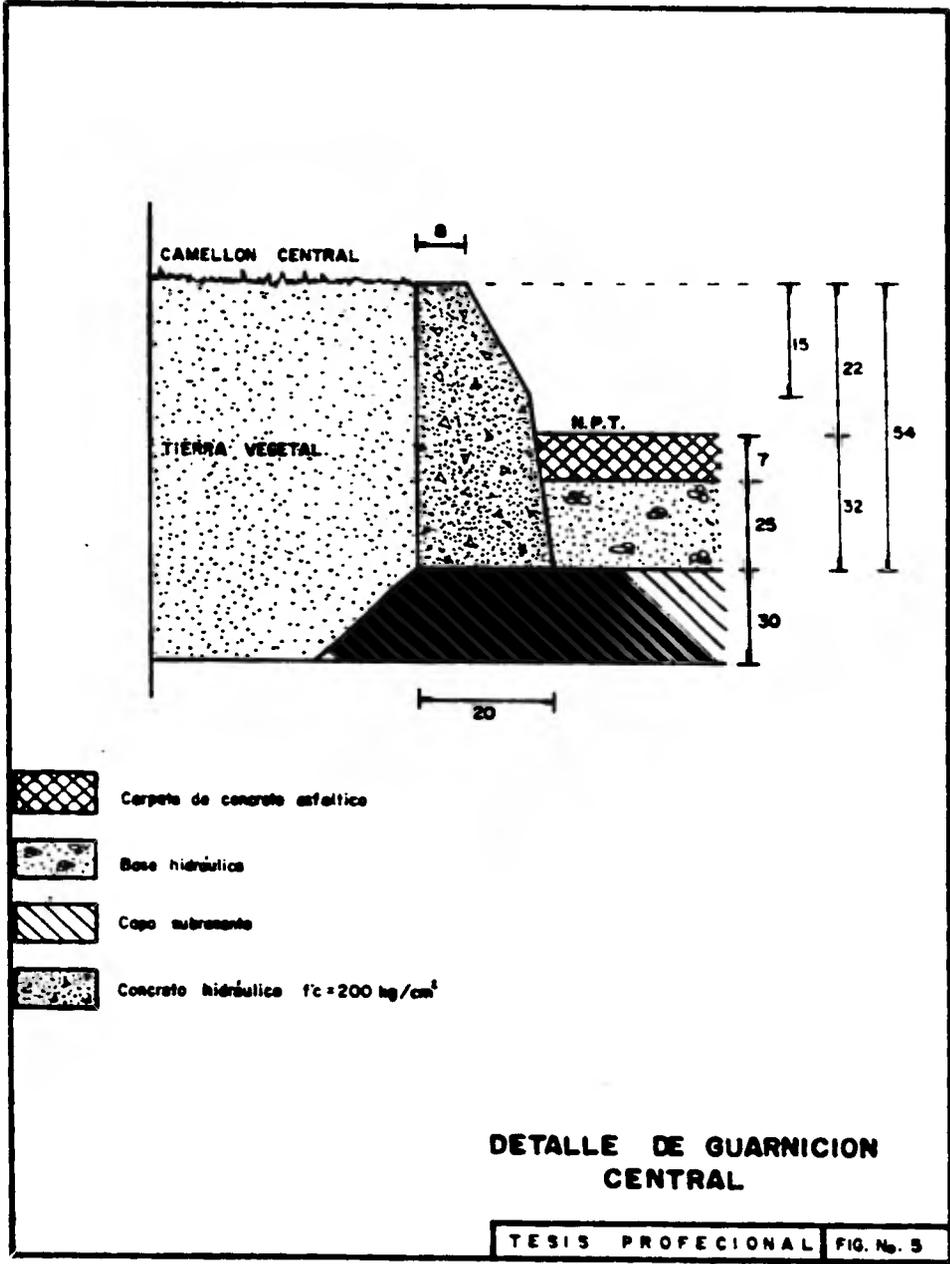
1. Despalmar el terreno natural y/o el talud de los terraplenes actuales en un espesor de 20 cms. y en el ancho necesario para alojar la sección de proyecto.
2. Efectuar un corte a partir de la orilla de la carpeta existente en el ancho y profundidad que marque el proyecto geométrico para alojar la nueva sección. Este material se podrá emplear como compensación longitudinal en la construcción de las terracerías.
3. Construir el cuerpo del terraplén en la zona de la ampliación por capas de 30 cms. de espesor, debiendo compactarse cada una de ellas al 90%. Los últimos 25 cm., del cuerpo del terraplén se compactarán al 95%.
4. Escarificar, levantar y disgregar a un tamaño menor de 2" el material que forma el pavimento actual, en 20 cms. de espesor, eliminando los fragmentos que no es posible disgregar. El material obtenido se acamellonará en un extremo de la sub-corona ampliada.
5. El material descubierto según el inciso 4., se escarificará en un espesor de 25 cm. se conformará y se compactará al 95%, con lo cual quedará formada la capa subrasante.
6. El material acamellonado según el inciso 4., se extenderá en todo el ancho de la nueva sub-corona, compactándose al 95% en el espesor que se obtenga.
7. Construir la guarnición de concreto hidráulico que limitará al camellón central, con las características y dimensiones que se indican en la figura No. 5
8. Construir las capas de base hidráulica, carpeta y sello en forma análoga a la descrita en los procedimientos contenidos en los incisos 6 al 10.
9. Terminada esta calzada se deberá colocar el señalamiento respectivo.



RECONSTRUCCION DEL PAVIMENTO ACTUAL

- | | | | |
|--|---|---|---|
|  | Despeje. |  | Compactación de la superficie descubierta al 95%. |
|  | Corte para construcción de terracerías. |  | Guarnición según proyecto. |
|  | Escarificar y esconchar el material del pavimento actual. |  | Pavimento según proyecto. |
|  | Ampliación del terraplén, compactar al 90%. | | |

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION



IV.1.4 Reparación de Acotamientos y Refuerzo del Pavimento.

Los subtramos que requieren de una reparación de sus acotamientos son:

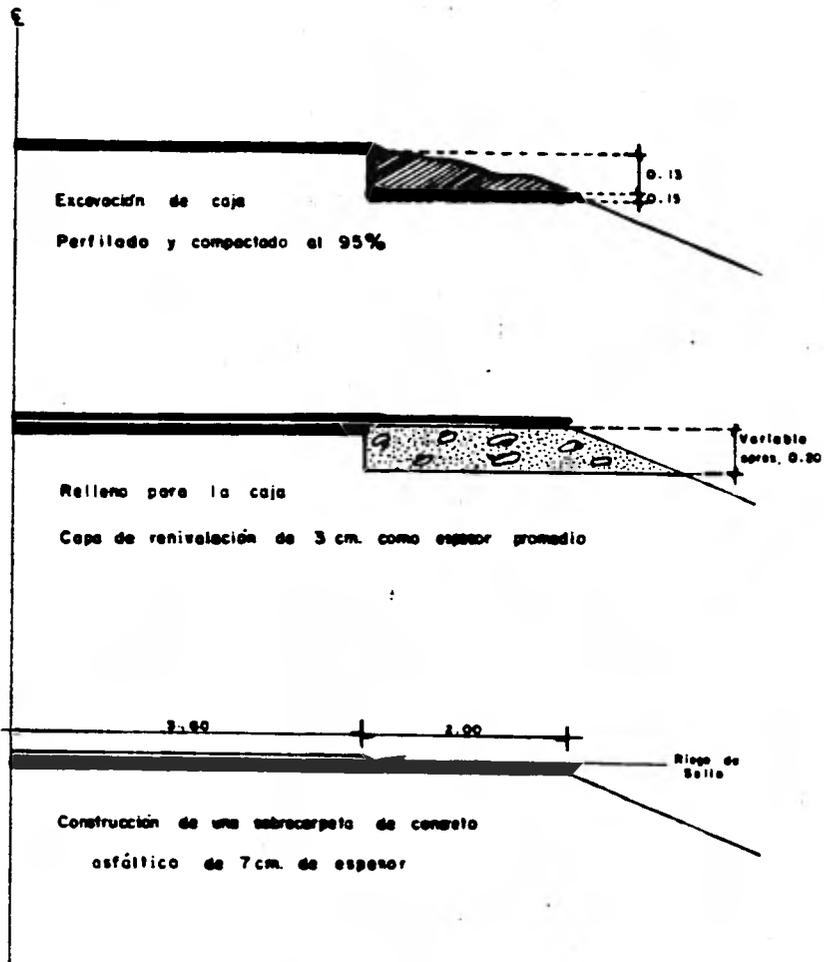
Cuerpo "A" derecho Km. 261+200 a Km. 263+200

1. Se deberá abrir una caja de 13 cms. de profundidad, a partir de la orilla de carpeta existente y en el ancho del acotamiento, de tal manera que la superficie descubierta quede nivelada, el material producto de esta operación se eliminará.
2. Perfilar y recompactar la superficie descubierta hasta alcanzar el 95% como mínimo en 15 cms. de profundidad.
3. Después del procedimiento del inciso anterior, se procederá a rellenar la caja con material de base con el espesor necesario para dar el nivel de rasante actual.
4. Compactada y barrida la superficie del acotamiento, se aplicará un riego con asfalto rebajado FM-1.
5. En seguida se colocará una capa reniveladora de concreto asfáltico, de 3 cms. de espesor promedio, elaborando con material pétreo de tamaño máximo de 13 mm (1/2"). Esta capa de renivelación se tenderá a todo lo ancho de la corona en las zonas requeridas.
6. Previo al tendido de la capa reniveladora, se dará un riego de liga con producto asfáltico FR-3.
7. Se construirá un carpeta de concreto asfáltico de 7 cms. de espesor y 7.50 m. de ancho. Previo al tendido de la carpeta se dará un riego de liga con producto asfáltico FR-3.
8. Finalmente se dará un riego de sello a todo lo ancho de la corona, utilizando asfalto rebajado FR-3 y material pétreo 3-E.

IV.2 Drenaje

El uso del drenaje tiene muchas aplicaciones, entre otras: protección de las cimentaciones, desviando el agua superficial y subterránea de la cercanía de los cimientos de edificios y estribos de puentes, pero quizá sea en la protección de las estructuras de caminos y ferrocarriles donde mayor aplicación tenga el drenaje.

REPARACION DE ACOTAMIENTOS Y REFUERZO DEL PAVIMENTO



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

TESIS PROFESIONAL | Fig. Nº 6

Es el drenaje, sin duda alguna, la parte más importante y a la que se le debe prestar más atención en los caminos. El proyecto de un buen funcionamiento a la estructura del camino. Debe procurarse que la eliminación de las aguas se haga tratando de que éstas sigan en todo lo posible su curso natural, sólo en casos excepcionales deberá dárseles un curso artificial para que su acción no perjudique o ponga en peligro la estabilidad del camino.

El agua por drenarse proviene de dos fuentes: la precipitación natural, lluvia, nieve, etc; y las fuentes artificiales, presas, estanques, etc. Parte de esta agua se infiltra por el suelo para formar el manto freático, parte para las corrientes subterráneas, parte para las corrientes superficiales y parte para la evaporación. Por tanto, el drenaje puede definirse como la eliminación del exceso de agua superficial o subterránea para proteger una obra.

Tipos de Drenaje.- De acuerdo con la definición el drenaje puede dividirse en tres tipos:

Longitudinal	Cunetas Contra -cunetas Canales
--------------	---------------------------------------

a. Drenaje Superficial

Transversal	Alcantarillas Puentes
-------------	--------------------------

b. Drenaje Subterráneo

c. Drenaje Combinado

a. Drenaje Superficial.

En las carreteras el drenaje superficial es el destinado a captar y eliminar las aguas que corren sobre el terreno natural o sobre la estructura; principalmente, estas aguas proceden directamente de las lluvias aunque a veces tienen su origen en inundaciones de corrientes fluviales o manantiales

Por sus diferencias en cuanto a las obras de defensa, conviene distinguir el caso de los cortes y de los terraplenes.

En los cortes para carreteras, las dos estructuras fundamentales del drenaje superficial (longitudinal) son la cuneta y la contracuneta.

En los terraplenes, las principales estructuras de drenaje superficial - (transversal) son las alcantarillas.

Cunetas.- Las cunetas son pequeñas zanjas paralelas al eje del camino, que se construyen en los bordes de la corona, al pie del corte y su función es recoger y eliminar por gravedad las aguas pluviales que le llegan desde el talud del corte y desde la zona pavimentada del camino; para lograr esta recolección de las aguas, la superficie pavimentada deberá tener una ligera pendiente transversal (bombeo) hacia la cuneta.

Generalmente la cuneta cubre toda la longitud del corte, manteniendo pendiente longitudinal en el sentido del eje del camino y hacia alguna cañada o bajo, en el que pueda eliminarse el agua sin peligro de erosión. La cuneta debe ir revestida de algún material impermeable y resistente a la acción del agua corriente, para evitar filtraciones hacia los materiales que forman el pavimento; los materiales más utilizados para este fin han sido el concreto, la mampostería, el suelo-cemento, etc. Solo en el caso de cortes en roca sana podrá quedar sin revestimiento.

La sección conveniente para una cuneta depende de la pluviosidad de la zona, de la longitud del corte y de la pendiente que puede proyectarse.

Contracunetas.- Las contracunetas son también pequeñas zanjas - construidas paralelamente al borde superior del corte, con el objeto de captar el agua que escurre superficialmente del terreno superior y evitar que llegue al talud y b erosione.

Se hizo mención de las contracunetas como complemento del drenaje longitudinal de un camino. Pero en nuestro caso, no hay la necesidad de construirlas debido a que solo se presentan precipitaciones aisladas conocidas como "equipatas", pues se tiene un clima del tipo semi-desértico y el tramo del que se hace mención se encuentra en la periferia urbana.

Canales.- Los canales se emplean tanto en el drenaje superficial-longitudinal como el transversal, siendo convenientes cuando el caudal de aguas sea grande. En el tramo de la carretera a remodelar no se tienen caudales mayores y por lo tanto se suprime este tipo de obras haciéndose solo su mención.

Drenaje Superficial Transversal.- La función del drenaje superficial transversal es dar paso a las aguas a través del camino sin que lo dañe; esto se realiza por medio de las alcantarillas y los puentes.

Se conoce como alcantarilla aquella estructura de claro menor de seis metros, con colchón o sin él, y tienen por objeto permitir el paso del agua en forma tal, que el tránsito en una obra vial puede ser continuo y permanente en todo tiempo bajo condiciones normales o anormales previstas.

Como nuestro trabajo trata sobre la remodelación del acceso principal de la ciudad de Nogales, se efectuaron la reconstrucción y ampliación de las alcantarillas existentes en el tramo de 10 kilómetros.

Estas ampliaciones de las alcantarillas podrán ser de dos tipos:

- a) Ampliación Transversal por aumento del ancho de la Calzada y la construcción de un nuevo cuerpo de camino.
- b) Ampliación longitudinal por requerirse mayor área hidráulica.

Como se trata de obras existentes, que es necesario ampliarlas, deberá verificarse si su localización, su ángulo de cruce y su nivel de desplante son adecuados, para así evitar modificarlas o en su defecto construir una nueva.

En términos generales, cuando el eje del camino cruce el eje de un cauce, formando un ángulo de esviajamiento superior a cinco grados, no deberán sufrir modificación alguna sus dos ejes para pretender obtener una obra con cruce en ángulo recto.

En caso de tener obras que hayan sido construídas normales al camino mediante rectificaciones al cauce en las cercanías de la entrada y salida, será conveniente proteger esas rectificaciones con zampeados o muros de mampostería o concreto, antes de pretender hacer cambios en la dirección de la obra.

El nivel de entrada de la obra deberá ser objeto de cuidadoso estudio. Pues la elevación de la plantilla en el punto de entrada debe coincidir con la del fondo del cauce natural. Si se tuviese pendientes muy fuertes, se deberá evitar dañar la estructura.

Existen diversos procedimientos para calcular el gasto y el área hidráulica necesaria para una alcantarilla. En general, cuando se trate de construir una obra nueva, en donde ya se tenía otra o ampliar la existente, que es el caso para caminos en operación como lo es el acceso a la ciudad de Nogales, la mejor será basarse en el funcionamiento de la obra existente o bien en informes acerca de los niveles máximos alcanzados por el agua en los últimos años, y de acuerdo con esto calcular el gasto y el área hidráulica.

En caso de no tener ningún dato acerca del gasto máximo que pasó por la alcantarilla, se puede emplear algún procedimiento aproximado que nos los proporcione. Este procedimiento deberá estar en función del área necesaria, de la pendiente, del tipo de terreno, así como de las intensidades de la precipitación pluvial de la zona. Es sin duda la fórmula de Burkly Ziegler la que toma en cuenta el mayor número de datos, siendo esta expresión:

$$Q = C A i \sqrt{s/A}$$

donde:

Q = Gasto en m³/seg

A = Área de la cuenca en Ha.

C = Coeficiente que depende de la naturaleza del terreno cuyos valores son:

Terreno muy impermeable C = 0.6

Terreno impermeable C = 0.5

Terreno permeable C = 0.4

Terreno muy permeable C = 0.3

i = Precipitación media en m³ por Ha/seg. En el período de máxima intensidad de precipitación.

s = Pendiente de la cuenca en milésimos

En esta fórmula, la elección del valor de "C" es la que demanda un buen criterio del proyectista, pues si no se conoce bien la naturaleza del terreno, conviene adoptar un coeficiente alto para mayor seguridad.

Ahora para determinar el área hidráulica necesaria, una vez conocido el gasto, la calculamos por medio de la fórmula $Q = vA$ donde valor de la velocidad lo calculamos de la expresión de Manning.

$$v = \frac{1}{n} r^{2/3} s^{1/2}$$

donde:

n = Coeficiente de rugosidad del terreno

r = Radio hidráulico

s = Pendiente hidráulica

Calculada la velocidad, se despeja el área de la fórmula de continuidad y se obtiene en metros cuadrados el área hidráulica. Con el valor obtenido se calcula el diámetro o el lado, según la forma de la alcantarilla y además se considera un margen de seguridad para que la

alcantarilla dé paso al material de arrastre y evitar su obstrucción.

En la elección del tipo de estructura a usar, deberán considerarse - los siguientes aspectos:

- 1.- Terreno de cimentación
- 2.- Area hidráulica requerida
- 3.- Requisitos originados por la topografía ,
tales como: Altura de la rasante, forma,
posición y pendiente del cauce, etc.
- 4.-Costos

Es de considerarse que este tipo de obras en caminos en operación - provocan no solo molestias , sino en algunos casos , peligros para el - usuario , debiéndose entonces programar perfectamente para asegurar - que se contará con el personal necesario , y los materiales y el equipo - para su ejecución.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras.
S.A.H.O.P. Ed. 1977.
- 2.- Ingeniería de Tránsito.
Rafael Cal y Mayor. Ed. 1978.
- 3.- Informe N°040. Dirección General de Servicios Técnicos.
Estudios Viales en Nogales, Son. Depto. de Ing. de ---
Tránsito. Junio 1975.
- 4.- Informe N°004. Vialidad de la Cd. de Nogales, Son.
Dirección General de Servicios Técnicos. Depto. de ---
Ingeniería de Tránsito. Febrero 1979.
- 5.- Reporte General, Temas V y VI.
XV Congreso Mundial de Carreteras. Méx. 1974.
- 6.- VII Seminario de Ingeniería de Tránsito, S.O.P.
Tuxtla Gutierrez, Chiapas. 1975.
- 7.- Proyecto de Remodelación del Camino: México-Nogales.
Tramo: Hermosillo-Nogales. Subtramo: Santa Ana-Nogales.
Km. 264+000 al Km. 269+000. S.A.H.O.F. 1980.
- 8.- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito.
S.A.H.O.P. Ed. 1977.
- 9.- Especificaciones Generales de Construcción. Parte Se-
gunda. S.A.H.O.P. Ed. 1970.
- 10.- Normas y Procedimientos de Conservación y Reconstruc-
ción de Carreteras. S.A.H.O.P. Ed. 1970.
- 11.- La Ingeniería de Tránsito en las Vías Terrestres.
Ing. Leonardo Lazo Margain. Ed. 1987.