

PRIMERA FASE SISTEMA MEXICANO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LOS PAVIMENTOS (SIMAP)

Alfonso Rico Rodríguez
Juan Manuel Orozco y Orozco
Rodolfo Téllez Gutiérrez
Alfredo Pérez García

**Documento Técnico No. 3
Sanfandila, Qro, 1990**

**SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y
TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**PRIMERA FASE
SISTEMA MEXICANO PARA LA
ADMINISTRACIÓN DE LOS
PAVIMENTOS
(SIMAP)**

Alfonso Rico Rodríguez
Juan Manuel Orozco y Orozco
Rodolfo Téllez Gutiérrez
Alfredo Pérez García

**Documento Técnico No. 3
Sanfandila, Qro, 1990**

PROLOGO

En este artículo se presenta una metodología adaptada a las condiciones y recursos nacionales, para detectar y manejar las necesidades de conservación, refuerzo y, en su caso, reconstrucción a través del Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos, en su primera fase.

NOTA

El presente trabajo fué realizado en la Coordinación de Infraestructura del Instituto Mexicano del Transporte, interviniendo directamente en su elaboración los Ingenieros Alfonso Rico Rodríguez, Juan Manuel Orozco y Orozco, Rodolfo Téllez Gutiérrez, y Alfredo Pérez García.

Se hace notar que se encuentra a disposición de usuarios realmente interesados, el disco grabado conteniendo el programa SIMAP, el cual se podrá facilitar separadamente mediante solicitud directa por escrito al Instituto Mexicano del Transporte.

SISTEMA MEXICANO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

Primera Fase

ÍNDICE

Introducción	Pág.	1
Lineamientos Generales		
Definición e Integración		8
Equipo de Cómputo		10
Banco de Datos		11
Formatos		13
Evaluación e Implementación		14
Recomendaciones para la Implantación del sistema		16
		18
Instructivo Llenado de Formatos		
		34
Mecánica de Desarrollo de los Subsistemas		
		35
Datos Generales (DATOGEN)		35
Índices de Servicio (ISA)		36
Capacidad Estructural (CAPES)		38
Inventario de Deterioros (INVEDET)		39
Historial de Reparaciones (HISTOREP)		39
Características Geotécnicas (CARGEOT)		41
Resultados Finales (REFIN)		41
		44
Recomendaciones		
		47
Bibliografía		
		47
Anexos:		
-Metodología obtención ISA		i
-Metodología medición deflexiones		iii
-Efectos diversos tipos de mantenimiento		v
-Ejemplo de aplicación		(1) a (19)
-31 mapas con Redes Federales por Estado		

1.- Introducción

México se halla enfrentado a un importante problema de modernización y refuerzo de carreteras, que se superpone a las necesidades de la conservación normal de una red del orden de los 230,000 km. Estos requerimientos de modernización y refuerzo, que afectan de momento a unos 45,000 km., de la zona más ocupada de la red, se deben a la existencia de carreteras construidas hace más de 30 años, en las que se utilizaron materiales de dudosa calidad con abundante presencia de arcillas. Como consecuencia del progreso general del país, esta fracción de la red ha desarrollado un tránsito importante, de 15,000 vehículos diarios y hasta 50,000 en ciertos casos, muy pesados y por ello plantea un problema de resolución urgente.

Los Sistemas de Administración de Pavimentos y de toma de decisiones en materia de conservación que se han desarrollado en el mundo, a despecho de su excelente calidad para los ambientes para los que fueron concebidos, son considerados en México insuficientes. Estos sistemas proceden de países desarrollados, con excelentes redes de carreteras, hechas de buenos materiales y están calibrados para reaccionar ante la evolución del estado superficial del pavimento y ello en dos sentidos, rugosidad (fricción con la llanta, que se traduce en seguridad de marcha) y deformación o deterioro en la carpeta (que se controla a través del concepto Índice de Servicio) .Se parte así de la base de que en todos los casos se tiene una falla funcional, pero nunca estructural. Los métodos correctivos que estos sistemas proporcionan son sobrecarpetas, reciclados u otros tratamientos superficiales, dependiendo del espesor de carpeta comprometido en la falla funcional.

En México se considera que estos criterios no son aplicables en forma única, puesto que con mucha frecuencia los deterioros superficiales están ligados a fallas estructurales profundas.

Existen en México secciones cedentes, de alta deformación elástica o muy débiles estructuralmente, en las cuales las sobrecarpetas o los tratamientos superficiales están destinados al fracaso inmediato por efectos de fatiga o de deformación acumulada.

Los métodos de evaluación que México adopte tienen que completar la estructura de la carretera en profundidad, para detectar la falla estructural, no se puede aceptar que las deficiencias en la calidad de rodamiento constituyen el único problema a tomar en cuenta como norma de criterio.

1.a.- Bases conceptuales del sistema mexicano. El sistema mexicano se fundamenta en tres puntos básicos:

a) Ha de aceptarse algún tipo de correlación entre la evolución del estado superficial del pavimento y su condición general, de manera que, cuanto más pobre sea la calidad superficial y más rápidamente se deteriore, peor debe ser la condición estructural. Esta es una conclusión de carácter cualitativo.

b) Ha de aceptarse que la deficiencia estructural puede correlacionarse con alguna medida hecha desde la superficie del pavimento. La deflexión parece ser el concepto que mejor sirve para estos fines. Esta es una conclusión de carácter cuantitativo y se acepta que la magnitud de la deflexión mide el defecto estructural, aunque no lo analice ni lo localice.

c) Cuando las deflexiones muestren deficiencia estructural en el pavimento, sólo la exploración directa permitirá el diagnóstico y la ubicación precisa de dichos daños estructurales.

1.b.- Metodología para el trabajo de evaluación de la red.

1.b.1.- El primer paso ha de ser una prospección del estado superficial de la carretera. Este se hace utilizando un vehículo con un grupo de cuatro personas que evalúan la carretera en función de la comodidad del viaje a una velocidad normal de operación y que proporciona un índice de Servicio del camino recorrido. Por el momento se acepta que índices de Servicio por abajo de 2.0 requieren continuar adelante con el estudio del camino, valores superiores liberan al camino hasta dos años más sin acciones especiales de mantenimiento. El grupo ha de evaluar cada dos años todo tramo de la red de 45,000 km sujeta a análisis especial.

El paso en años sucesivos dará la evolución del índice de Servicio, señalando la necesidad de estudios más a fondo en los tramos de evolución más rápida. En ese tiempo, habrá de tomarse en cuenta que los trabajos de conservación normal pueden enmascarar la evolución desfavorable que se tendría en los tramos donde exista una deficiencia estructural más acusada, que lógicamente serían los escogidos para ejercer dicha conservación normal; ésta es información esencial para manejar en el banco de datos disponible en computadora.

Es de esperar que en la red troncal mexicana, unos 15,000 km de los 45,000 km bajo observación muestren un índice de Servicio abajo del límite permisible y con una evolución suficientemente rápida como para justificar que estos tramos sean objeto de tratamiento en la segunda fase de aplicación del sistema.

1.b.2. El segundo paso será realizar en los tramos o carreteras en que se haya demostrado la necesidad, un estudio de deflexiones. El volumen de trabajo por ejecutar haría aconsejable la utilización de deflectómetros móviles, de tipo automático, que circulan sobre la carretera a velocidades del orden de 3 ó 4 km/hora; sin embargo, actualmente los posibles operadores del sistema (Centros SCT), no poseen este tipo de aparatos pero sí equipos de viga Benkelman.

Una condición fundamental para que la medida de deflexiones tenga un sentido físico interpretable es que se comparen las provenientes de tramos homogéneos, en materiales, características, condiciones topográficas y aún en condiciones de detalle, tales como el drenaje o el sub drenaje. La selección de estos tramos homogéneos debe hacerse entonces con base en recorridos de personal experimentado. Este personal llena formatos que reflejan la situación general del tramo con información almacenable en el banco de datos.

Una vez dividido el camino en estudio en tramos homogéneos, se selecciona en cada uno, un sub tramo representativo de 500 m, que no deben representar más de 10% del segmento en estudio. Esto hace congruente al estudio de deflexiones con la prospección del estado superficial, de manera que esta segunda etapa del análisis puede completar en un año longitudes correspondientes a las que resultan de haber completado el paso del perfilómetro o equivalente en los 30,000 km, en el mismo período de tiempo. Actualmente se está considerando que un valor estadístico de la deflexión superior a 1 m m {0.040 pulgadas) indica que ese tramo debe ser estudiado en la tercera etapa del sistema.

No cabe duda de que puede suceder que la longitud de caminos y tramos, que de acuerdo con lo anterior requieran ser analizados en la tercera etapa, puede resultar mayor que las disponibilidades de recursos económicos de que se disponga para un año dado. Cuando ello es así, son otras consideraciones tales como la importancia social del camino, su volumen de tránsito y otras de carácter económico, las que llevan a seleccionar el conjunto compatible con los recursos disponibles. No hay que decir que los caminos que han quedado fuera de tratamiento en este caso deben ser objeto de preferente atención al año siguiente o sujetos a conservación normal cuidadosa.

1.b.3.- En la tercera etapa del sistema debe hacerse un análisis cuidadoso de los caminos sobre los que habrá que ejercer acción de mantenimiento especial, refuerzo o eventual reconstrucción. Esto debe hacerse por procedimientos convencionales que incluyan exploración de campo y trabajo de laboratorio, a fin de conocer el comportamiento estructural al detalle y sus fallas y elaborar los proyectos de refuerzo o reconstrucción respectivos.

Un elemento esencial del sistema es el banco de datos, sin el cual no cabe pensar en el establecimiento a largo plazo de la metodología general que se ha descrito.

En primer lugar se cuenta con un programa que permite manejar los índices de servicio, para definir zonas por arriba y por abajo del límite de rechazo previamente seleccionado. En un futuro próximo, con la ayuda de equipos como el perfilógrafo, este análisis podrá permitir inclusive ayudar eficazmente a seleccionar los tramos homogéneos para análisis de deflexiones.

En segundo lugar se desarrolló un programa para el manejo de la información de las deflexiones.

Es de recalcar la conveniencia a que ha llegado la experiencia mexicana en el sentido de incorporar en todo lo que sea posible al sistema, la acción personal de los ingenieros a cargo del camino, a fin de robustecer su conocimiento del mismo y de tener información de primera mano sobre su estado general. Ref. No. 1 (A. Rico R.) .

En México las carreteras continúan siendo y serán por muchos años más, un elemento muy importante para el transporte, tanto en lo que se refiere a viajeros como mercancías y bienes. vital para el desarrollo nacional, al ser el sistema carretero el sistema circulatorio del país, repercute directa o indirectamente en un alto porcentaje en el desarrollo social y económico.

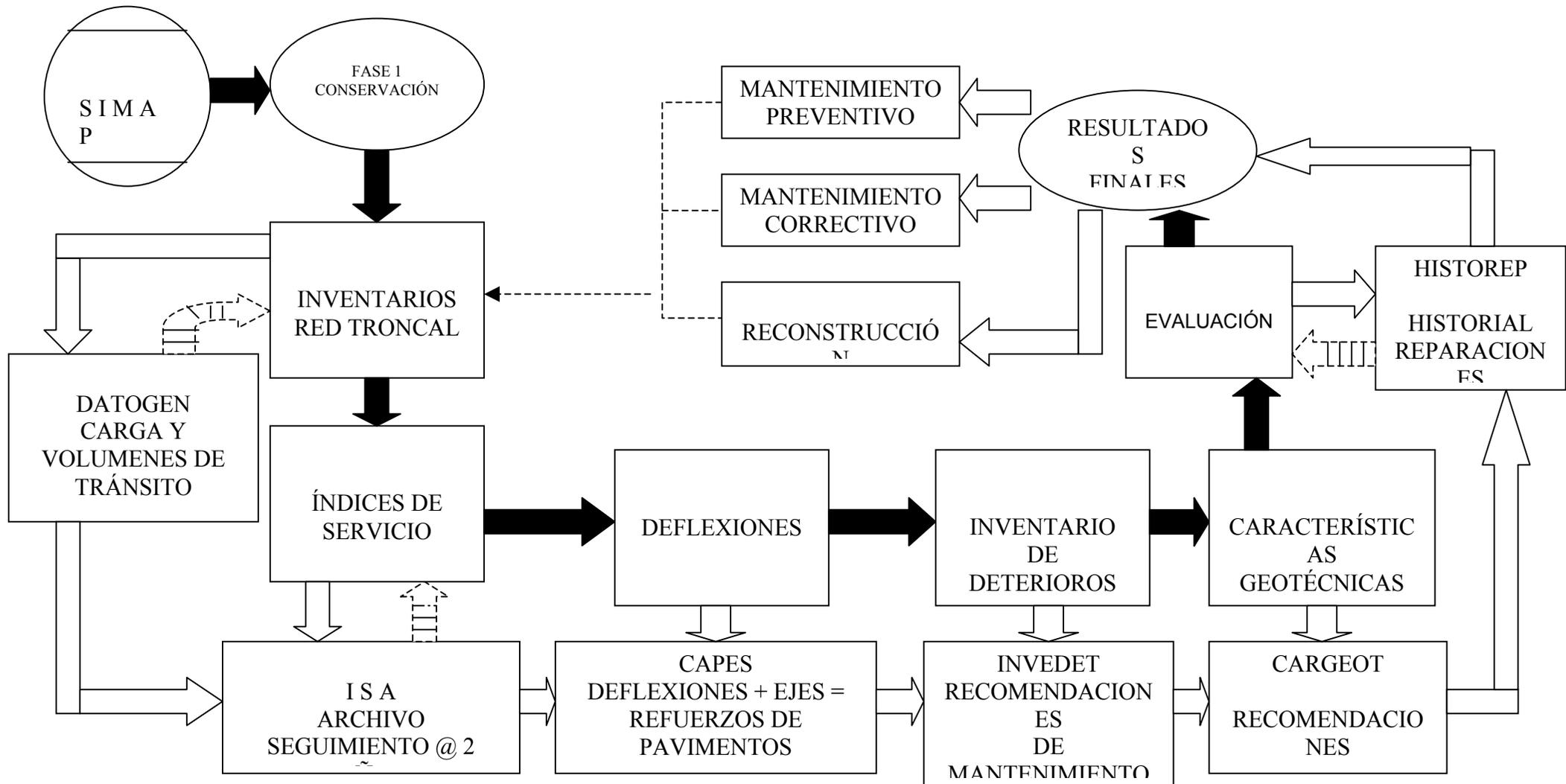
El principal objetivo de este sistema para la Administración de los Pavimentos en la Red Troncal

Carretera, es posibilitar el poner en marcha de una manera simple y fácil, un mantenimiento ordenado y sistemático de los pavimentos existentes, con su priorización detallada y con la participación intensa y coordinada entre todos los elementos involucrados. El sistema debe permitir implantar un plan de conservación preventiva.

LINEAMIENTOS GENERALES

El Sistema Mexicano para la Administración de los Pavimentos se puede definir como el conjunto de actividades relacionadas con los procesos de organización, coordinación y control que afecten la funcionalidad, economía y vida útil de los pavimentos y que permitan una utilización adecuada de los recursos humanos y presupuestales disponibles. Se considera al SIMAP en su fase I específicamente, como la herramienta actual necesaria para ejecutar los trabajos de conservación correctos a las necesidades existentes en el lugar y el momento precisos.

El Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos está compuesto básicamente por 7 subsistemas: el DATOGEN que registra y archiva datos generales de ubicación y de tránsito; el ISA que procesa los índices de servicio actuales de las carreteras en estudio; el CAPES que procesa deflexiones obtenidas en el campo para obtener refuerzos necesarios; el INVEDET que maneja los inventarios de fallas o deterioros de tramos evaluados; el HISTOREP que lleva un registro de archivo de reparaciones de mantenimiento menor/mayor efectuadas; el CARGEOT que se encarga de procesar las características geotécnicas de las estructuras del pavimento y sus alrededores y por último, el REFIN que se encarga de procesar la interacción de resultados de los 6 primeros subsistemas para llegar a resultados y recomendaciones finales de acciones a seguir.



LINEAMIENTOS GENERALES

EQUIPO DE CÖMPUTO

El Sistema Mexicano para la Administración de Pavimentos (fase 1) puede ser usado en cualquier microcomputadora personal IBM de los modelos PC/XT, PC/AT, PS/2 o compatibles.

Es recomendable contar con disco duro (20 megabytes) para así estar en posibilidad de manejar un mayor número de datos y, al mismo tiempo, de ganar rapidez de ejecución.

Sin embargo, es posible utilizar una máquina con 2 drives para discos flexibles de 5 1/4 ó 3 1/2 pulgadas.

BANCO DE DATOS

Su objetivo prioritario deberá ser el de ayudar a los responsables a administrar los problemas operacionales con herramientas destinadas a satisfacer necesidades bien definidas.

Se trata de poner un gran número de datos (sólo los necesarios para simplicidad del sistema) en forma adaptada a disposición de los responsables, desarrollando sistemas lógicos de colección, archivo y tratamiento de la información, puestos al día permanentemente.

Se hace notar que en esta primera etapa o plan piloto, se limitará su utilización al mantenimiento de los pavimentos.

Datos esenciales:

Info-base:

Nomenclatura y clasificación
Características geométricas
Estructura del pavimento y trabajos
Tráfico
Accidentes

Auscultación:

Adherencia
Uniformidad
Deflexión

Recomendaciones Específicas:

1.- La creación de NOMENCLATURA para identificación de las carreteras se considera indispensable, tanto para uniformizar criterios a nivel nacional como para facilidad y eficiencia en el proceso de corridas de programas de cómputo, por lo que se sugiere utilizar las coordenadas geográficas para orígenes-destino.

2.- Se recomienda agilidad y/o velocidad en el proceso del manejo de datos para contar en todo momento con una consulta ágil por parte de los usuarios y/o autoridades responsables.

3.- Deberán contarse con 2 tipos de archivos:

FIJO: datos iniciales que no cambian

VARIABLE: datos producto de los subsistemas móviles

4.- La retroalimentación será indispensable en todos los pasos o etapas del sistema, para así disponer de resultados y datos que se requiera consultar, permanentemente actualizados.

Lo anterior tendrá un valor significativo en la etapa de seguimiento e implementación.

5.- Se considera preferible introducir el Banco de Datos por etapas, en principio MODULAR.

FORMATOS

Se deberá contar con 6 formatos básicos para la recolección de datos de entrada al sistema. Estos deberán ser sencillos y fáciles de llenado, con el objetivo principal de uniformizar en todo el país la información colectada, para facilidad de su ordenamiento y proceso y con ello lograr la estandarización.

- A) DATOS GENERALES
- E) INDICE DE SERVICIO ACTUAL
- C) CAPACIDAD ESTRUCTURAL, CON DEFLEXIONES
- D) INVENTARIO DE DETERIOROS
- E) HISTORIAL DE REPARACIONES
- F) CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Se hace notar que para el plan piloto o primera fase, la información requerida y procesada cubrirá únicamente la red troncal federal o parte de ella; por ejemplo, los tramos de mayor tránsito pesado y mayores volúmenes de circulación.

En Francia se tomaron como plan piloto las 2/15 partes de su red troncal de 45,000 km con mayor circulación y cargas. Si esto se aplicara a México, se sugiere estudiar al inicio detalladamente sólo 6,000 km como máximo, para en una segunda etapa cubrir la totalidad de la red federal y posteriormente la red estatal.

EVALUACION SISTEMATICA DE LA RED Y SU IMPLEMENTACIÓN

Consiste básicamente en poder contar con un conjunto de acciones que puedan vigilar periódicamente la evolución del comportamiento de los pavimentos de la red básica.

Se involucran los resultados obtenidos en los pasos descritos anteriormente, más el seguimiento y sus recomendaciones de evaluación sistemática.

El sistema en estudio deberá registrar en subsistemas lo siguiente:

MONITOREO
REGISTRO FOTOGRAFICO
ESTRUCTURA REFORZADA
MATERIALES UTILIZADOS
INCIDENTES EN PROCESO CONSTRUCCION
CAPACIDAD ESTRUCTURAL (lecturas periódicas de deflexión)
INSPECCIONES VISUALES (avance de deterioros)
CALIDAD RODAMIENTO (ISA) Evolución Gráfica
+
ALTERNATIVAS DE REHABILITACIÓN
SELECCION DE ESTRATEGIAS
RETROALIMENTACION

La implementación se logrará cuando se vigile la evolución y comportamiento de los tramos y su velocidad de degradación, para así programar nuevas acciones en el TIEMPO PRECISO y así prolongar la vida útil del pavimento más allá del proyecto y con productividad y repercusión en los costos de mantenimiento futuros.

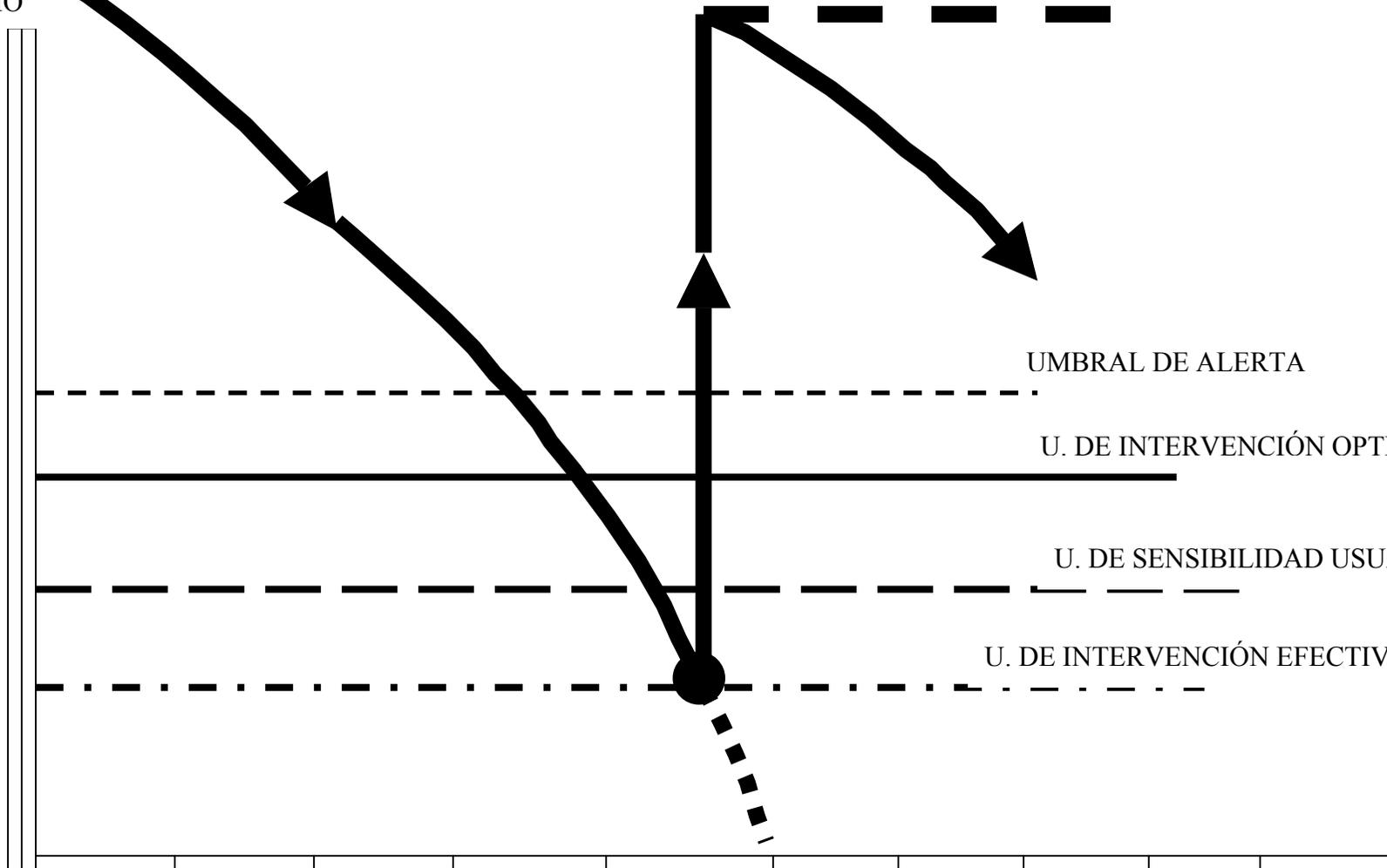
EVOLUCION / TIEMPO

ANÁLISIS PARAMETRICO

NIVEL
SERVICIO

Inicial

NIVEL DESPUÉS DE



UMBRAL DE ALERTA

U. DE INTERVENCIÓN OPTIMO

U. DE SENSIBILIDAD USUARIOS

U. DE INTERVENCIÓN EFECTIVA O LIMITE

TIEMPO

RECOMENDACIONES PARA LA IMPLANTACION DEL SISTEMA

1.- Se sugiere realizar un primer recorrido general en vehículo a velocidad de operación, en la red federal troncal más transitada, para juzgar cuales tramos requieren algún trabajo de conservación y así determinar los primeros 6,000 km de prueba del sistema, antes de intentar cubrir la total extensión de la red federal troncal.

2.- Se deberán obtener los datos de aforos de tránsito de los tramos a evaluar, para así poder estar en posibilidad de llenar los datos que se piden en el formato No.1 DATOGEN.

3.- Realizar recorridos con el vehículo especificado en la metodología de obtención de los Índices de Servicio, con un equipo de 4 evaluadores y así obtener los datos requeridos por ISA para llenar el formato No.2.

4.- Obtener los promedios de Índice de Servicio de cada tramo de 5 km, para determinar los críticos que resulten con ISA menor o igual a 2.0.

5.- Dependiendo de resultados anteriores, se sugiere realizar los recorridos para inspección visual de los tramos críticos y así poder llenar los datos que se requieren en los formatos Nos. 4 y 6.

6.- Se deberán efectuar las mediciones de deflexiones, según metodología descrita en los anexos de este informe, para así llenar los datos necesarios del formato No.3 CAPES.

7.- Llenar datos del historial de reparaciones, según formato No.5.

8.- Habiéndose completado todos los datos requeridos por los 6 formatos, tanto en el campo como en el gabinete, ya se estará en posibilidad de correr el programa y obtener resultados específicos de trabajos de conservación.

S.I.M.A.P.

INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DE LOS FORMATOS PARA DATOS DE ENTRADA

El presente instructivo tiene por objeto el facilitar al usuario el poder llenar adecuadamente los 6 formatos estandarizados con los datos indispensables de entrada y así poder conformar el "BANCO DE DATOS" del Sistema Mexicano para la Administración de los Pavimentos en la Red Carretera troncal mexicana.

En su primera etapa el trabajo está orientado a la conservación y mantenimiento de los pavimentos en la Red Troncal Básica de carreteras y el primer paso para desarrollar el sistema de una manera efectiva y práctica, es poder contar con un inventario confiable de la red troncal en su estado actual. Para ello, se requieren los formatos de datos generales para uso común, índices de servicio, capacidad estructural en función de la deflexión, inventario de deterioros, características geotécnicas e historial de reparaciones.

Se consideró suficiente para esta etapa el llenado de 6 formatos básicos que se mencionan en las hojas siguientes y se pretende describir en forma breve su instructivo de llenado.

FORMATOS 1ª. FASE BANCO DE DATOS
--

FORMATO		REGISTRO DE
1	DATOGEN	Datos generales para identificación o uso común
2	ISA	Índice o nivel de servicio.
3	CAPES	Capacidad estructural en función de deflexión
4	INVEDET	Inventario o levantamiento de deterioros.
5	HISTOREP	Historial de reparación menor o igual a 3 años
6	CARGEOT	Características Geotécnicas

SIMAP

DATOS COMUNES PARA TODOS LOS FORMATOS

Se llenarán los renglones con la fecha en que se vierten los .datos, el origen y destino de la carretera, así como el tramo y sub tramo correspondiente y sus coordenadas geográficas (O-D grados y minutos).

Así mismo se anexan 31 mapas mostrando cada Estado de la República Mexicana con sus respectivas redes de carreteras federales, para que el usuario pueda detectar fácilmente los orígenes-destino y longitudes de tramos y sub tramos a estudiar.

FORMATO No.1 DATOS GENERALES (DATOGEN)

Este formato deberá llenarse para todos los tramos de la longitud total de la red troncal bajo estudio y contiene los datos generales de tráfico, crecimiento, cargas que soporta, etc.

El TPDA, tránsito promedio diario anual de vehículos en circulación deberá contener los vehículos que circulan (2,3,4,5 y 6 ejes) , importando su clasificación por ejes y en ambas direcciones, así como el peso promedio de los camiones pesados, la carga máxima por eje y la tasa anual de crecimiento. Conviene disponer del porcentaje anual de accidentes, para en otra fase posterior, relacionarlo con el estado superficial de los pavimentos. También se vaciarán los datos de número de carriles de la carretera bajo estudio, así como el período de diseño en años para los cuales se pretende "extender" la vida útil del pavimento.

Por último se deberá registrar en el formato el origen de los datos, por ejemplo, Centro S.C.T. _____ , conviniendo anotar las 3 letras de abreviatura del Estado donde se localiza al tramo.

En el anexo No.1 se muestra un ejemplo de llenado del formato DATOGEN.

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

INFORMACIÓN DE NUEVOS TRAMOS DE CARRETERAS (DATOGEN)

FECHA: / /

AÑO DE CONSTRUCCIÓN:

NOMENCLATURA (COORD.. GEOGR. ORIG-DEST.):

ORIGEN CARRETERA:

DESTINO CARRETERA:

ORIGEN TRAMO:

DESTINO TRAMO:

SUBTRAMO INICIAL: 0.000

SUBTRAMO FINAL: 0.000

		T. D. P. A.			
AUTOS:	0	2EJ:	0	3EJ:	0
4EJ:	0	5EJ:	0	6EJ:	0

CRECIM. TRANSITO ANUAL: 0%

ACCD. ANUALES: %

PESO PROMEDIO: 0 Ton.

Carga por eje: 0.0 Ton.

TEMPERATURA: °C

PERIODO DE DISEÑO: 0 AÑOS

No. CARRILES: 0

ORIGEN DATOS:

FORMATO No.2 INDICE DE SERVICIO (ISA)

Este formato contiene la información indispensable para obtener el ISA (índice o nivel de servicio actual) de la carretera en estudio. Es referente al confort del usuario y su seguridad al transitar y es un indicador de las condiciones superficiales y estructurales del pavimento en sí, para fines de estudios más detallados, como se verá adelante.

Se indica en la parte derecha del formato, una "guía" muy simple recomendada por la AASHTO y que utilizarán los evaluadores para calificar el grado de confort y seguridad que otorgan a la superficie de rodamiento.

Se requiere de 4 evaluadores y forzosamente uno con experiencia en técnica carretera a bordo de un vehículo con buena suspensión, buena alineación de ruedas y dirección estable; deberán hacer recorridos continuos a la velocidad de operación promedio en el tramo e ir registrando en el formato, cada 5 km, la calificación estimada por cada observador hasta completar los 50 km que contiene el formato. En los casos de estar evaluando carreteras con mayores longitudes, se empleará otra hoja del mismo formato.

Es importante hacer notar que las calificaciones promedio servirán para decidir el tipo y la intervención "urgente" de los tramos. Esto es, segmentos de 5 km de longitud que obtengan una calificación promedio ≤ 2.0 , manifiestan condición crítica por estar en el límite permisible, lo que requiere efectuar mediciones más detalladas, indicadas en los formatos 3, 4 y 6 que el programa procesará para obtener su rehabilitación.

En los tramos de calificación "promedio" mayor a 2.0 el Sistema analizará los tramos que tiendan a llegar en el corto plazo al límite permisible (por ejemplo, 2.5 ó 3.0 sería un umbral de alerta), graficándose automáticamente el comportamiento futuro de la carretera.

Por otro lado, el Sistema analizará y obtendrá recomendaciones de conservación para todos los tramos evaluados, en función de los datos que se vacien en los formatos de INVEDET y CARGEOT.

Se muestra un ejemplo de aplicación para el llenado del formato ISA en el anexo No.2.

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
INDICE DE SERVICIO ACTUAL (ISA)

FECHA 2: / /

NOMENCLATURA (COORD.. GEOGR. ORIG-DEST.)

ORIGEN CARRETERA:

DESTINO CARRETERA:

ORIGEN TRAMO:

DESTINO TRAMO:

SUBTRAMO INICIAL: 0.000

SUBTRAMO FINAL: 0.000

KILOMETRAJE	VALUADOR 1	VALUADOR 2	VALUADOR 3	VALUADOR 4
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0
0.000	0.000	0.0	0.0	0.0

CALIFICACIÓN

0 = Intransitable

1 a 2 = Malo

2 a 3 = Regular

3 a 4 = Bueno

4 a 5 = Excelente

No. DE LECTURAS: 0

No. DE EVALUACIONES: 0

VEL. DE OPERACIÓN: Km/Hr

ORIGEN DE DATOS:

FORMATO No.3 CAPACIDAD ESTRUCTURAL (CAPES)

Este formato servirá para procesar y deberá ser llenado para los tramos que obtuvieron una calificación de índice de servicio igual o menor que 2.0.

El formato registra la capacidad estructural del pavimento en función de la deflexión, que será medida con equipo de viga Benkelman, Dynaflect o similares en el campo.

Se requiere contar con el siguiente equipo como mínimo: Una Viga Benkelman estándar con relación 2:1

Un camión de volteo, lastrado a 8.2 ton en el eje trasero

3 operadores (1 chofer, 1 para lecturas y 1 ayudante para movimiento de la viga) .

1 Termómetro

2 Bandereros

Se registrarán 25 lecturas de deflexiones a cada 20 m, hasta completar los 500 m que es la longitud de estudio. El tramo de estudio de deflexiones fué elegido por el usuario de entre los 5 km evaluados con índice de servicio, al seleccionar la zona más crítica.

Se necesita obtener las 25 lecturas de deflexión en el campo, dejando al programa SIMAP el cálculo de la deflexión característica y de la promedio.

Se requiere obtener la temperatura, en grados centígrados, en la carpeta en el momento en que fueron obtenidas las mediciones de deflexión, para que el programa calcule los factores de ajuste correspondientes.

Se considera conveniente para esta etapa, el hacer sondeos para obtener el Valor Relativo de Soporte de las diferentes capas que forman la estructura del pavimento (uno por cada 500 m de longitud de estudio) ; por último deberá llenarse el período crítico en que fueron obtenidas las deflexiones, asignándoles "T" para el período crítico de máximas temperaturas o la letra "F", si se realizaron fuera del período crítico.

Se muestra un ejemplo de llenado del formato CAPES en el anexo No.3.

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

CAPACIDAD ESTRUCTURAL (CAPES)

FECHA3: / /

EQUIPO UTILIZADO:

NOMENCLATURA (COORD.. GEOGR. ORIG-DEST):

ORIGEN CARRETERA:

ORIGEN TRAMO:

SUBTRAMO INICIAL: 0.000

DESTINO CARRETERA:

DESTINO TRAMO:

SUBTRAMO FINAL: 0.000

LECTURAS DE DEFLEXIÓN (@ 20 M) EN PULG. X 10-3					No. DE LECTURAS DE DEFLEX. 0		
D01: 0	D02: 0	D03: 0	D04: 0	D05: 0	D06: 0	D07: 0	
D08: 0	D09: 0	D010: 0	D011: 0	D012: 0	D013: 0	D014: 0	
D015: 0	D016: 0	D017: 0	D018: 0	D019: 0	D020: 0	D021: 0	
D022: 0	D023: 0	D024: 0	D025: 0				

CBR ETR. NAT.: 0%

CBR TERRAPLEN: 0%

CBR SUB-BASE: =%

CBR BASE: 0%

TEMP. CARP. ASF. : 0.0 C

PERIODO CRITICO? : F

ORIGEN DATOS:

FORMATO No.4 INVENTARIO DE DETERIOROS (INVEDET)

contiene la información suficiente indispensable para hacer el inventario o levantamiento de deterioros, con su cuantificación estimada.

Se requiere forzosamente realizar una "inspección visual" detallada a pié, a lo largo del tramo bajo estudio. Este trabajo lo realizarán 2 personas con suficiente experiencia en el reconocimiento de fallas o deterioros en pavimentos.

El recorrido de cada observador deberá cubrir de 1.75 a 2.0 m de ancho, para así cuantificar adecuadamente el ancho total del carril bajo estudio. En el caso de evaluación de carreteras de 4 carriles, el recorrido a pié se realizará sobre el carril de mayor tránsito pesado.

Se registrarán las fallas listadas en el formato, que se consideran son las más comunes y representativas en la carpeta asfáltica, así como alguna especial no indicada en el formato. Lo anterior en función de su longitud o área deteriorada, en porcentaje del total bajo estudio (500 m) . También se registrará la gravedad o severidad estimada en las observaciones de los deterioros, auxiliándose con una fotografía de la falla y las profundidades o anchos para el caso de depresiones o agrietamientos respectivamente.

Rodera
Baches
Grietas Longitudinales
Grietas Transversales
Desprendimientos/Erosión
Asfalto Aflorado
Arietamientos en Piel Cocodrilo
Adhesividad de la carpeta por fricción
Hundimiento/Depresiones

En la última columna correspondiente a la gravedad estimada, se deberá considerar únicamente los grados de severidad siguientes: Despreciable, de consideración, media, grave y muy grave.

En el anexo No.4 se indica un ejemplo de aplicación del formato INVEDET.

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

INVENTARIO DE DETERIOROS (INVEDET)

FECHA: / /

NOMENCLATURA (COORD.. GEOGR. ORIG-DEST.):

ORIGEN CARRETERA:

DESTINO CARRETERA:

ORIGEN TRAMO:

DESTINO TRAMO:

SUBTRAMO INICIAL: 0.000

SUBTRAMO FINAL: 0.000

FALLA O DETERIORO	% o	LONGITUD	GRAVEDAD o SEVERIDAD ESTIMADA
Rodenas	0		Profundidad (mm): 0
Baches	0		
Grietas longitudinales	0		Abertura (mm): 0
Grietas Transversales	0		Abertura (mm): 0
Desprendimientos	0		
Asfalto Aflorado	0		
Grietas Piel de Cocodrilo		0	
Pulido de Superficie en C. A.		0	
Depresiones o Hundimientos	0		Profund. (mm) 0
Otros	0		

ORIGEN DATOS:

FORMATO No.5 HISTORIAL DE REPARACIONES EFECTUADAS (HISTOREP)

Este formato deberá llenarse para todos los tramos de la Red inventariada troncal, independientemente de la calificación de índice de servicio obtenida.

Registra el historial de las reparaciones efectuadas de 3 años a la fecha, tanto de operaciones de mantenimiento menor o preventivo como de mantenimiento mayor o correctivo, indicando las fechas de ejecución y el tipo o clase de trabajo efectuado.

En el último renglón de la tabla del formato, deberá indicarse la fecha y tipo de la más reciente intervención de mantenimiento.

Se incluyen dos renglones para observaciones que se consideren pertinentes sobre el tema.

Se muestra un ejemplo de aplicación para el llenado del formato HISTOREP en el anexo No.5.

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

HISTORIAL DE REPARACIONES EFECTUADAS (HISTOREP)

FECHAS: / /

ORIGEN CARRETERA:

ORIGEN TRAMO:

SUBTRAMO INICIAL: 0.000

NOMENCLATURA (COORD.. GEOGR. ORIG-DEST.):

DESTINO CARRETERA:

DESTINO TRAMO:

SUBTRAMO FINAL: 0.000

M A N T E N I M I E N T O			
M E N O R	(bacheo. Sello. Etc.)	M A Y O R	(s/carpeta. Reconstruc. , etc.)
FECHA	TIPO DE INTERVENCIÓN	FECHA	TIPO DE INTERVENCIÓN
/ /		/ /	
/ /		/ /	
/ /		/ /	
/ /		/ /	
/ /		/ /	
OBSERVACIÓN:			
OBSERVACIÓN:			

ORIGEN DE DATOS:

FORMATO No.6 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS (CARGEOT)

NOTA: Este formato deberá ser llenado sólo para los tramos que obtuvieron una calificación de índice de servicio igualo menor que 2.0.

Registra los datos más indispensables de las características geotécnicas de la zona y tramo bajo estudio.

a) Temperatura ambiente de la zona en promedio anual, indicando la más alta (máx.) y la más baja (mín.) , en grados centígrados. Esto es de particular importancia en zonas con climas extremos que afectan radicalmente el comportamiento del pavimento y su vida útil de servicio.

b) En "la topografía adyacente" se indicará si existen cortes, terraplenes o balcones en el tramo en estudio.

En el caso de presentarse situaciones alternas a lo largo del tramo, se reportará la que predomine.

c) Precipitación Pluvial Anual promedio, en mm, en la zona en que se localiza el tramo bajo estudio.

d) Tipo de drenaje superficial o sub drenaje o su no existencia, así como el estado del mismo a la fecha de la evaluación.

e) Para conocer la estructura del pavimento en sí, se requiere de un sondeo como mínimo en el tramo de 500 m bajo estudio localizado, procurando seleccionar un punto en las áreas más críticas. Se determinará el espesor de cada capa hasta la sub-base y el total de la estructura. Así mismo los materiales componentes y si fué o no estabilizada alguna capa y con que material o producto (cal, asfalto, cemento) .

f) Para el terreno natural de soporte, es indispensable registrar en el formato el tipo o clasificación del suelo que lo conforma, su valor relativo de soporte y por último si el suelo posee alguna característica especial que haga problemático al suelo, tal como las arcillas con potencial de expansión, colapsables, turbas, etc.

En el anexo No.6 se muestra un ejemplo para el llenado del formato CARGEOT.

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS (CARGEOT)

FECHA: / /
ORIGEN CARRETERA:
ORIGEN TRAMO:
SUBTRAMO INICIAL: 0.000

NOMENCLATURA (COORD. GEOGR. ORIG-DEST.):
DESTINO CARRETERA:
DESTINO TRAMO:
SUBTRAMO FINAL: 0.000

TEMPERATURA AMBIENTE PROM. ANUAL.
MINIMA: 0 C MÁXIMA: 0 C

TOPOGRAFÍA ADYACENTE: 0
1= TERRAPLEN 2= CORTE 3= BALCON

PRECIPITACIÓN PLUVIAL ANUAL: 0 mm
ESTADO: 0

DRENAJE: 0 1= SUPERF 2= SUBDREN 3= NULO
1= LIMPIO 2= AZOLVADO 3= DETERIORO

C A P A	ESPESOR EXISTENTE	MATERIALES COMPONENTES	ESTABILIZACIÓN
CARPETA ASFÁLTICA:	0.0 cm		
BASE:	0.0 cm		
SUB-BASE:	0.0 cm		

TERRENO NATURAL DE SOPORTE
TIPO DE SUELO:

C.B.R.
0%

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

ORIGEN DATOS:

“ DESCRIPCION DE LA MECANICA DE DESARROLLO DE LOS SUBSISTEMAS QUE CONFORMAN EL SISTEMA S I M A P “

El Sistema Mexicano para la Administración de los Pavimentos está compuesto básicamente por 7 subsistemas o subrutinas: el DATOGEN que registra y archiva datos generales de ubicación y de tránsito; el ISA que procesa los índices de servicio actuales de las carreteras en estudio; el CAPES que procesa deflexiones obtenidas en el campo para obtener refuerzos necesarios; el INVEDET que maneja los inventarios de fallas/deterioros de tramos evaluados; el HISTOREP que lleva un registro de archivo de reparaciones de mantenimiento menor/mayor efectuadas; el CARGEOT que se encarga de procesar las características geotécnicas de las estructuras del pavimento y sus alrededores y, por último, el REFIN que se encarga de procesar la interacción de resultados de las 6 primeras subrutinas para llegar a resultados y recomendaciones finales de acciones a seguir.

Se pretende en este capítulo describir de una manera general la mecánica de desarrollo de cada subsistema, para así comprender el panorama de acción de todo el sistema Mexicano para la Administración de los Pavimentos, que en su primera etapa o fase, cubrirá la red troncal federal de carreteras para su conservación eficiente y oportuna.

SUBSISTEMA DATOGEN

Este primer subsistema se alimenta de los datos vaciados en el formato No.1: origen-destino de la carretera en estudio, origen-destino del tramo por evaluar, kilometrajes de inicio y fin del sub tramo específico y coordenadas geográficas correspondientes, en grados y minutos.

Fundamentalmente el subsistema actúa como un archivo fijo y permanente, con opción a la actualización de datos para hacerlo flexible al usuario. Asimismo proporcionará datos de entrada al siguiente subsistema para alimentarlo con datos del Tránsito Promedio Diario Anual en ambas direcciones, clasificación desde 2 ejes hasta 6, el peso promedio de los vehículos pesados, la carga máxima por eje, para compararla con la permisible legal y la tasa de crecimiento, en porcentaje.

Por otro lado registra y procesa el número de carriles de la carretera en estudio, el porcentaje anual de accidentes, que relacionará con el estado superficial del pavimento y, por último, el período de diseño, que usualmente realizará los cálculos para 20 años como máximo. El programa considerará en otro subsistema diversas alternativas para 3,6,9,12,15,18 años de extensión de la vida útil.

SUBSISTEMA ISA

El subsistema ISA sobre los índices de servicio actual registrados en el campo, se alimenta de los datos obtenidos en el formato No.2.

Básicamente procesa las 4 lecturas obtenidas de cada sub tramo, para obtener el índice de servicio promedio. Asimismo, calcula el índice de servicio de diseño de todo el tramo en estudio, en función de los promedios parciales obtenidos.

Su función más importante es seleccionar los sub tramos de 5 -. km de longitud que hayan resultado con valores menores o iguales que 2.0, para enviarlos al subsistema siguiente de CAPES y calcular el refuerzo o las soluciones necesarias.

Por otro lado, igualo más importante que el paso anterior, el subsistema procesa la selección de los sub tramos que obtuvieron una calificación mayor a 2.0, para analizar su comportamiento futuro y darle seguimiento permanente; lo anterior lo realiza el programa en forma "gráfica" automática para trazar las curvas de comportamiento de índice de servicio versus años, hasta llegar al fin de su vida útil.

Es importante hacer notar, que el subsistema marcará una señal de aviso cuando la calificación descienda o llegue al valor de 2.5, indicando el "umbral de alerta". Así mismo el usuario podrá seleccionar del menú de opciones, la variedad o conjunto de sub tramos que hayan resultado con menos de 2.5, indicando con ello que son los tramos que necesitan reparación a corto plazo o urgente.

SUBSISTEMA CAPES

El subsistema CAPES, referente a la capacidad estructural del pavimento, se procesa en función de las deflexiones medidas en el campo y alimentadas por datos contenidos en el formato No.3.

En base a las 25 lecturas de deflexiones y temperaturas obtenidas en el sub tramo de 5 km evaluado, el sistema calcula primeramente la deflexión promedio. Con la población de muestras procesadas estadísticamente, procede a obtener la desviación estandar. Inmediatamente después, utilizando la ecuación del Instituto del Asfalto, procede a calcular los factores de ajuste correspondiente por temperatura (dato procedente del formato No.3) así como el factor por período o condiciones críticas. Una vez logrados los resultados anteriores, el subsistema realiza el cálculo final de la "deflexión característica" del sub tramo de S km estudiado, misma que servirá de dato de entrada al subsistema HISTOREP y principalmente servirá junto con los ejes equivalentes promedio diario al cálculo del refuerzo necesario en este subsistema CAPES.

Para el proceso del número de tráfico de diseño en función de ejes equivalentes, el subsistema utiliza información del formato No.1, relativa al tránsito, tasas de crecimiento anuales, pesos promedio de vehículos pesados, número de carriles del camino en estudio, carga máxima legal permitida por eje y factores de ajuste en base al período de diseño en años.

Finalmente el subsistema utiliza los resultados obtenidos de deflexión característica y del número de diseño del tráfico equivalente, para con una familia de curvas y ecuaciones, obtener el refuerzo requerido de sobrecarpeta de concreto asfáltico. Asimismo indicará si es necesario solamente uno o varios riegos de sello o el espesor en centímetros de sobrecarpeta para un período de diseño de 20 años.

Una ventaja sobresaliente del sistema consiste en la obtención de 6 alternativas adicionales proporcionando diferentes espesores versus años de extensión de la vida útil del pavimento, lo que representa una ventaja en tiempos difíciles de presupuestos austeros. Por lo anterior el sistema da opciones para cuando se dispone de escasos, medianos o suficientes recursos; esto es, refuerzos para extender la vida útil 3, 6, 9, 12, 15 ó 18 años, optimizando los resultados obtenidos para que el usuario ó autoridades correspondientes dispongan de esa variedad de alternativas que se ajusten a su situación específica.

Los datos básicos de entrada al programa son los provenientes del formato No.4 y fueron pensados de la manera más simple para su fácil identificación y cuantificación por parte del usuario.

Producto de los resultados del subsistema ISA, el programa se desarrolla y corre por comparación de valores existentes en el sub tramo con valores especificados y/o recomendados.

Se listan las fallas o deterioros más comunes en pavimentos de concreto asfáltico: pulido de superficie, hundimientos o depresiones, roderas, baches, grietas transversales, grietas longitudinales, desprendimientos/erosión, asfalto aflorado y agrietamientos en piel de cocodrilo.

En función de su longitud o área en porcentaje, profundidad y severidad estimada reportadas en el formato No.4, el programa compara tales valores con especificaciones o recomendaciones nacionales, para así determinar si son o no aceptables.

En el caso de resultar aceptables o tolerables, el programa se detiene y pasa a analizar los datos provenientes del siguiente subsistema, CARGEOT. Cuando resultan " inaceptables" , el sistema buscará automáticamente el archivo del subsistema "REFIN" para localizar: 1) deterioro inaceptable, 2) sus posibles causas y 3) las soluciones más recomendables de reparación, cubriendo aspectos de mantenimiento preventivo y/o correctivo.

Se analizan en el subsistema en forma detallada 11 deterioros, 31 causas posibles de falla y 28 recomendaciones de solución.

SUBSISTEMA HISTOREP

El subsistema HISTOREP utiliza datos de entrada provenientes del formato No.5 y básicamente informa el historial de las reparaciones efectuadas de mantenimiento menor y mayor en los últimos 5 años, mismo que servirá al usuario para conocer las intervenciones, su periodicidad y costos globales invertidos a lo largo de la vida útil del pavimento.

Relaciona las deflexiones características críticas obtenidas del subsistema CAPES, con las fechas más recientes de intervención; esto es, de 3 años a la fecha, para así investigar en su archivo y recomendar soluciones de estudio inmediatas, con evaluaciones a través de formatos y subsistemas INVEDET y CARGEOT.

SUBSISTEMA CARGEOT

El subsistema CARGEOT procesa todos los datos provenientes del formato No.6, sobre las características geotécnicas indispensables de la zona y del tramo de carretera bajo estudio. Inicia el proceso calculando la temperatura media promedio anual para compararla con límites recomendados y así obtener una situación crítica, o no.

La misma forma se analizará si el terreno se considera crítico o no, cuando se encuentre el tramo bajo estudio en zonas de cortes, balcones o terraplenes, reportando la que predomine, si es que el caso resultara con situaciones alternas.

El parámetro de precipitación pluvial anual promedio sobre el tramo en estudio o zona circunvecina considera y compara los datos de entrada del formato No.6, con límites permisibles o de variación con rangos de efecto nulo, bajo, medio, alto, muy alto y excepcional. A continuación determina si la condición es o no crítica para relacionarla con datos y/o resultados de otros subsistemas (p.e. con drenaje, con deterioro agrietamiento en piel cocodrilo, etc.) , para en el subsistema REFIN proceder a recomendaciones de acciones a seguir sobre mantenimiento.

De igual manera procesa el parámetro del drenaje, analizando si existe o no, el tipo de drenaje superficial o sub drenaje y, finalmente, si se encuentra o no deteriorado. En este subsistema se relaciona de inmediato la condición crítica o no del drenaje, con los resultados del parámetro de precipitación pluvial anual promedio.

En cuanto a los espesores reportados en el formato No.6, provenientes del sondeo realizado en el tramo bajo estudio, el subsistema CARGEOT se encarga de compararlos contra valores especificados o recomendados en normas de la S.C.T. y así determinar si cada capa que forma la estructura del pavimento está o no escasa, para así en el último subsistema de resultados finales, calcular el espesor equivalente requerido.

Finalmente el subsistema analiza los datos sobre valores relativos de soporte provenientes del formato No.6 para determinar condiciones críticas al compararlos con valores específicos o recomendados. También analiza condiciones que son o pudieran ser de alerta al encontrarse con algún tipo de terreno de cimentación formado por arcillas susceptibles de ser expansivas, colapsables o turbas, entre otros.

SUBSISTEMA REFIN

El subsistema REFIN, llamado así por procesar resultados finales, se encarga de realizar la interacción de resultados parciales de los 6 subsistemas preliminares, DATOGEN, ISA, CAPES, INVEDET, HISTOREP y CARGEOT, para llegar a obtener recomendaciones de mantenimiento preventivo o correctivo terminales, en función de las evaluaciones, mediciones y observaciones realizadas, vaciadas en los formatos y procesadas modularmente en cada subsistema.

Básicamente se eligió la solución de procesar cada subsistema como un "módulo" independiente, para poder estudiar con detalle todos los parámetros que intervienen y al final del programa, crear un último subsistema que se encargara de la liga o interacción de los 6 módulos individuales.

El subsistema de interacción REFIN inicia su liga tomando resultados del primer módulo DATOGEN, para imprimir recomendaciones de diversas estrategias cuando se presenten tránsitos promedio diario anuales mayores de 15,000 vehículos, así como tasas de crecimiento mayores al 5 % anual. Asimismo el subsistema actúa como un archivo fijo de datos básicos con flexibilidad para una actualización permanente.

Cuando revisa el subsistema los resultados provenientes del módulo ISA, efectúa advertencias cuando el comportamiento del índice de servicio contra el tiempo llega al umbral de alerta; también se encarga de dirigir y ligar tramos con necesidad de intervención urgente a los resultados de CAPES, INVEDET, y CARGEOT.

En la etapa de proceso de revisión y liga de resultados con el módulo CAPES, el subsistema revisa el espesor de sobrecarpeta requerido para decidir si se trata y se recomienda uno o dos sellos o una sobrecarpeta en forma y hasta que espesor. Asimismo reporta las 6 alternativas de diferentes espesores para una extensión parcial por etapas de la sobrecarpeta total requerida en 20 años. Esto es, imprimirá espesores mínimos requeridos para 3, ó, 9, 12, 15 y 18 años, que proporcionarán al usuario varias opciones para decisión final en función de la disponibilidad de recursos.

En cuanto a los resultados del módulo INVEDET, el subsistema REFIN analiza y procesa los casos de deterioros o fallas que resultaron inaceptables, localizando en la forma secuencial de su archivo particular, el deterioro, las causas posibles que lo pudieron originar y sus posibles soluciones de mantenimiento. Como ya se mencionó anteriormente, el subsistema REFIN en este paso revisa 11 tipos o clases de fallas, 31 causas posibles y 28 recomendaciones de solución.

Al procesar la liga de el módulo CARGEOT con los otros subsistemas y sus resultados, REFIN se encarga de revisar y dictar soluciones o recomendaciones para resultados críticos de temperatura predominante, topografía adyacente, precipitación pluvial anual, drenajes, espesores y valores relativos de soporte. Por ello, realiza cálculos para determinar "espesores equivalentes" en función de resultados con espesores escasos de base, sub-bases o sub-rasantes; así como recomienda evaluaciones más frecuentes con deflexiones e inspecciones para levantamiento de deterioros cuando la resistencia de cada capa resulte inferior a la permisible.

Finalmente el subsistema REFIN recomienda soluciones para los casos en que los resultados de deflexiones características del módulo CAPES y las fechas de intervención de trabajos de mantenimiento resulten críticos al exceder valores recomendados en el módulo HISTOREP. También el subsistema actuará como un archivo fijo y flexible de datos para consulta permanente de los Usuarios.

RECOMENDACIONES

Dependiendo del éxito y asimilación del sistema Mexicano para la Administración de los Pavimentos (SIMAP) en su etapa inicial, se recomienda altamente:

- 1) La difusión de los tramos rehabilitados y su evolución a los organismos o sectores afines, para que sirva de ejemplo y fuera una posible adopción de los organismos descentralizados del Sector, como Caminos y Puentes Federales de Ingresos, los Gobiernos de los Estados, etc.
- 2) Impartición de conferencias a técnicos especialistas del área en todo el país, describiendo la necesidad del Sistema, su contenido, limitaciones, resultados, beneficios, etc.
- 3) Creación o elaboración de un Manual Simplificado similar a los que publica el Instituto del Asfalto de los E.U.A., sobre el sistema de Administración, incluyendo 1 ó 2 ejemplos para difundirse en Centros SCT, Laboratorios Regionales, Universidades, etc.
- 4) Con objeto de cumplir con la estandarización de la información y así poder unificar criterios cuando menos en la S.C.T. y técnicos que trabajan con los pavimentos, se ha iniciado en el I.M.T. la elaboración de un "Catálogo de Deterioros" , mostrando con fotografías y croquis descripciones de las fallas más comunes en los pavimentos de las carreteras mexicanas, incluyendo como guía sus posibles causas y una gama suficiente de acciones de reparación o soluciones; parte del catálogo quedó ya integrado en un subsistema del SIMAP.
- 5) En cuanto esté implementado y terminado el sistema en sus diversas etapas, se requiere de la investigación con nuevos equipos y tecnologías, para lograr más actualización en las evaluaciones y metodologías de diseño.
- 6) Para la medición automática de parámetros que intervienen y determinan el Índice de Servicio, se propone la adquisición de equipos de alta eficiencia. Existen fundamentalmente dos clases, rugosímetros y perfilómetros. Los primeros dan información acumulada en un largo tramo, por ejemplo en cm por km; esta información da una idea del estado de los tramos, pero exige un esfuerzo de comprensión adicional, para conocer lo que sucede metro por metro. Los perfilómetros levantan el perfil en cada punto, proporcionando una visión más directa y objetiva de la superficie de rodamiento. Su uso se estima más recomendable que el de los rugosímetros. También existen deflectómetros automáticos como el inglés (modelo TRRL) y el francés (modelo Lacroix) ; en los Estados Unidos existe uno muy interesante, fabricado por James Cox e Hijos en California, (con la ventaja de que puede integrarse el rugosímetro de esta misma compañía, en un tren único) .

7) La zonificación realizada con perfilómetros, más las medidas de deflexiones, pueden ser una fuente de errores de proyecto, si no van acompañados de una cuidadosa comprensión de los problemas involucrados en cada tramo en estudio. Una cierta deflexión puede obtenerse por deficiencias que pueden ir desde el terreno de cimentación a la carpeta, de manera que es preciso saber si una, en particular, se debe a problemas en la base, o en otra capa inferior. En otras palabras, un cierto "valor de deflexión puede demandar un esfuerzo sencillo o puede ser causa de reconstrucción .total y esto, naturalmente, ha de dilucidarse. Ref. No. 2 A. Rico.

Para ello no hay más medio que la inspección directa de expertos y la observación también directa de sondeos y resultados de laboratorio. En la medida en que los observadores sean expertos, se evitarán errores, sondeos y pruebas de laboratorio. Este es un problema fundamental de la metodología, pues, si se cae en personal inexperto, los proyectos resultantes serán malos y si se cae en un uso exagerado de sondeos y pruebas de laboratorio, los tiempos de ejecución de los estudios se saldrán de lo práctico.

8) Se tiene contemplado en el corto plazo, diseñar un módulo o subsistema adicional, que involucre costos de operación de los usuarios así como los de mantenimiento, para así conformar el sistema de Administración completo.

BIBLIOGRAFIA

A. Rico R. Proposición de metodología para estudios de evaluación y diseño de pavimentos para la conservación o modernización de la Red Nacional de Carreteras. Noviembre 1983.

A. Rico R. Metodología Mexicana para Evaluación de Carreteras. International Roads Federation. Brasil, Octubre 1984.

Asphalt Overlays and Pavement Rehabilitation. The Asphalt Institute MS-17.

AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures.

A. Rico R. Conservación Preventiva. III Reunión México- España de Vías Terrestres. Octubre 1986.

R. Téllez G. Apuntes sobre mantenimiento menor y mayor de pavimentos flexibles. Fac. Ingeniería D.E.C. 1980- 1987.

J.M. Orozco Conservación de la Red Nacional de Carreteras; una oportunidad de la Ingeniería Mexicana. Octubre 1988.

Second North American Conference on Managing Pavements. Canadá. Noviembre 1987.

F.F. Rodarte Conservación de Aeropuertos. México 1978.

M.O.P. Evaluación Visual de Firmes. Ministerio de Obras Públicas. España. Diciembre de 1981.

A N E X O S

SISTEMA: SIMAP METODOLOGIA PARA OBTENCION DEL INDICE DE SERVICIO ACTUAL

- 1) PANEL compuesto por 4 valuadores (uno con experiencia) .
- 2) CALIFICACIONES según AASHTO de 0-5 (intransitable a excelente) .
- 3) TOLERANCIA de ~ 0.3 entre promedios de valuadores (panel aceptable) .
- 4) NO SE DEBERA INTERCAMBIAR información entre valuadores durante el proceso.

OBSERVACIONES A TOMARSE EN CUENTA:

- a) Considerar exclusivamente la condición "actual o presente" del pavimento por calificar.
- b) La evaluación deberá basarse en el hecho que el pavimento soportará grandes volúmenes de tránsito mixto en toda clase de climas.
- c) Deberán ignorarse las características geométricas, tales como alineamiento, anchos, hombros, etc.
- d) No se tomarán en cuenta cruces de Ferrocarriles, bordes en puentes, alcantarillas hundidas o salientes.
- e) Al recorrer nuevos tramos, no comparar con anteriores ya calificados. Cada sección deberá juzgarse en forma individual e independiente.
- f) Cada valuador debe preguntarse: ¿ Qué pasará si manejo este tramo en estas condiciones continuamente por 8 horas ó 800 km ¿

CALCULO:
$$ISA = \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

donde: ISA = PSI = índice de servicio actual

X = promedio aritmético

X = valores individuales asignados por cada miembro del panel

n = número de valuadores

**SISTEMA: SIMAP
METODOLOGIA PARA LA MEDICION DE DEFLEXIONES**

EQUIPO REQUERIDO:

1. VIGA BENKELMAN ESTANDAR rel. 2:1, color aluminio o blanco.
2. CAMION DE VOLTEO lastrado a 8.2 toneladas en el eje trasero.
3. Llantas 10 x 20 x 12 cuerdas. PRESION INFLADO 80 p.s.i.
4. MEDIDOR PRESION LLANTAS: 1 vez / día
5. TERMOMETRO (lecturas superior, media y baja de carpeta asfáltica)
6. TALADRO

PROCEDIMIENTO

Lecturas en tramos de estudio' de 500 m a cada 20 m (25 lecturas total) .

1. MEDICIONES en puntos localizados en carril exterior a: 0.60 m de la orilla (carril angosto < 3.35 m) 0.90 m de la orilla (carril ancho > 3.35 m)
2. COLOCAR la viga BENKELMAN entre llantas tandem (lectura inicial) .
3. ARRANQUE inmediato del vehículo con velocidad lenta hasta 9 m ó más (lectura final) .
4. MEDICION de temperaturas en superficie, parte media y fondo de la carpeta asfáltica cada hora.
5. Determinación de ESPESORES existentes.

CALCULOS DE CAMPO

- 1.** Restar Lectura Inicial de Lectura Final

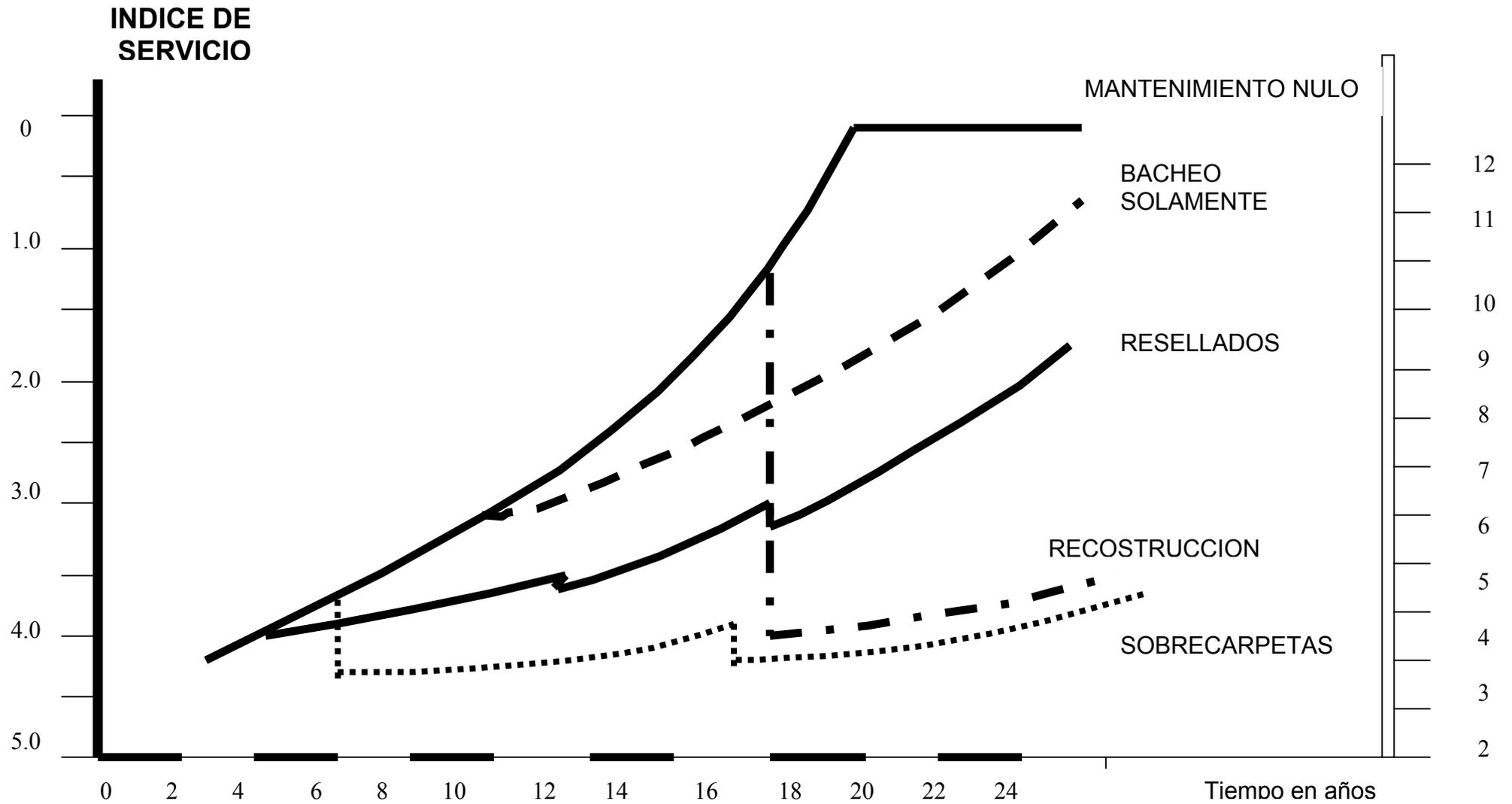
- 2.** Resultado obtenido multiplicar por 2 en virtud de la relación 2:1 de la viga estandard.

- 3.** Vaciar resultados en el FORMATO No.3

NOTA: a) El sistema procederá con la información obtenida en campo a calcular la "deflexión característica del tramo" , así como la deflexión permisible .

b) En caso de utilizar equipo dinámico "DYNAFLECT" para las mediciones de campo, se procederá a calcular las correlaciones respectivas para así poder entrar en el programa del sistema SIMAP.

FIGURA No. 1.- EFECTO DE DIVERSOS TIPOS DE MANTENIMIENTO SOBRE LOS PAVIMENTOS CON EL TIEMPO EN FUNCIÓN DEL INDICE DE SERVICIO ACTUAL, Y DEL INDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD.



EJEMPLO DE APLICACIÓN

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

M E N U

P R I N C I P A L

- A. CAPTURAR INFORMACIÓN EN LOS SUBSISTEMAS.
- B. CONSULTAR INFORMACIÓN CAPTURADA EN LOS SUBSISTEMAS.
- C. ANALIZAR UN SUBTRAMO ESPECIFICO.
- D. VER GRAFICA DE DEFLEXIONES.
- E. LISTAR LOS TRAMOS QUE REQUIEREN REPARACIÓN URGENTE
- F. IMPRIMIR FORMATOS DE CAMPO PARA LOS SUBSISTEMAS.
- G. MODIFICAR IDENTIFICACIÓN DE SUBTRAMOS EN DATOGEN.
- H. SALIR.

ESCRIBA SU ELECCIÓN:

S . C . T .	S I M A P		I . M . T .
CAPTURA DE INFORMACIÓN A DATOGEN			
	ORIGEN		DESTINO
CARRETERA	TIJUANA		LA PAZ
TRAMO	MULEGE		ROSARITO
SUBTRAMO	1150		1210

PARA VOLVER AL MENU DE CAPTURA DEJE EN BLANCO EL ORIGEN DE CARRETERA

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

FECHA : 24 / 04 / 91

T . D . P . A .

AUTOS : 5650 2 E J : 1100 3 E J : 700 4 E J : 300 5 E J : 250 6 E J : 180

CREC. TRANS. ANUAL : 5% ACCID. ANUALES : 2% TEMPERATURA : 30 C

PESO PROMEDIO : 20.0 TON. CARGA POR EJE : 8.0 TON. No. CARRILES : 2

ORIG. DATOS : CENTRO SCT BCS

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

I S A

CARRETERA : TIJUANA – LA PAZ
TRAMO : MULEGE – ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

FECHA : 24 / 04 / 91

KILOMETRAJE	VALUADOR 1	VALUADOR 2	VALUADOR 3	VALUADOR 4
1165 - 1170	1.0	1.5	2.0	2.0

SI HAY SEGMENTOS NO EVALUADOS, PONGA ' 8.0 ' COMO CALIFICACIÓN

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

CARRETARA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

FECHA : 24 / 04 / 91

LOS SIGUIENTES SEGMENTOS TIENEN ISA PROMEDIO MENOR A 2.
SE RECOMIENDA EVALUARLOS CON LOS SUBSISTEMAS CAPES, INVEDET Y CARGEOT:

IMT00121165

IMT00121175

Oprima cualquier tecla para continuar...

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

INVEDET

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

SEGMENTO: 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

FECHA : 24 / 04 / 91

<u>FALLA</u>	<u>PORCENTAJE</u>	<u>PROF. / ABERT.</u>	<u>GRAVEDAD</u>
RODERAS	18	30	3
BACHES	6		3
GRIETAS LONG.	20	3	2
GRIETAS TRANSV.	10	3	3
DESPRENDIMIENTOS	10		2
ASFALTO AFLORADO	15		1
PIEL DE COCODRILO	5		3
PULIDO SUPERFICIE	40		3
HUNDIMIENTOS	20	27	2

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

C A R G E O T

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

SEGMENTO: 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

FECHA : 24 / 04 / 91

TEMP. MIN. : 6 C
TIPO ORDEN. : 1

TEMP. MAX. : 43 C
EDO. DREN. : 3

TOPOGRAFIA : C
P.P.A. : 2110

<u>CAPA</u>	<u>ESPESOR</u>	<u>COMPONENTES</u>	<u>ESTABILIZACION</u>
CARPETA:	10.0		
BASE:	16.0		
SUB-BASE:	25.0		
SUB-RASANTE:	30.0		

SUELO DE SOPORTE : ARCILLA PLASTICA
CARACT. ESP. : EXPANSIVA

C.B.R.: 5 %

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

H I S T O R E P

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

SEGMENTO : 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

MANTENIMIENTO MENOR

MANTENIMIENTO MAYOR

FECHA	DESCRIPCIÓN	FECHA	DESCRIPCION
01 / 11 / 80	RIEGO DE SELLO	01 / 01 / 85	SOBREPAREPETA
01 / 06 / 88	LIMPIEZA DE DRENAJE SUPERF.	/ /	
/ /		/ /	
/ /		/ /	

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

ANÁLISIS DE SEGMENTOS

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

CODIGO : IMT00121165
SEGMENTO : 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

PERIODO DE DISEÑO	RECOMENDACIÓN
3 AÑOS	5.1 CM. DE SOBRECARPETA
6 AÑOS	8.6 CM. DE SOBRECARPETA
9 AÑOS	11.8 CM. DE SOBRECARPETA
12 AÑOS	15.1 CM. DE SOBRECARPETA
15 AÑOS	18.6 CM. DE SOBRECARPETA
18 AÑOS	22.2 CM. DE SOBRECARPETA
20 AÑOS	24.8 CM. DE SOBRECARPETA

OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

ANÁLISIS DE SEGMENTOS

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

CODIGO : IMT00121165

SEGMENTO : 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

PROBLEMA	CAUSAS PROBABLES	RECOMENDACIONES
RODERAS	A) BAJA ESTABILIDAD CARPETA. B) CARPETA MAL COMPACTADA. C) CONSOLIDACIÓN DE CAPAS INFERIORES	1) RENIVELACION 2) SOBRECARPETA

OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

ANÁLISIS DE SEGMENTOS

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

CODIGO : IMT00121165

SEGMENTO : 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

PROBLEMA	CAUSAS PROBABLES	RECOMENDACIONES
AGRIETAMIENTO PIEL DE COCODRILO	A) DEFLEXIONES EXCESIVAS. B) CAPAS INESTABLES. C) BASES SATURADAS. D) FATIGA. E) ENVEJECIMIENTO.	1) REVISIÓN O INSTALACIÓN DE SUBDRENAJE. 2) LIMPIEZA Y RELLENO DE GRIETAS 3) RIEGO DE SELLO 4) REJUVENECEDOR 5) SOBRECARPETA

OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...

S . C . T .	S I M A P	I . M . T .
-------------	-----------	-------------

ANÁLISIS DE SEGMENTOS

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
 TRAMO : MULEGE - ROSARITO
 SUBTRAMO : 1150 - 1210

CODIGO : IMT00121165

SEGMENTO : 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

PROBLEMA	CAUSAS PROBABLES	RECOMENDACIONES
PULIDO DE SUPERFICIE EN LA CARPETA.	A) TRAFICO ELEVADO B) AGREGADO BAJA RESISTENCIA AL DESGASTE	1) RIEGO DE SELLO

OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

ANÁLISIS DE SEGMENTOS

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

CODIGO : IMT00121165

SEGMENTO : 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

PROBLEMA	CAUSAS PROBABLES	RECOMENDACIONES
HUNDIMIENTOS/ DEPRESIONES	A) CARGAS SUPERIORES AL DISEÑO B) FALTA COMPACTACION EN CAPAS INFERIORES C) ASENTAMIENTOS CIMENTACIÓN D) FLUJO SUELOS ARCILLOSOS	1) RENIVELACION 2) REVISIÓN DRENAJE 3) REVISIÓN SUBDRENAJE 4) SOBRECARPETA

OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

ANÁLISIS DE SEGMENTOS

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

CODIGO : IMT00121165

SEGMENTO : 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

PROBLEMA

EN EL CUERPO DEL PAVIMENTO LOS
ESPESORES SON DEFICIENTES.

POR CADA 7 CM FALTANTES EN LA SUBRASANTE, COLOCAR 2.5 CM DE SOBRECARPETA, SUMADOS AL ESPESOR
CALCULADO.

POR CADA 5 CM FALTANTES EN BASE O SÚBASE, COLOCAR 2.5 CM.
DE SOBRECARPETA EQUIVALENTE, SUMADOS AL ESPESOR CALCULADO.

RECOMENDACIONES

- 1) REVISIÓN DISEÑO
- 2) COMPLETAR SOBRECARPETA

OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

ANÁLISIS DE SEGMENTOS

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

CODIGO : IMT00121165

SEGMENTO : 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

SE SUGIERE EFECTUAR EVALUACIONES COMPLETAS CADA DOS AÑOS PUES...

- SI EL TRAMO ESTA EN TERRAPLEN SE CONSIDERA CRITICO.
- EN EL CUERPO DEL PAVIMENTO EL VALOR CBR ES DEFICIENTE

OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...

S . C . T .

S I M A P

I . M . T .

ANÁLISIS DE SEGMENTOS

CARRETERA : TIJUANA - LA PAZ
TRAMO : MULEGE - ROSARITO
SUBTRAMO : 1150 - 1210

CODIGO : IMT00121165

SEGMENTO : 1165 - 1170

COORD. : 112.00.26.50 - 111.40.26.30

INFORMACIÓN BASE PARA CALCULO DE SOBRECARPETA

DATOGEN...

T.D.P.A. : 8,180

PESO PROM. : 20.0 TON.
CARGA POR EJE : 8.0 TON.
CRECIM. TRANSITO : 5.0%

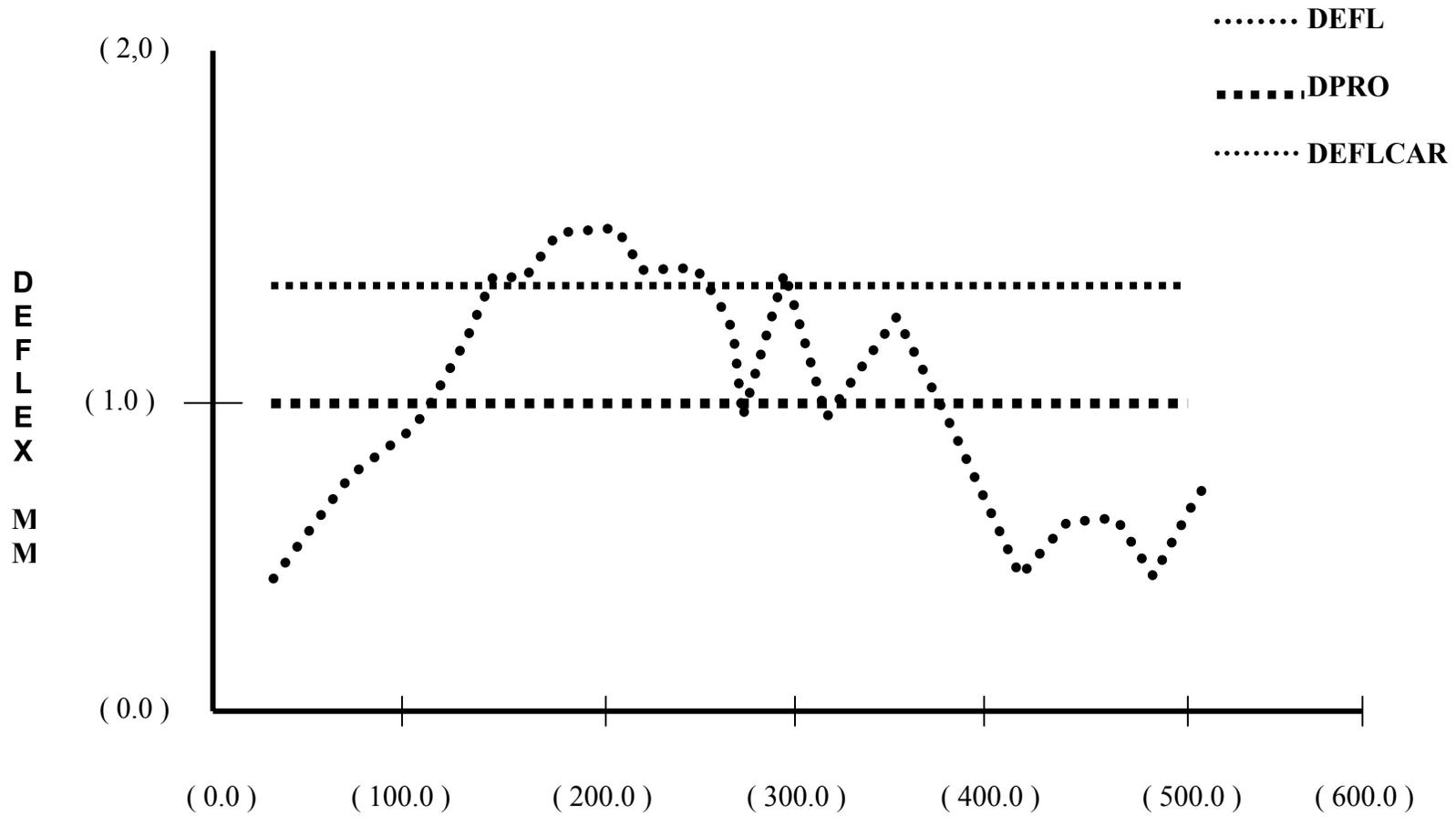
CAPES.....

DEFLEX. PROM. : 1.011 M.M.
DEFLEX. CARACT: M.M.

TEMP. CARPETA: 58.0 C
PERIODO CRITICO : N

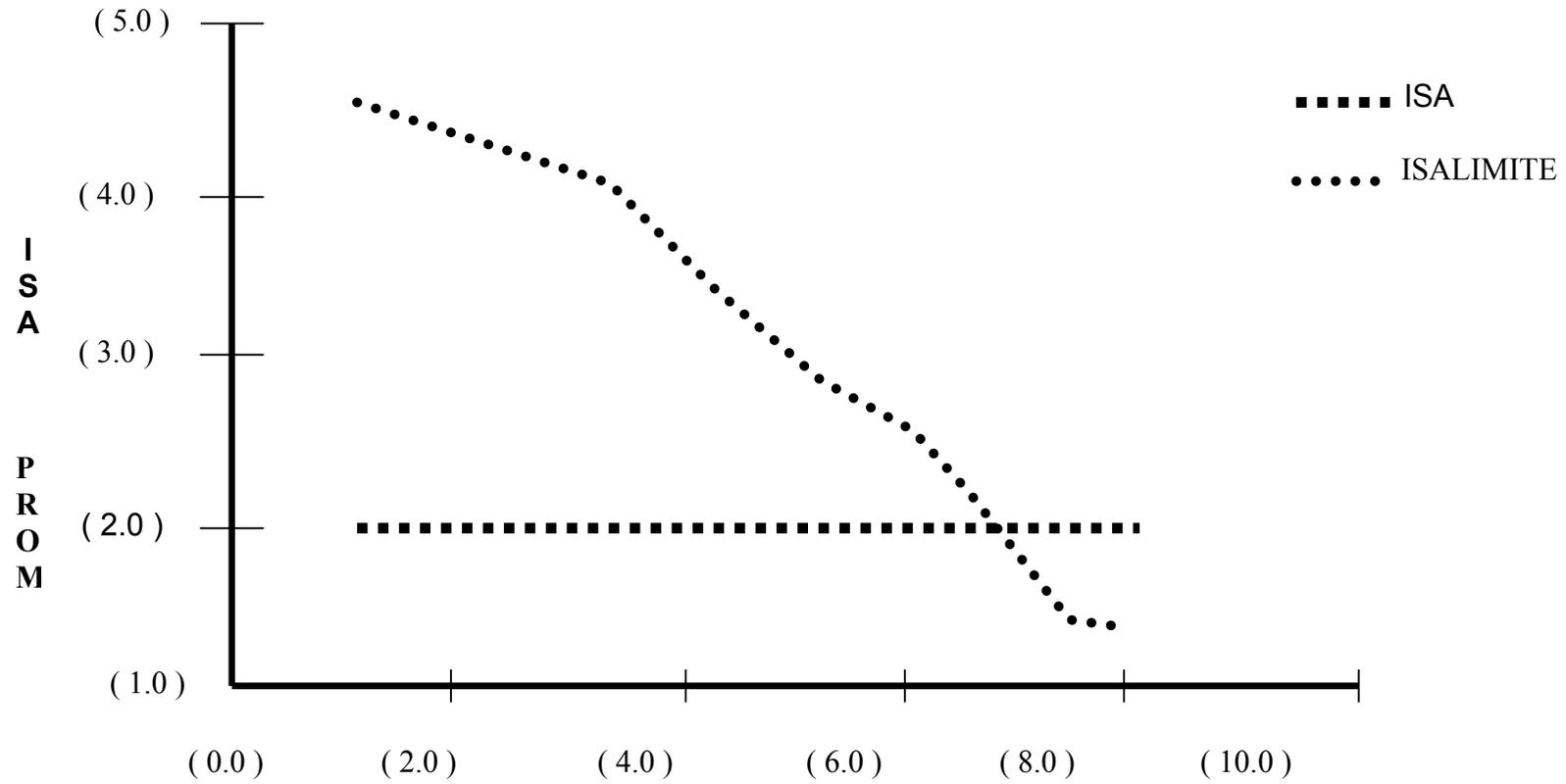
OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR...

PERFIL DE DEFLEXIONES EN EL TRAMO DE 500 M



ESTE PERFIL PERTENECE AL ULTIMO TRAMO ANALIZADO CON LA OPCION C DEL MENU

VALORES DE ISA PROMEDIO VS. TIEMPO



EVALUACIONES PERIÓDICAS DE ISA EN EL TRAMO DE 500 M.

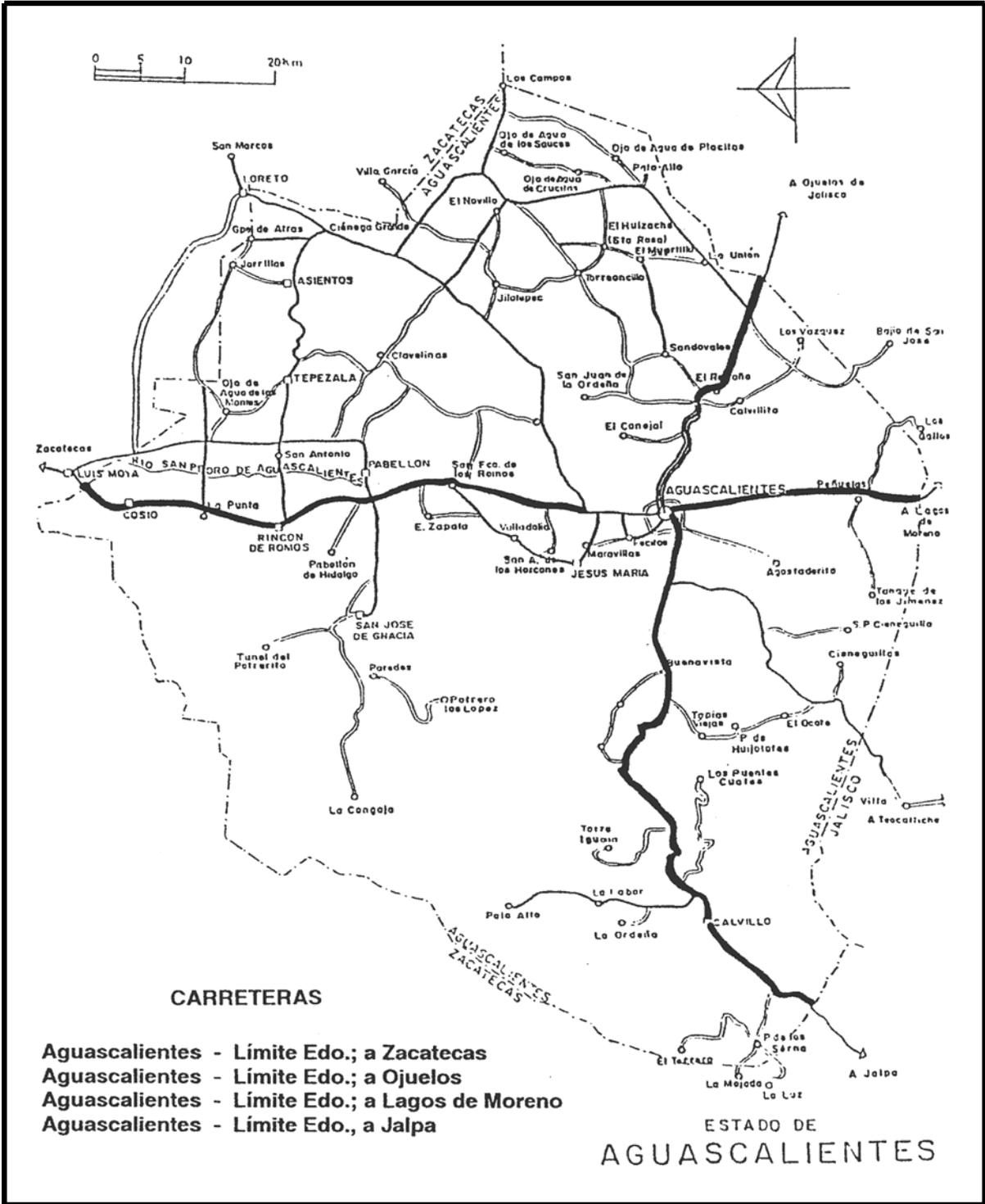
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

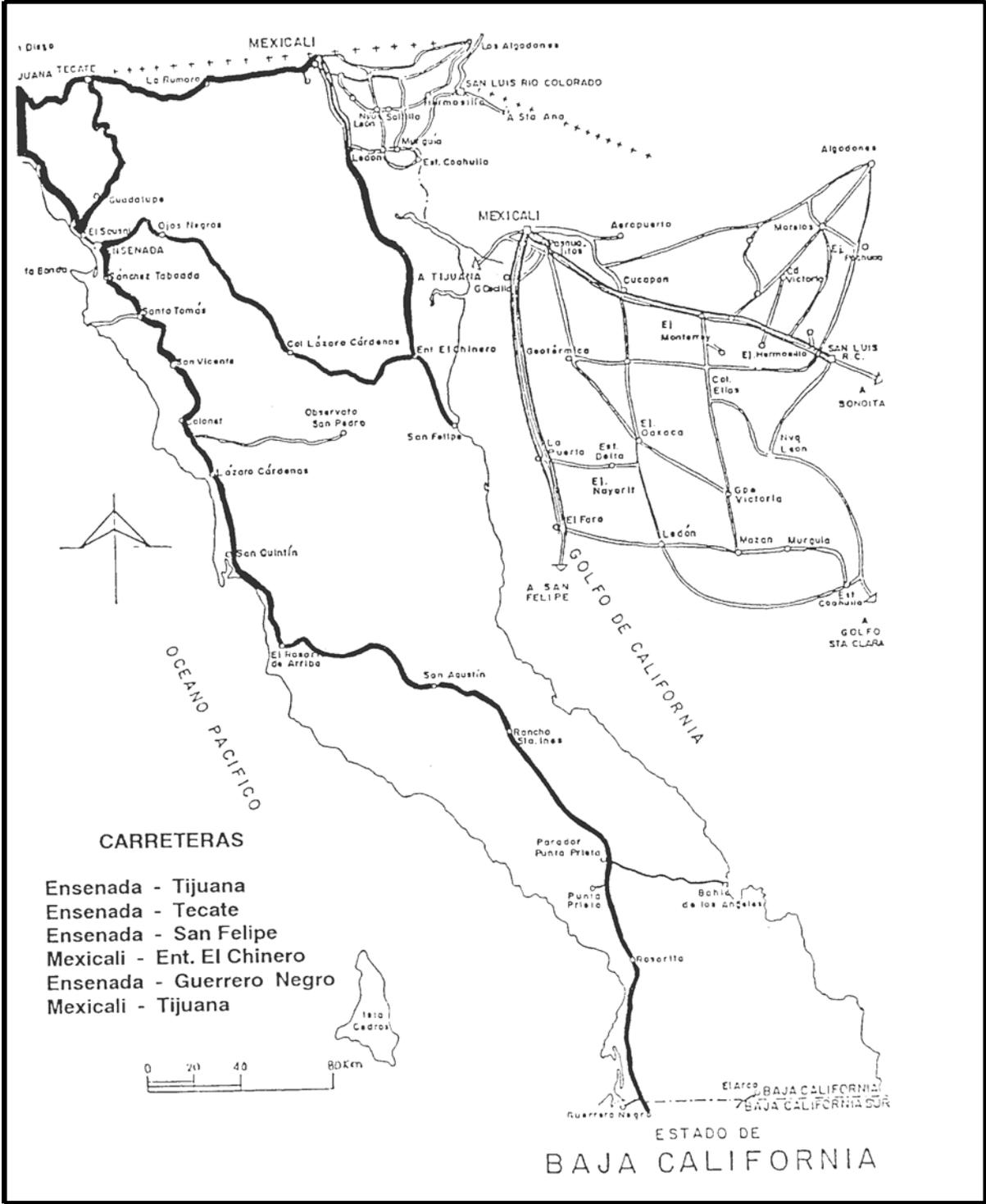
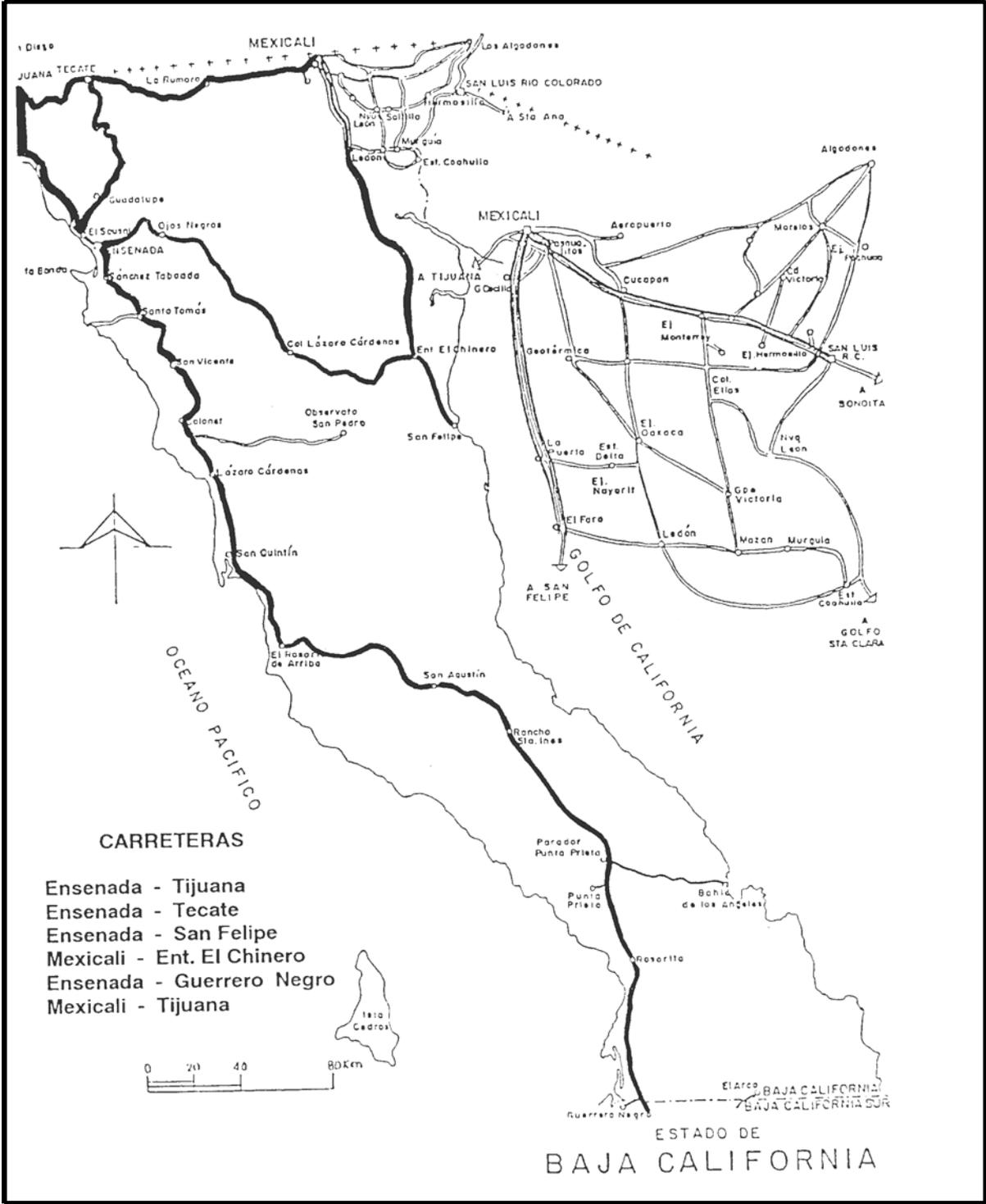
PROYECTO: S-I-M-A-P-

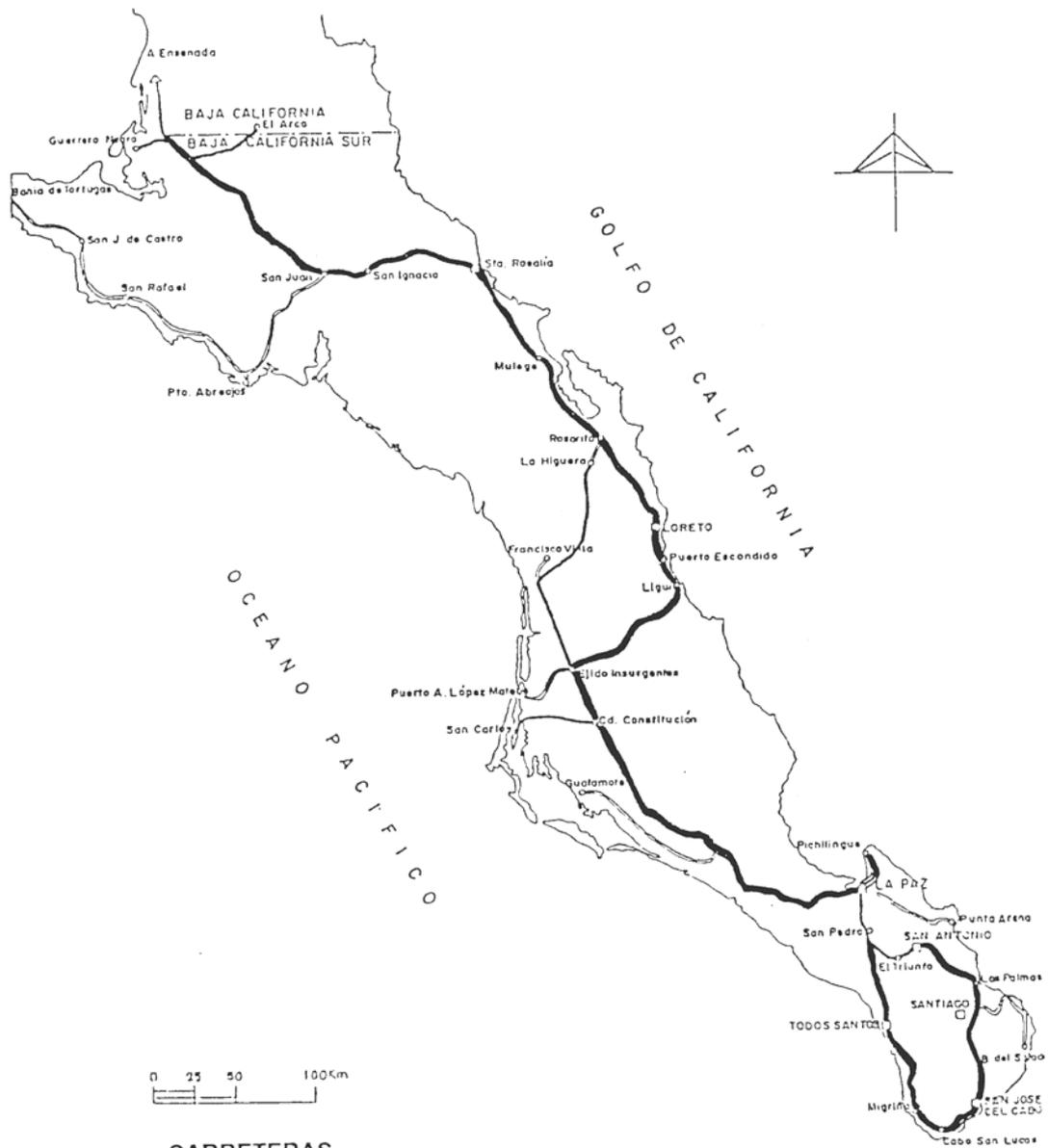
ANEXOS PARA EL MANUAL DEL USUARIO

FEDERAL DE CARRETERAS POR ESTADO

1 AGUASCALIENTES	160 km
2 BAJA CALIFORNIA	1298 km
3 BAJA CALIFORNIA SUR	1110 km
4 CAMPECHE	769 km
5 COAHUILA	1229 km
6 COLIMA	93 km
7 CHIAPAS	1145 km
8 CHIHUAHUA	2120 km
9 DURANGO	1471 km
10 GUANAJUATO	868 km
11 GUERRERO	943 km
12 HIDALGO	771 km
13 JALISCO	1496 km
14 ESTADO DE MEXICO	764 km
15 MICHOACAN	1692 km
16 MORELOS	223 km
17 NAYARIT	367 km
18 NUEVO LEON	854 km
19 OAXACA	1816 km
20 PUEBLA	913 km
21 QUERETARO	395 km
22 QUINTANA ROO	778 km
23 SAN LUIS POTOSI	1028 km
24 SINALOA	626 km
25 SONORA	933 km
26 TABASCO	476 km
27 TAMAULIPAS	1920 km
28 TLAXCALA	203 km
29 VERACRUZ	1795 km
30 YUCATAN	736 km
31 ZACATECAS	801 km







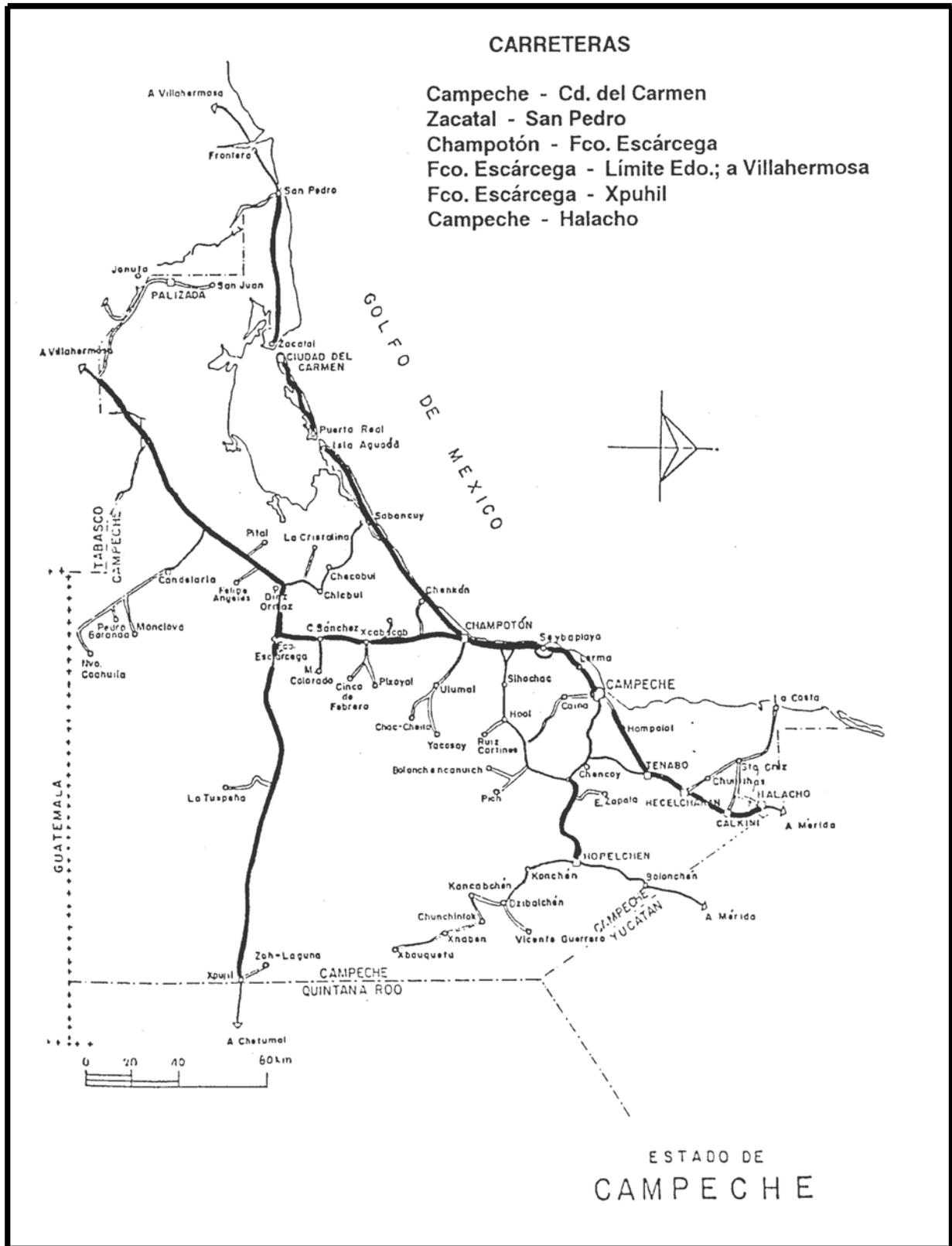
CARRETERAS

La Paz - Límite Edo.; a Ensenada
 San Antonio - San José del Cabo
 San Pedro - San José del Cabo

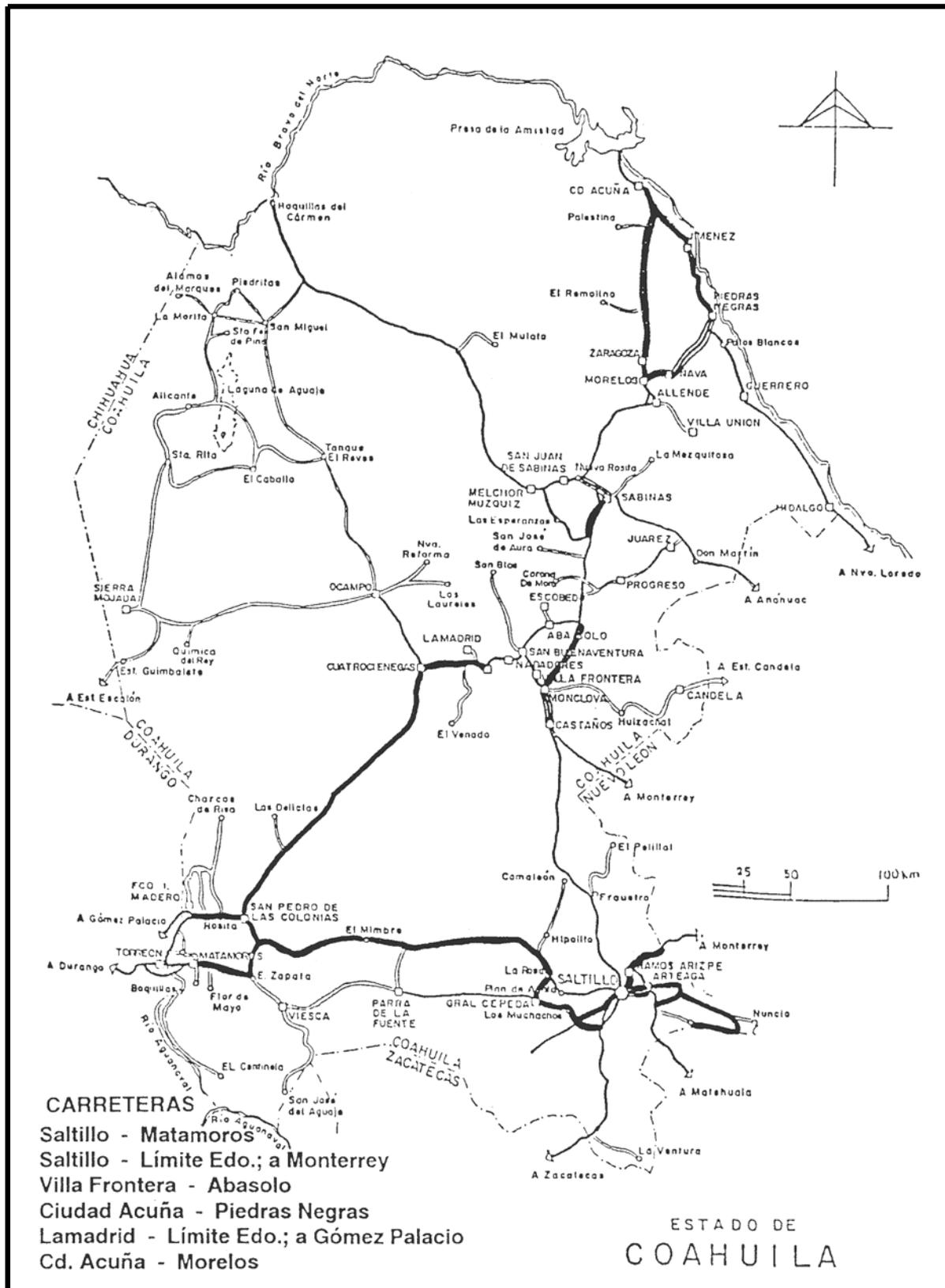
ESTADO DE
BAJA CALIFORNIA SUR

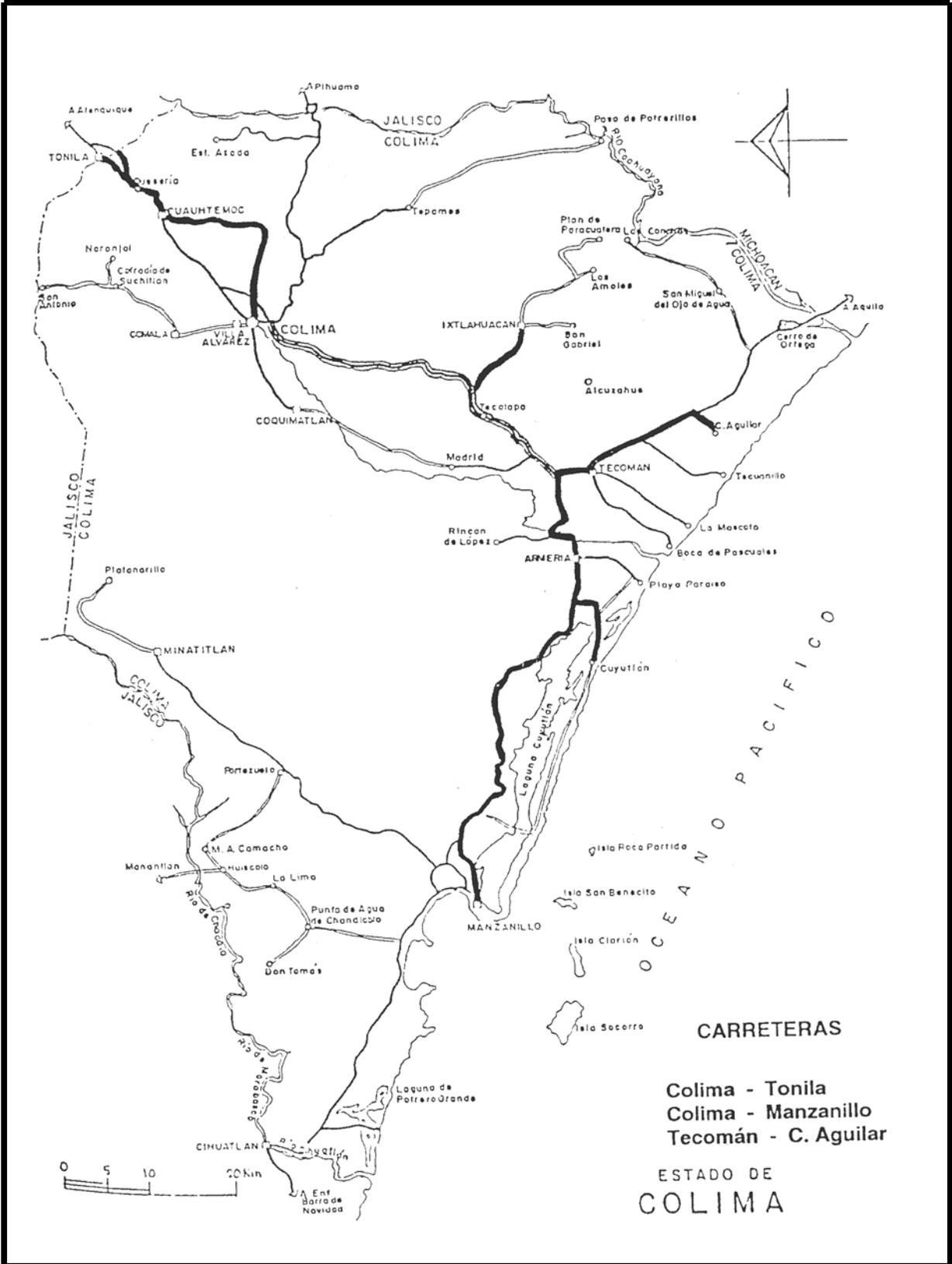
CARRETERAS

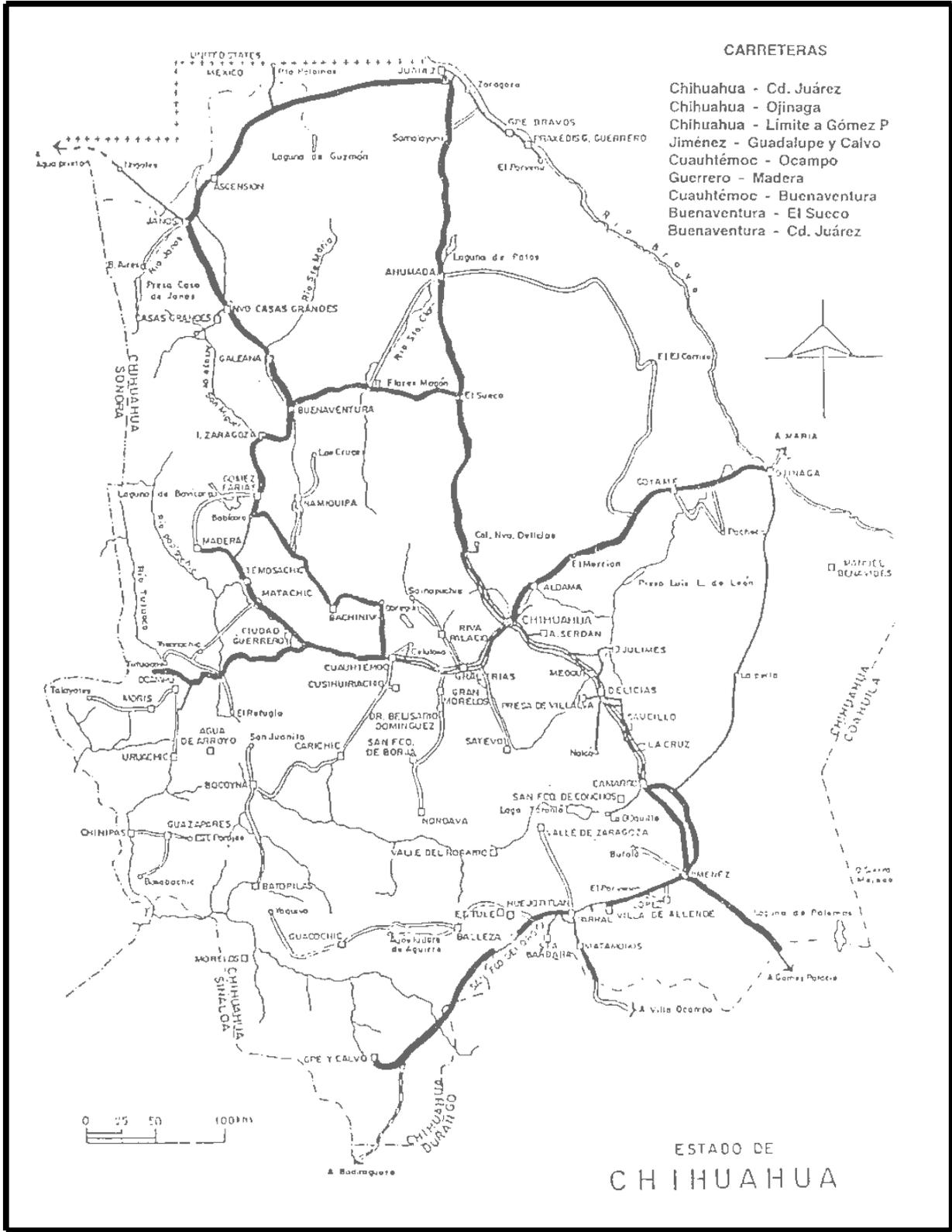
- Campeche - Cd. del Carmen
- Zacatal - San Pedro
- Champotón - Fco. Escárcega
- Fco. Escárcega - Límite Edo.; a Villahermosa
- Fco. Escárcega - Xpuhil
- Campeche - Halacho



ESTADO DE
CAMPECHE

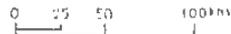
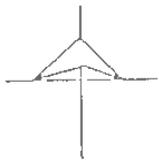




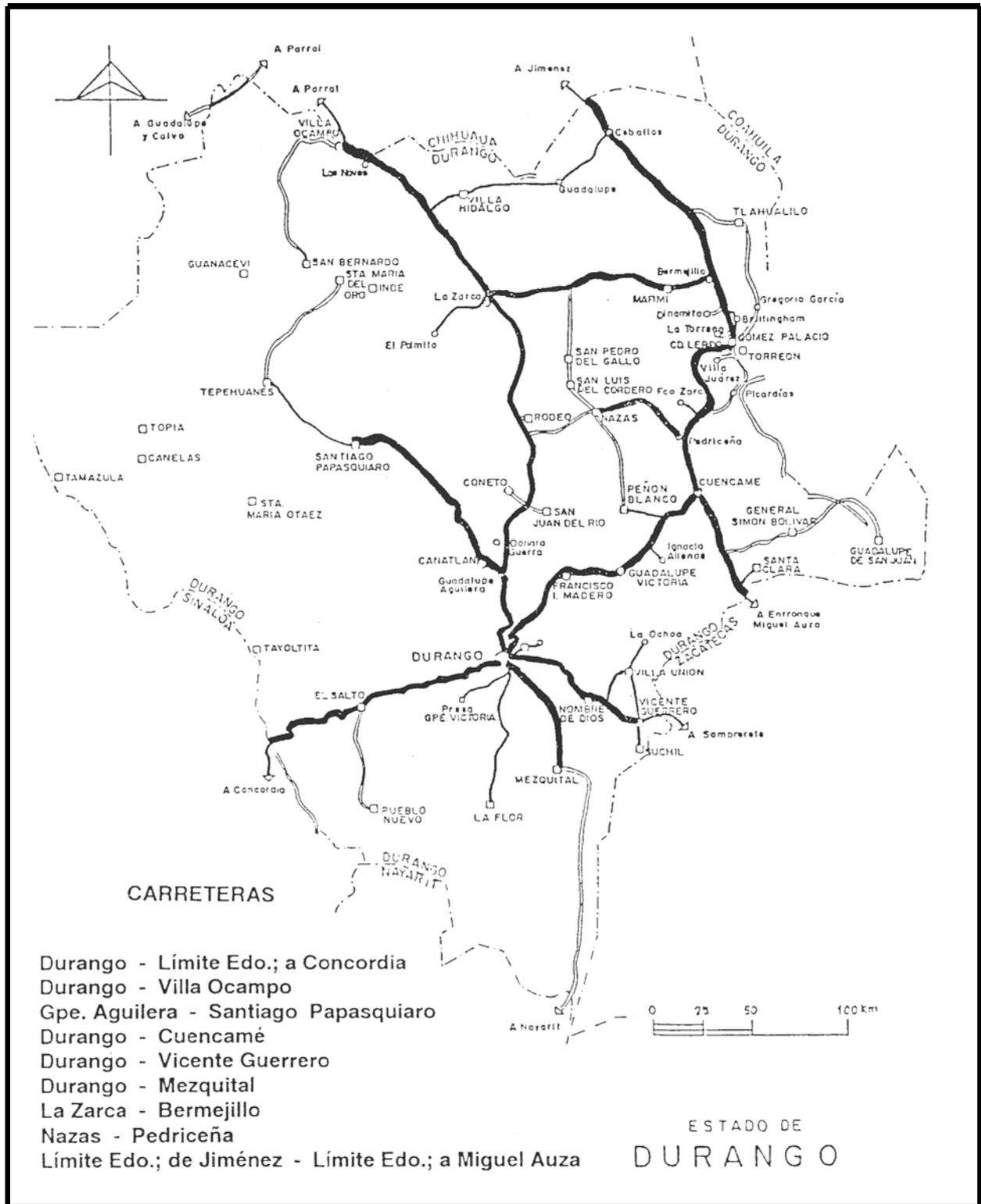


CARRETERAS

- Chihuahua - Cd. Juárez
- Chihuahua - Ojinaga
- Chihuahua - Límite a Gómez P
- Jiménez - Guadalupe y Calvo
- Cuahtémoc - Ocampo
- Guerrero - Madera
- Cuahtémoc - Buenaventura
- Buenaventura - El Suelco
- Buenaventura - Cd. Juárez

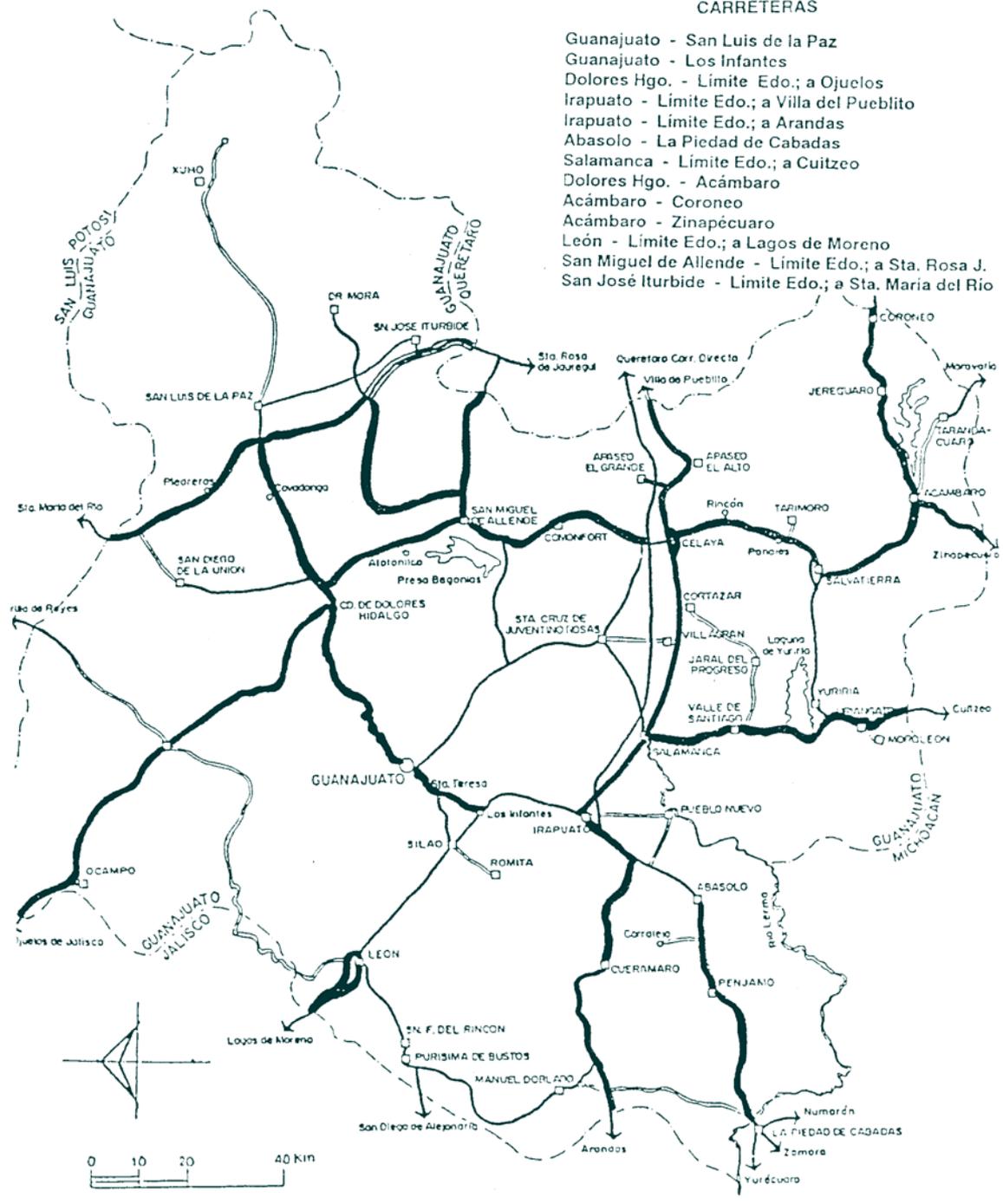


ESTADO DE
CHIHUAHUA

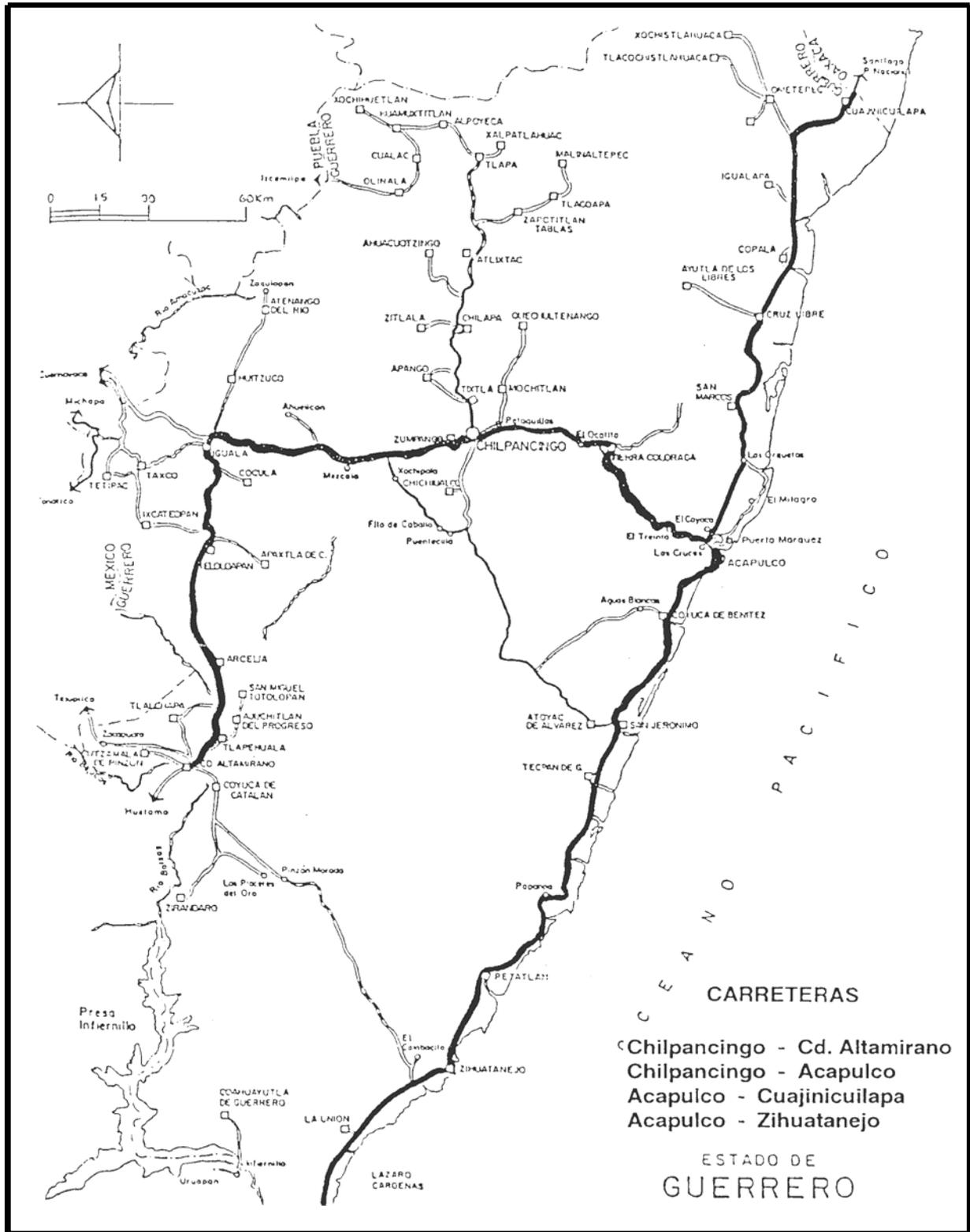


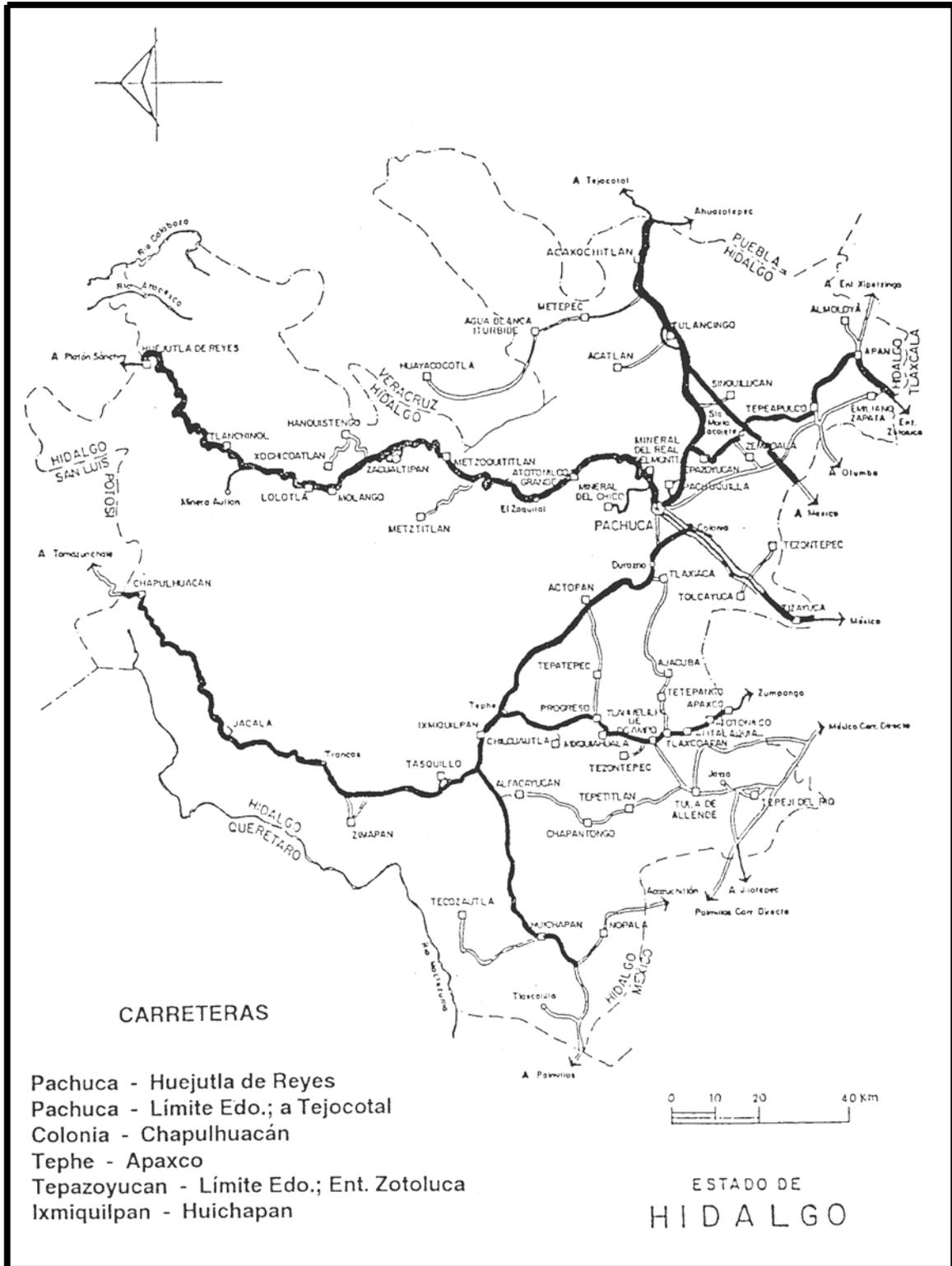
CARRETERAS

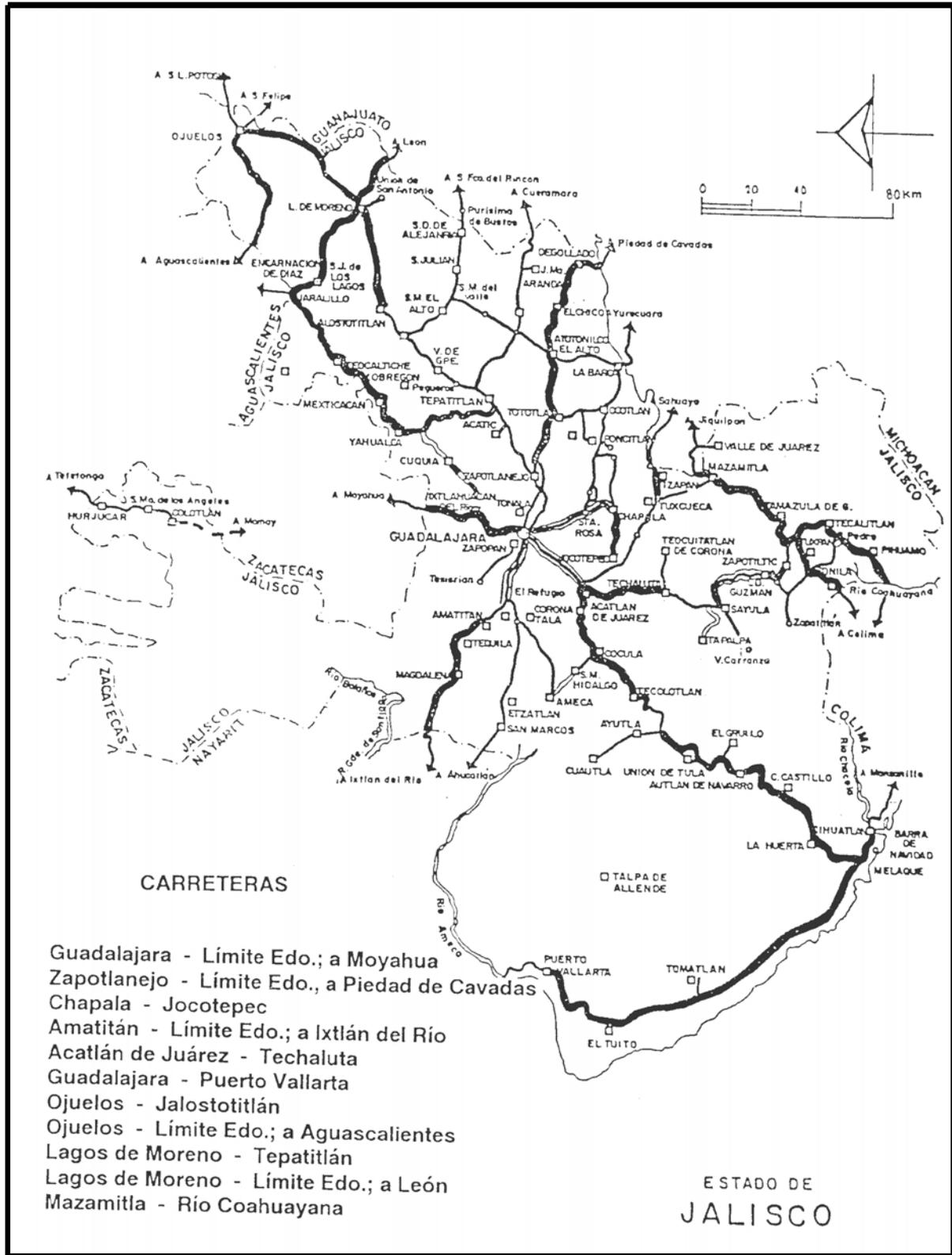
- Guanajuato - San Luis de la Paz
- Guanajuato - Los Infantes
- Dolores Hgo. - Limite Edo.; a Ojuelos
- Irapuato - Limite Edo.; a Villa del Pueblito
- Irapuato - Limite Edo.; a Arandas
- Abasolo - La Piedad de Cabadas
- Salamanca - Limite Edo.; a Cuitzeo
- Dolores Hgo. - Acámbaro
- Acámbaro - Coroneo
- Acámbaro - Zinapécuaro
- León - Limite Edo.; a Lagos de Moreno
- San Miguel de Allende - Limite Edo.; a Sta. Rosa J.
- San José Iturbide - Limite Edo.; a Sta. Maria del Río

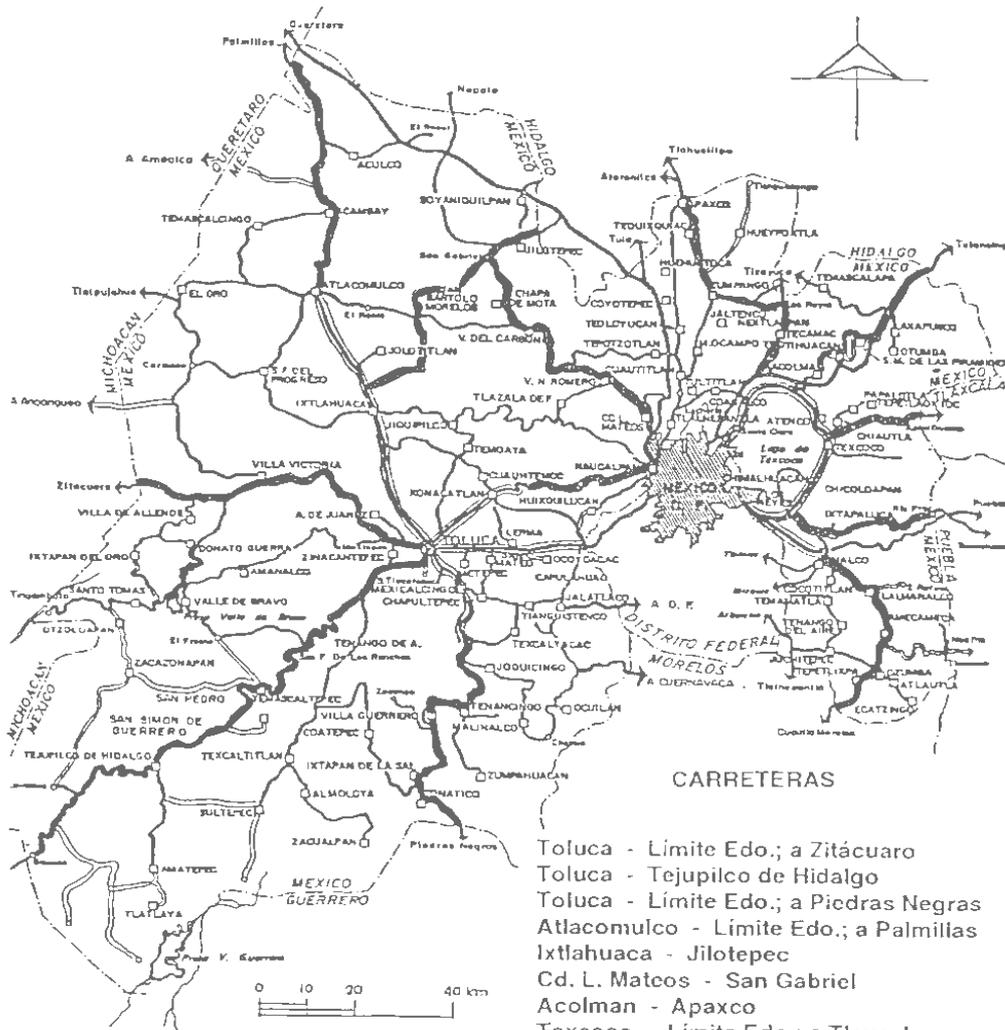


ESTADO DE
GUANAJUATO





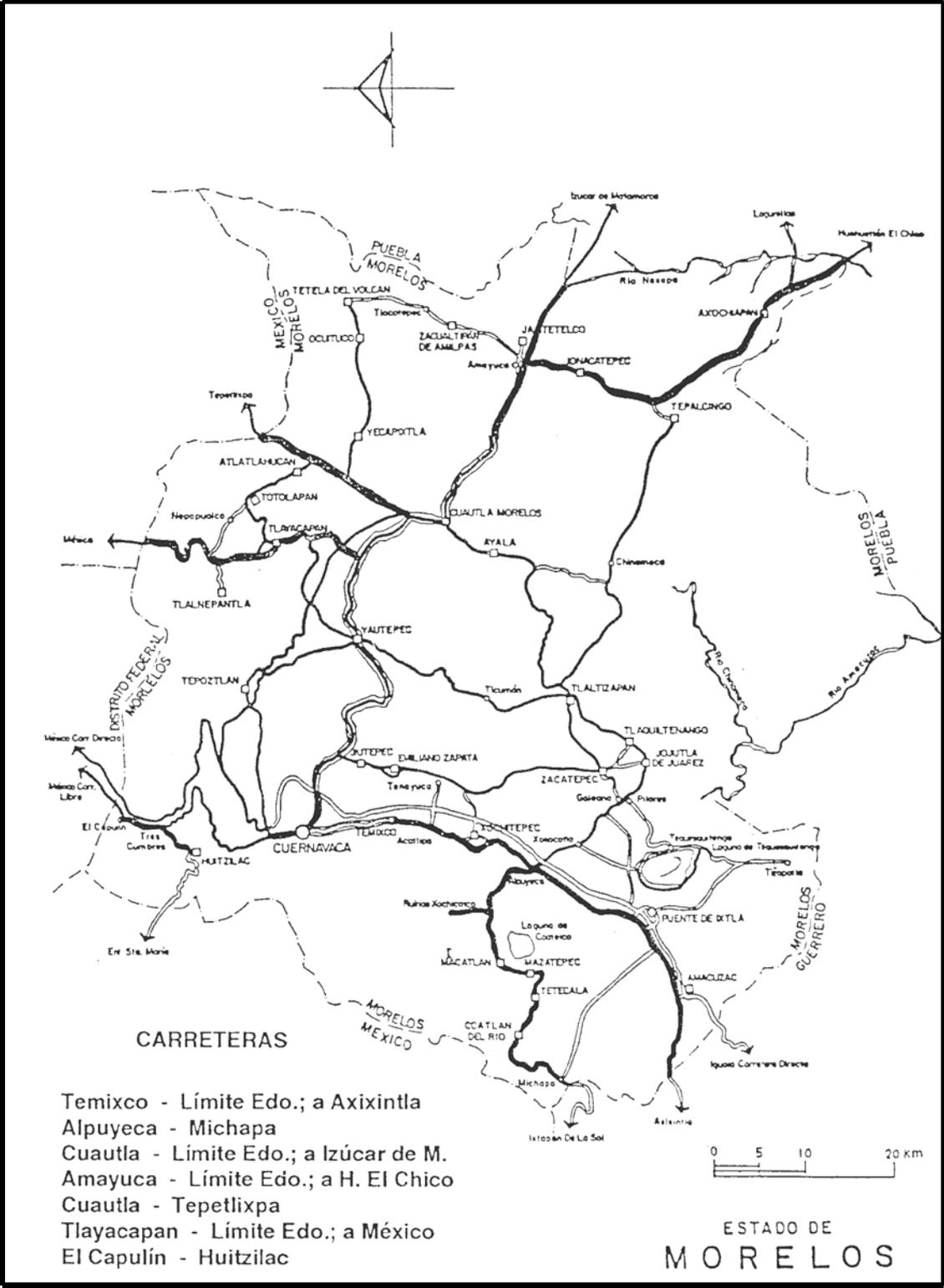


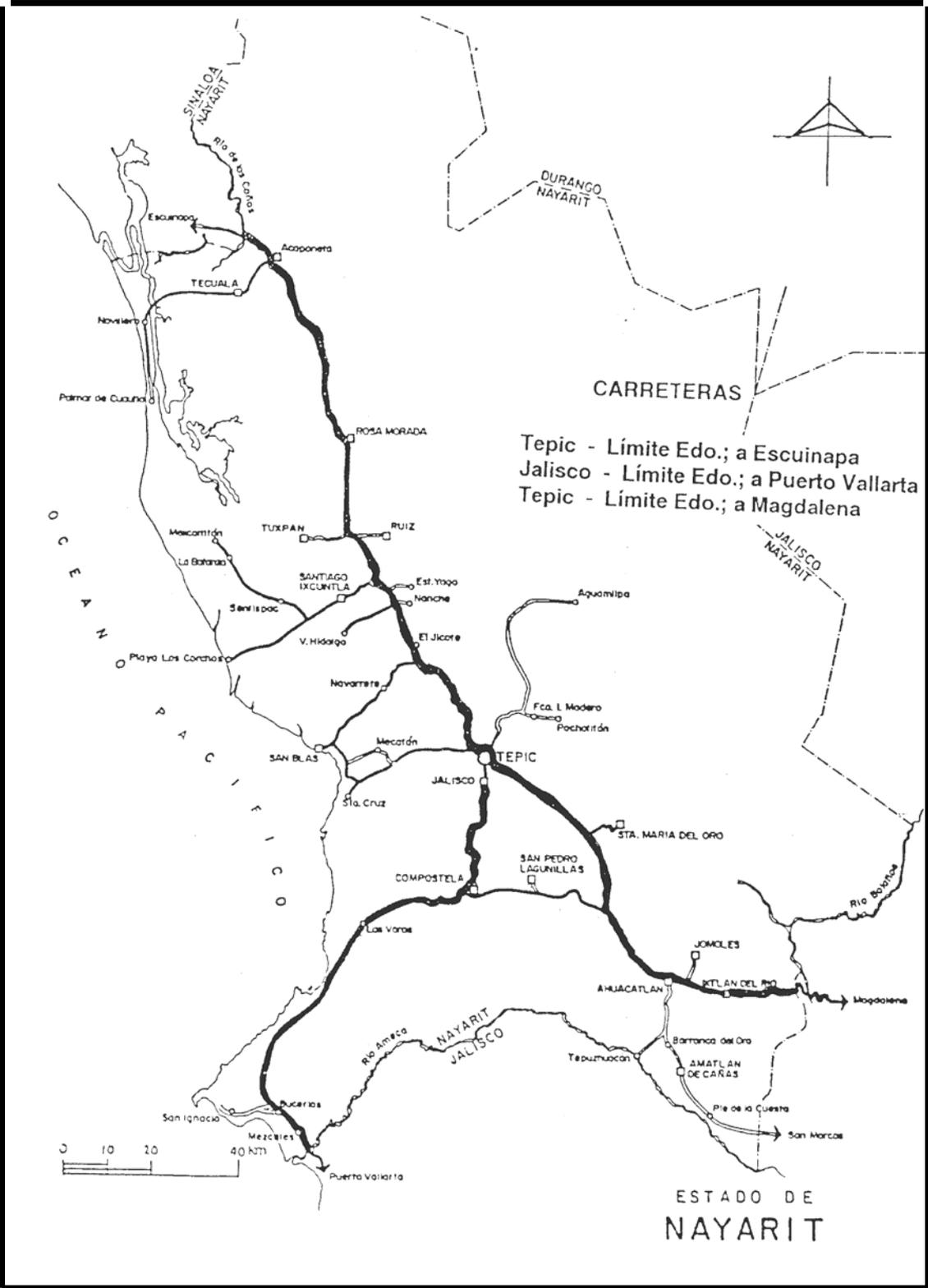


- Toluca - Limite Edo.; a Zitácuaro
- Toluca - Tejupilco de Hidalgo
- Toluca - Limite Edo.; a Piedras Negras
- Atlacomulco - Limite Edo.; a Palmillas
- Ixtlahuaca - Jilotepec
- Cd. L. Matcos - San Gabriel
- Acolman - Apaxco
- Texcoco - Limite Edo.; a Tlaxcala
- Chalco - Limite Edo.; a Cuautla
- Los Reyes - Río Frio
- Acolman - Limite de Edo.; a Tulancingo

ESTADO DE
MEXICO

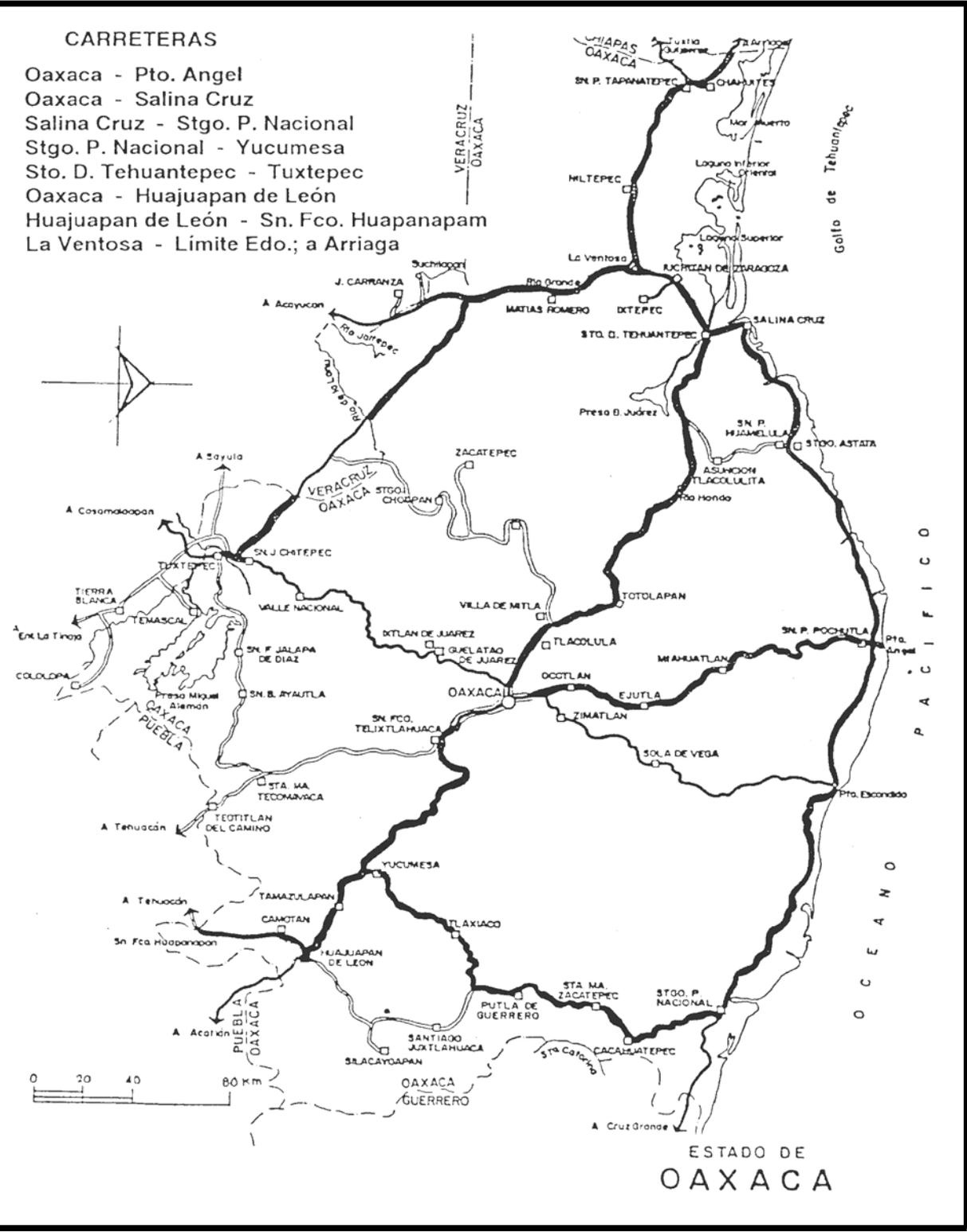




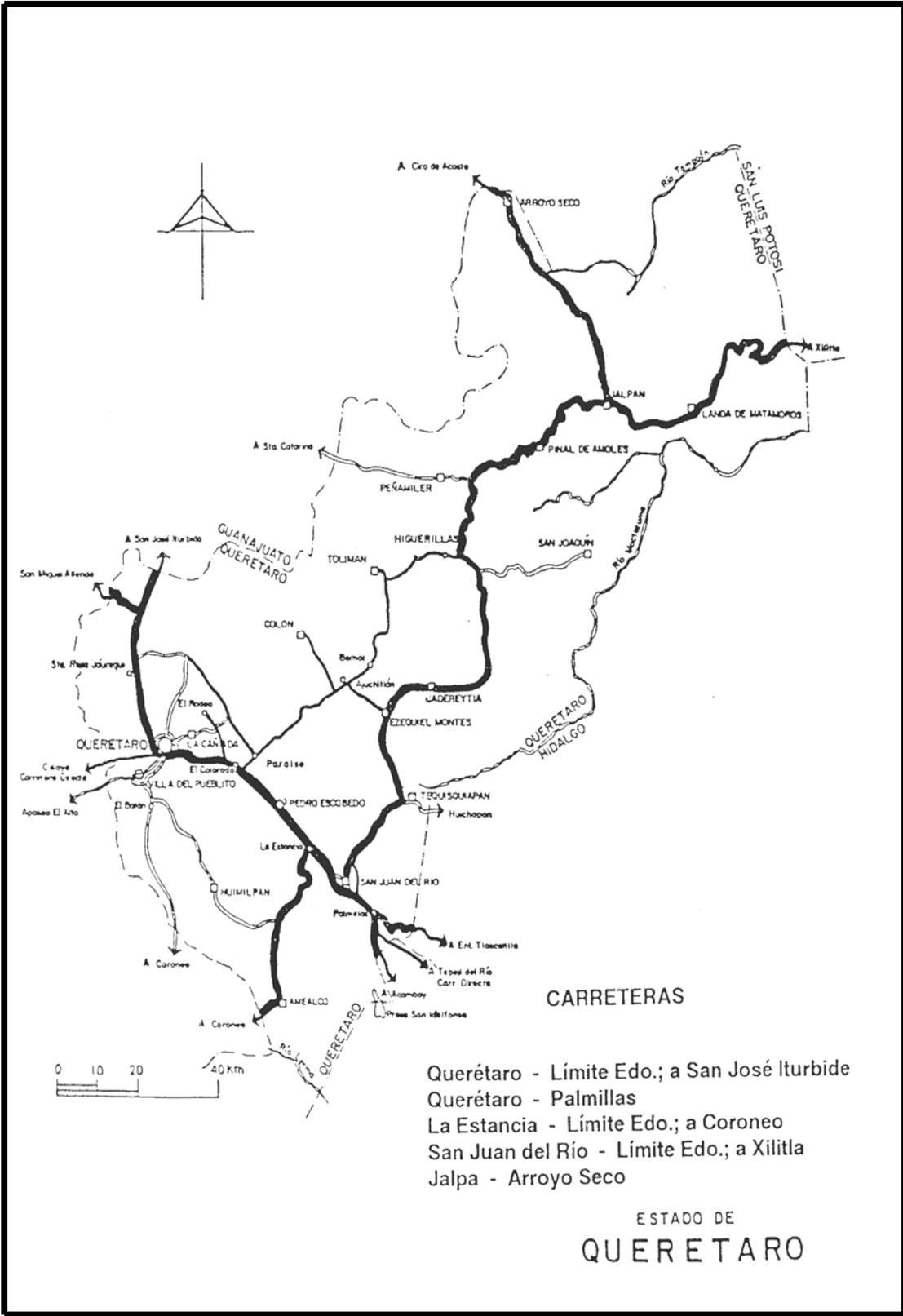


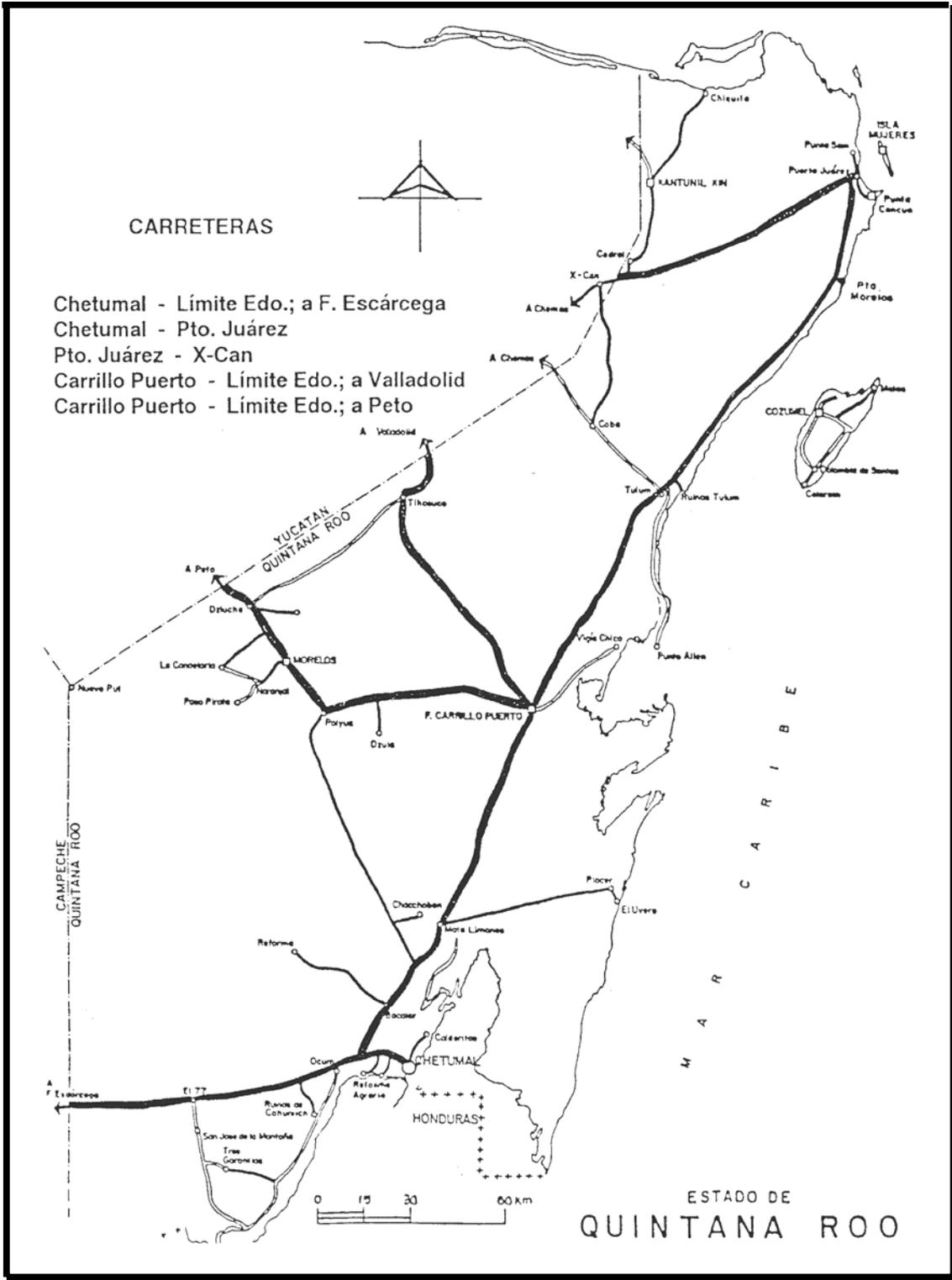
CARRETERAS

- Oaxaca - Pto. Angel
- Oaxaca - Salina Cruz
- Salina Cruz - Stgo. P. Nacional
- Stgo. P. Nacional - Yucumesa
- Sto. D. Tehuantepec - Tuxtepec
- Oaxaca - Huajuapam de León
- Huajuapam de León - Sn. Fco. Huapanapam
- La Ventosa - Límite Edo.; a Arriaga



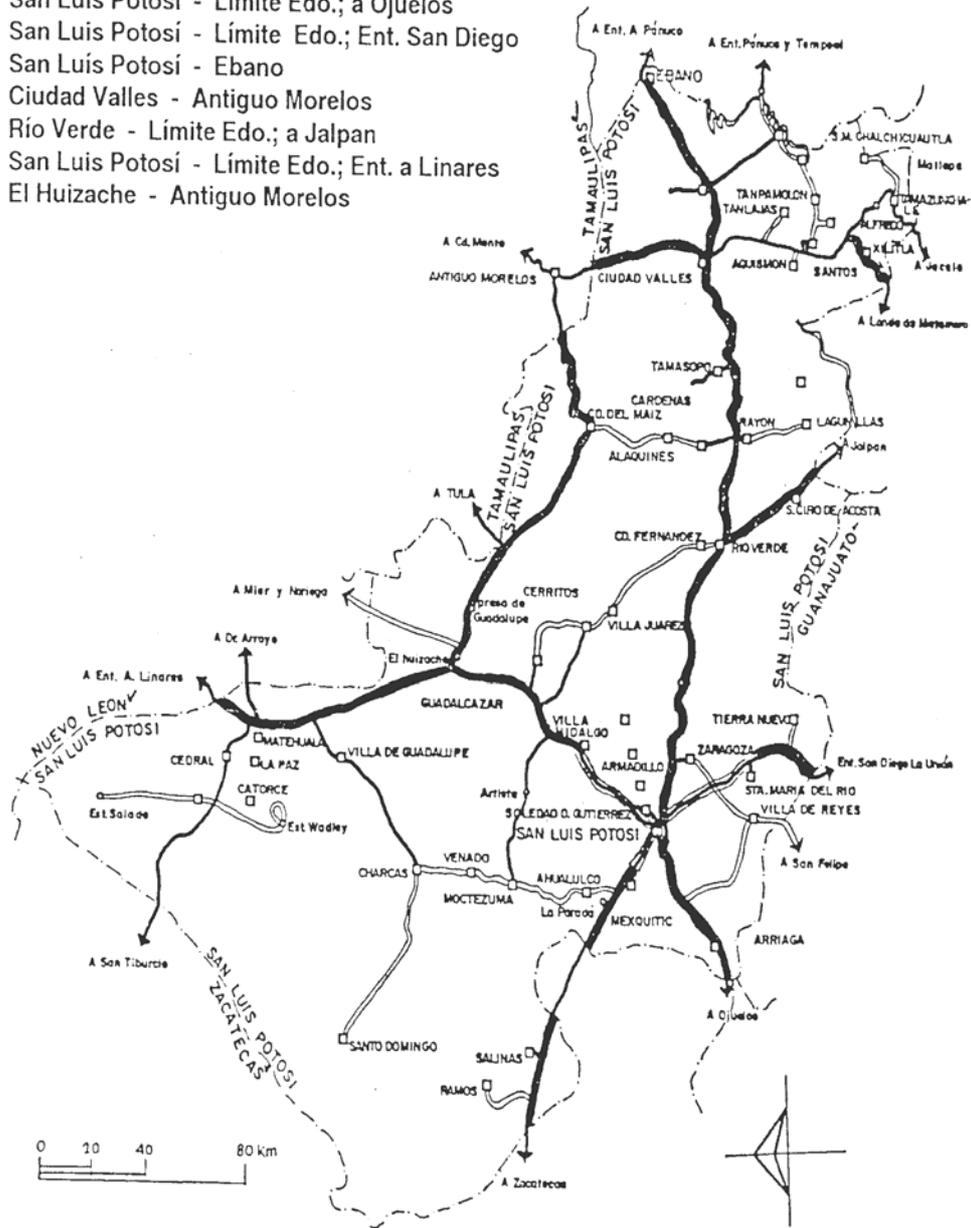
ESTADO DE
OAXACA





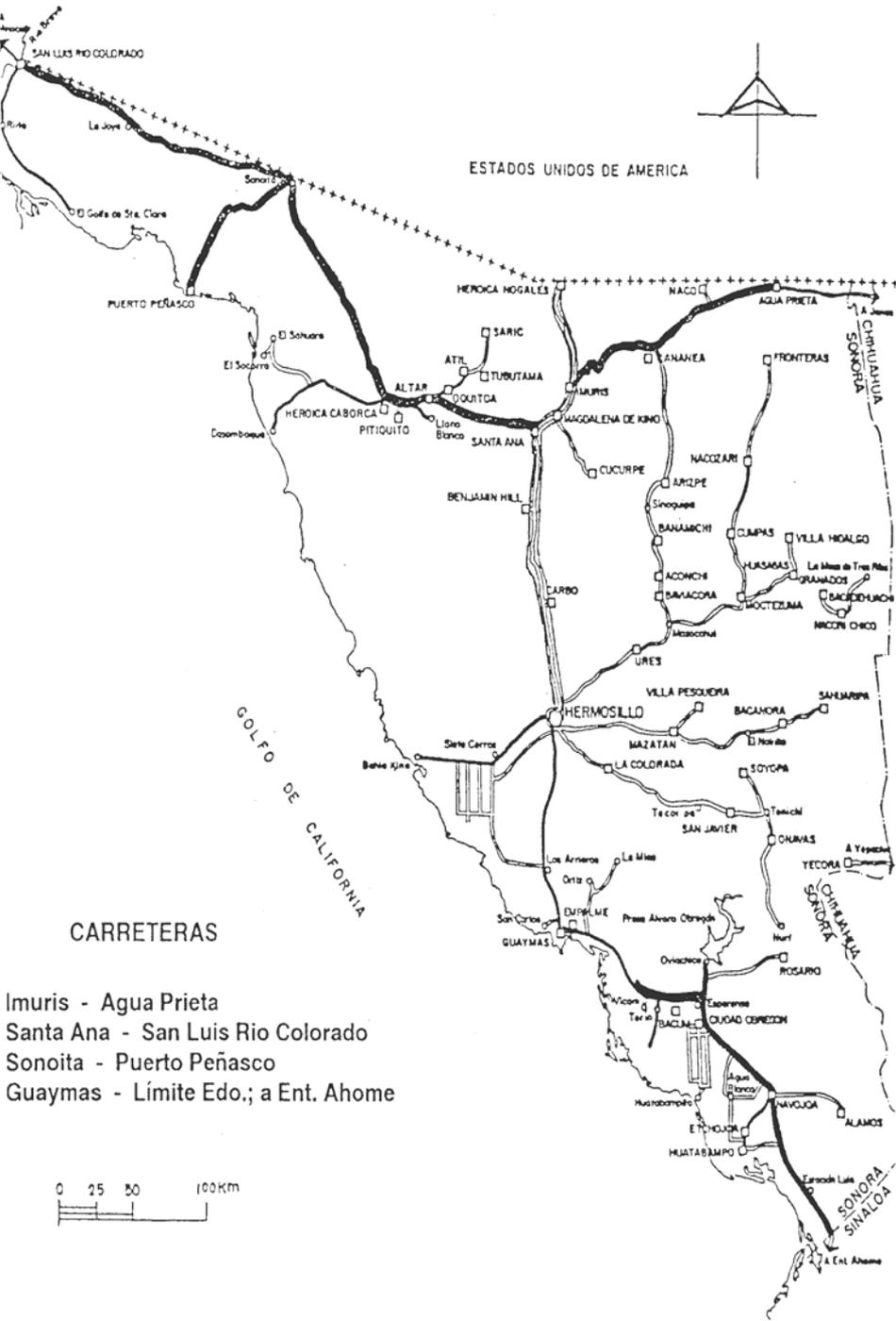
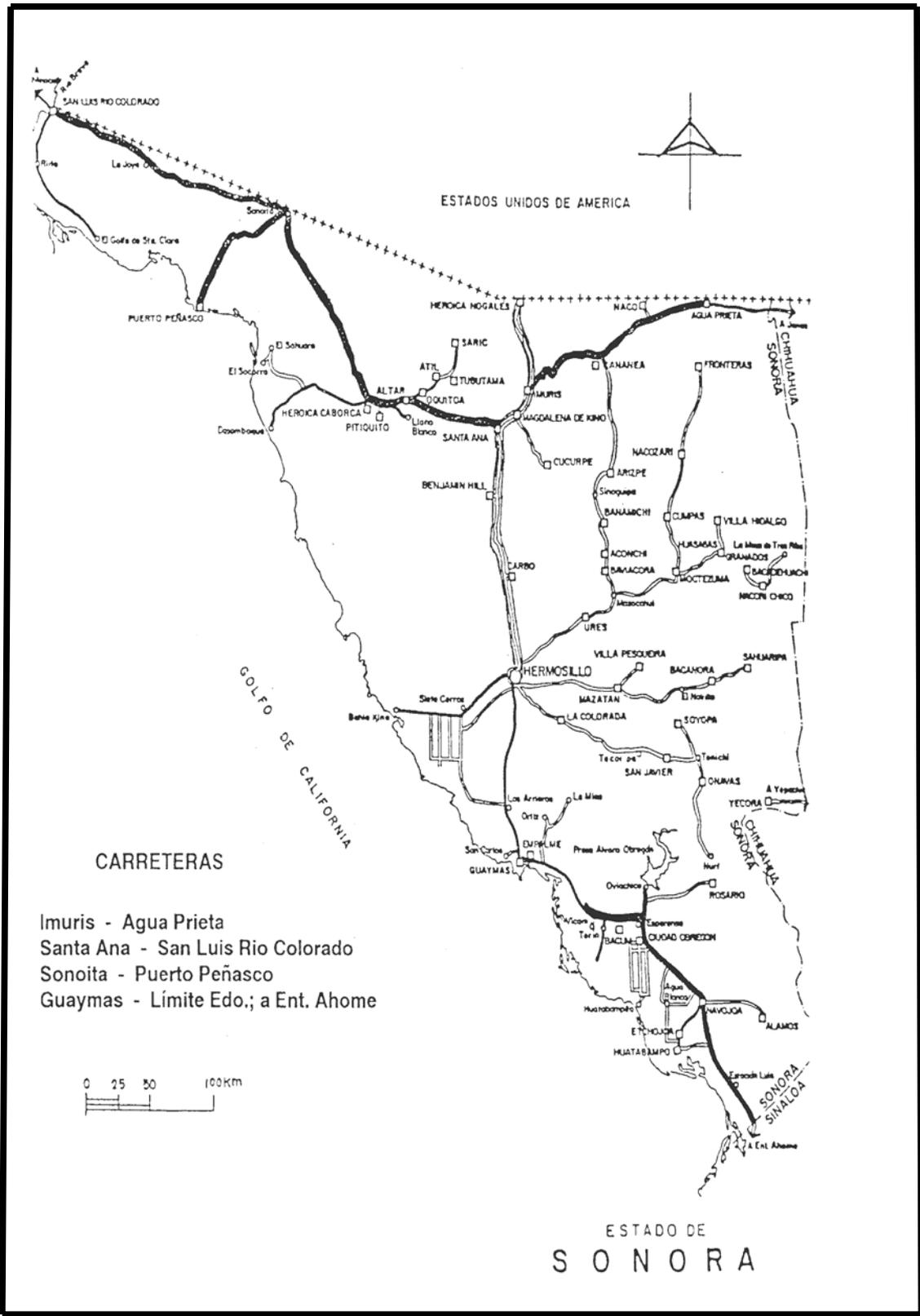
CARRETERAS

- San Luis Potosí - Límite Edo.; a Zacatecas
- San Luis Potosí - Límite Edo.; a Ojuelos
- San Luis Potosí - Límite Edo.; Ent. San Diego
- San Luis Potosí - Ebanó
- Ciudad Valles - Antiguo Morelos
- Río Verde - Límite Edo.; a Jalpan
- San Luis Potosí - Límite Edo.; Ent. a Linares
- El Huizache - Antiguo Morelos



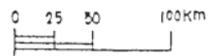
ESTADO DE
SAN LUIS POTOSÍ





CARRETERAS

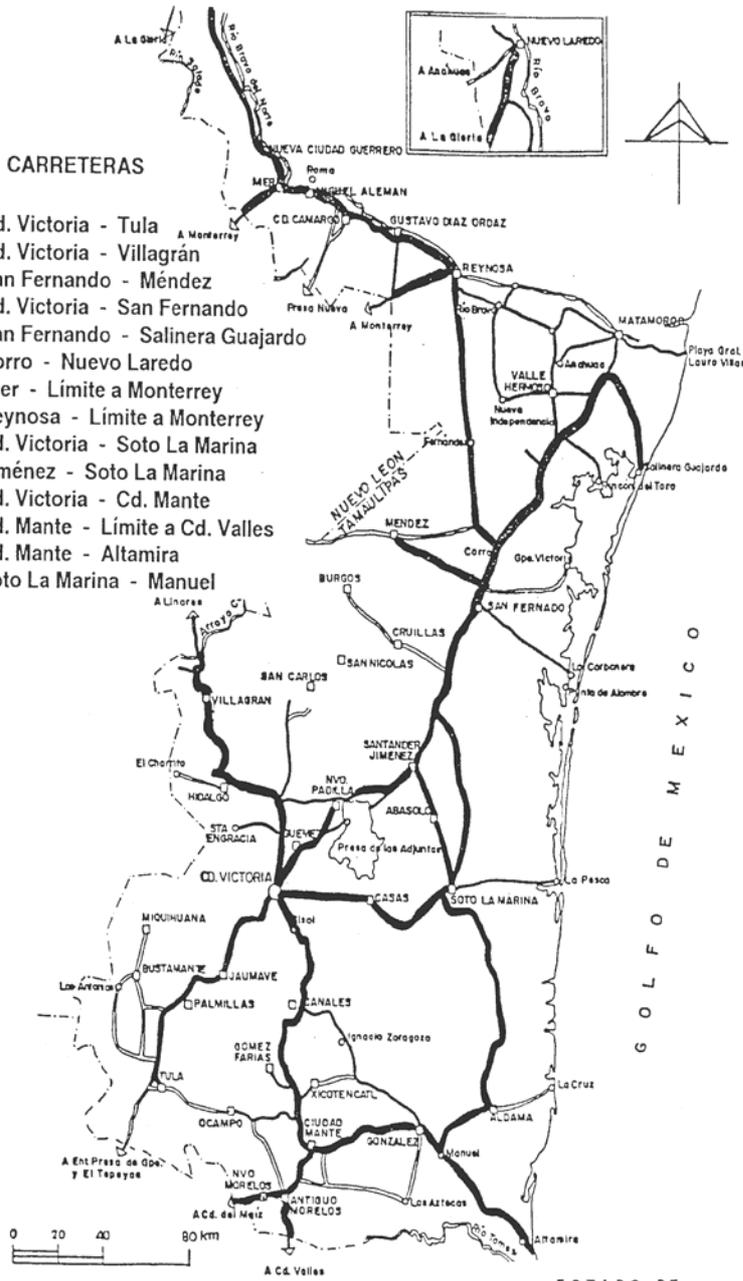
- Imuris - Agua Prieta
- Santa Ana - San Luis Rio Colorado
- Sonoita - Puerto Peñasco
- Guaymas - Límite Edo.; a Ent. Ahome



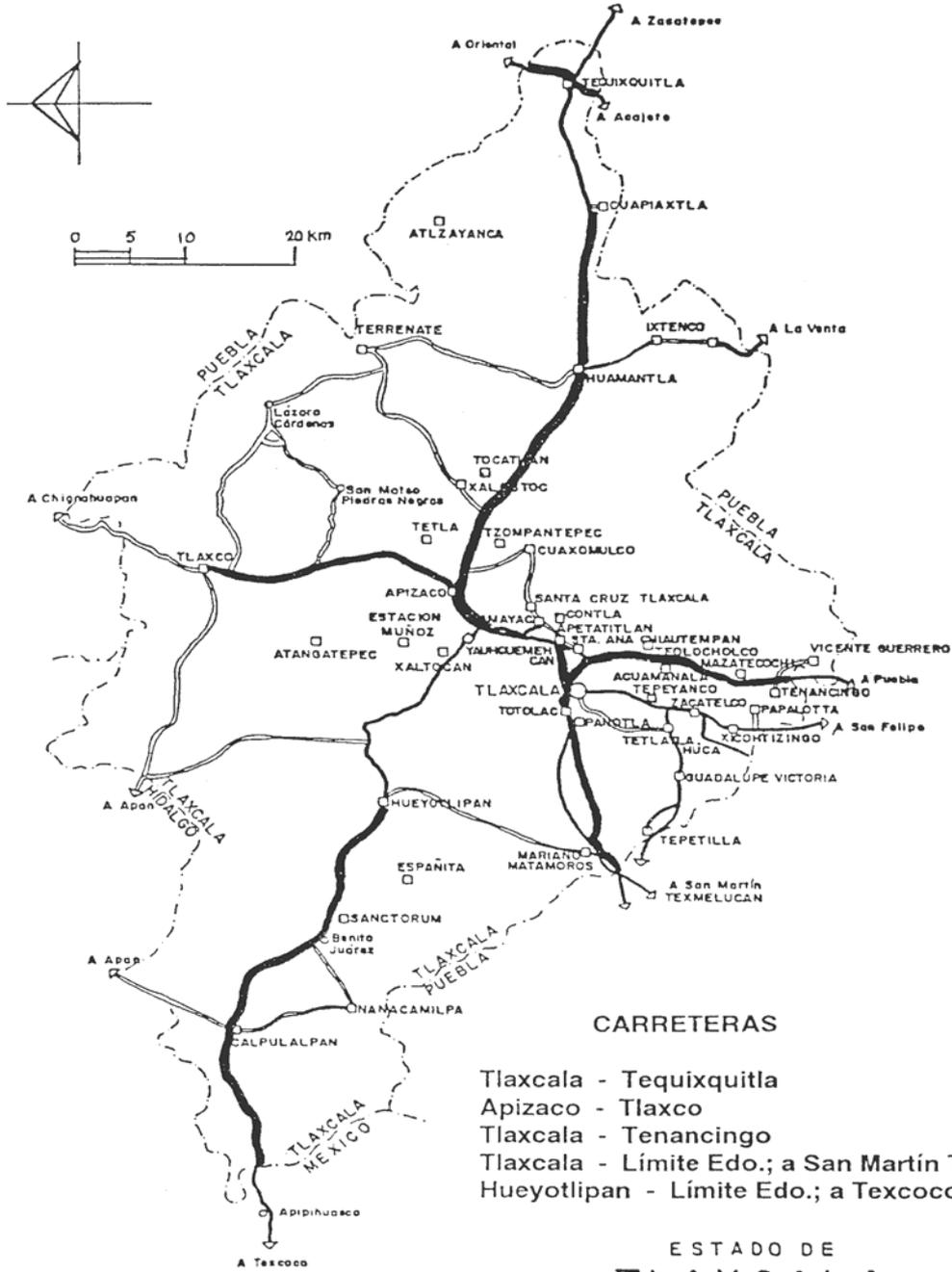
ESTADO DE SONORA

CARRETERAS

- Cd. Victoria - Tula
- Cd. Victoria - Villagrán
- San Fernando - Méndez
- Cd. Victoria - San Fernando
- San Fernando - Salinera Guajardo
- Corro - Nuevo Laredo
- Mier - Límite a Monterrey
- Reynosa - Límite a Monterrey
- Cd. Victoria - Soto La Marina
- Jiménez - Soto La Marina
- Cd. Victoria - Cd. Mante
- Cd. Mante - Límite a Cd. Valles
- Cd. Mante - Altamira
- Soto La Marina - Manuel



ESTADO DE
TAMAULIPAS



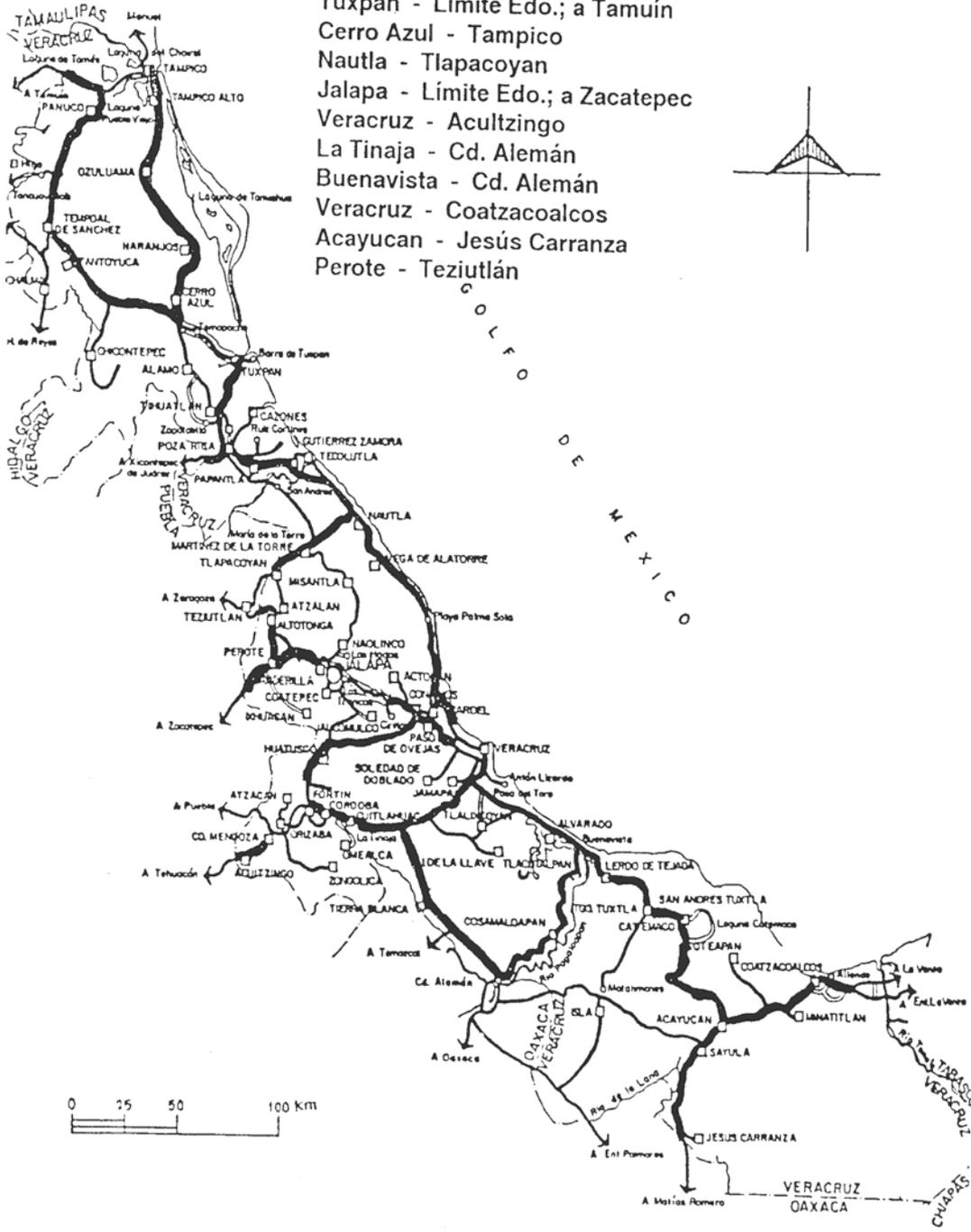
CARRETERAS

- Tlaxcala - Tequixquilitla
- Apizaco - Tlaxco
- Tlaxcala - Tenancingo
- Tlaxcala - Límite Edo.; a San Martín T.
- Hueyotlipan - Límite Edo.; a Texcoco

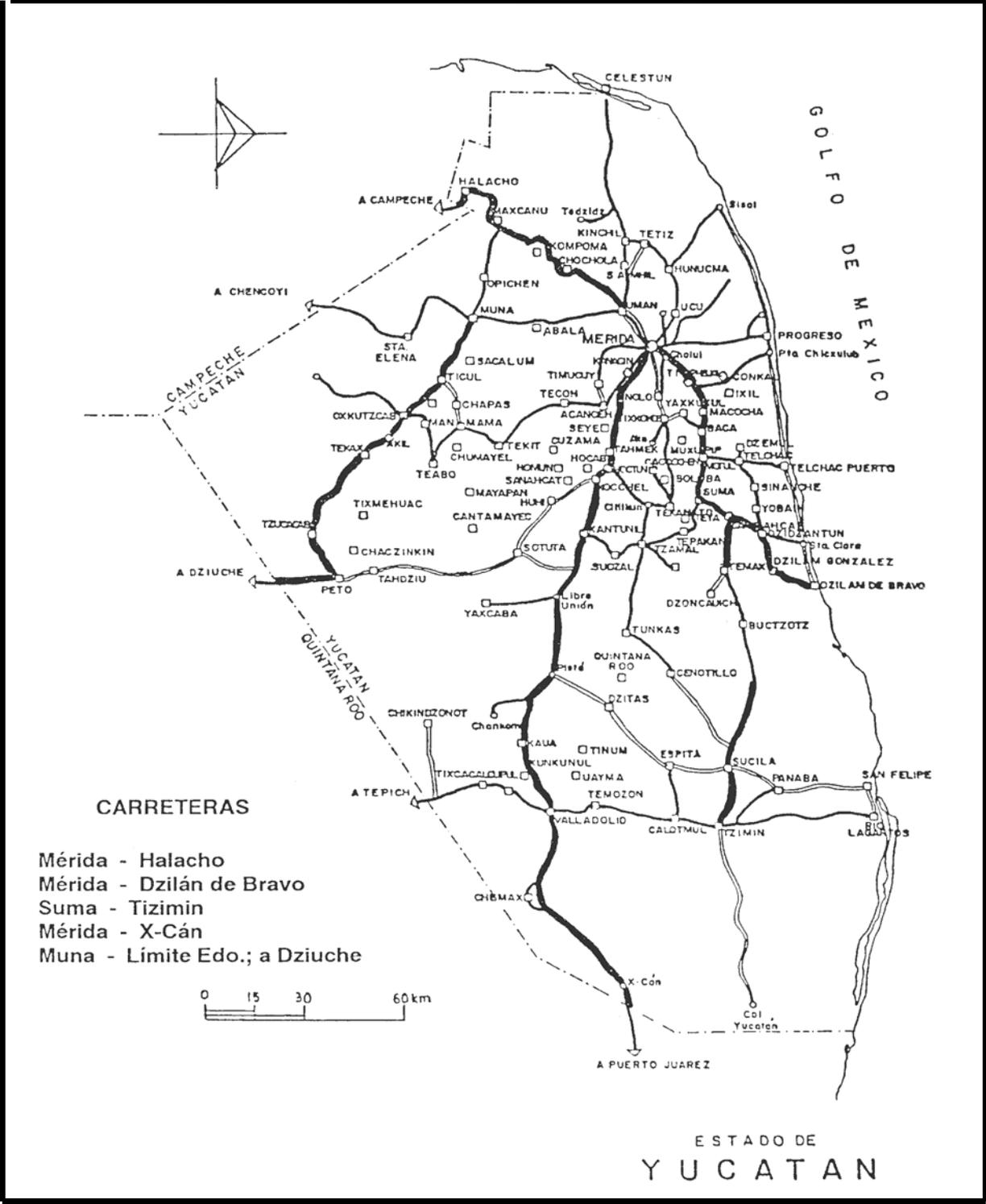
ESTADO DE
TLAXCALA

CARRETERAS

- Tuxpan - Veracruz
- Tuxpan - Limite Edo.; a Tamuín
- Cerro Azul - Tampico
- Nautla - Tlapacoyan
- Jalapa - Limite Edo.; a Zacatepec
- Veracruz - Acultzingo
- La Tinaja - Cd. Alemán
- Buenavista - Cd. Alemán
- Veracruz - Coatzacoalcos
- Acayucan - Jesús Carranza
- Perote - Teziutlán



ESTADO DE
VERACRUZ





CIUDAD DE MEXICO

Av. Patriotismo 683
Col. Mixcoac
03730, México, D. F.
Tel (55) 56 15 35 75
55 98 52 18
Fax (55) 55 98 64 57

SANFANDILA

Km. 12+000, Carretera
Querétaro-Galindo
76700, Sanfandila, Qro.
Tel (442) 2 16 97 77
2 16 96 46
Fax (442) 2 16 96 71

**Internet: <http://www.imt.mx>
publicaciones@imt.mx**