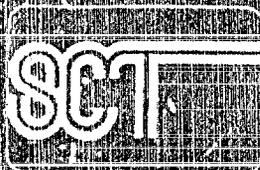


SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS

E114



MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD
GENERAL DE LA CARRETERA MEXICO - QUERETARO, TRAMO
PALMILLAS - QUERETARO (60 KM), EN EL ESTADO DE
QUERETARO

MEMORIA

JULIETA PISANT LEVY

1995

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

**SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS**

**MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD
GENERAL DE LA CARRETERA MEXICO - QUERETARO, TRAMO
PALMILLAS - QUERETARO (60 KM), EN EL ESTADO DE
QUERETARO**

MEMORIA

JULIETA PISANTY LEVY

1995

**EN LA REALIZACION DEL PRESENTE ESTUDIO PARTICIPARON LAS
SIGUIENTES PERSONAS:**

M. EN C. JULIETA PISANTY LEVY
Coordinadora General y Directora del Estudio

Equipo Colaborador:

BIOL. BELINDA CESARMAN RAISBAUM
ING. JESUS DE LA MORA ALVAREZ
ARQ. ROSA MARIA FLORES SALAZAR
ING. GEOL. JOSE LUIS HERNANDEZ MICHACA

Equipo de Apoyo:

DIBUJANTE: GABRIELA ESPINOSA TREJO

INDICE GENERAL

	Pag.
Presentación del Estudio	1
Capítulo I Datos Generales	3
Capítulo II Descripción de la obra o actividad proyectada	4
1. Descripción general	4
1.1 Nombre del proyecto	4
1.2 Naturaleza del proyecto	4
1.3 Objetivos y justificación del proyecto	7
1.4 Programa de trabajo	7
1.5 Proyectos asociados	8
1.6 Políticas de crecimiento a futuro	8
2. Etapa de selección del sitio	8
2.1 Ubicación física del proyecto	8
2.2 Urbanización del área	8
2.3 Criterios de elección del sitio	8
2.4 Superficie requerida	8
2.5 Uso actual del suelo en el predio	9
2.6 Colindancias del predio	9
2.7 Situación legal del predio	9
2.8 Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad	9
2.9 Sitios alternativos que hayan sido o estén siendo evaluados	9
3. Etapa de preparación del sitio y construcción	10
3.1 Programa de trabajo	13
3.2 Preparación del terreno	13
3.2.1 Recursos que serán alterados	13
3.2.2 Localización del área que será afectada	13
3.3 Equipo utilizado	15
3.4 Materiales	15
3.5 Obras y servicios de apoyo	15
3.6 Personal requerido	17

	Pag.
3.7 Requerimientos de energía	17
3.7.1 Electricidad	17
3.7.2 Combustible	17
3.8 Requerimientos de agua	17
3.9 Residuos generados	18
3.10 Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo	18
4. Etapa de operación y mantenimiento	18
4.1 Programa de operación	18
4.2 Recursos naturales del área que serán aprovechados	19
4.3 Requerimientos de personal	19
4.4 Requerimientos de energía	19
4.4.1 Electricidad	19
4.4.2 Combustible	19
4.5 Requerimientos de agua	20
4.6 Residuos	20
- Emisiones a la atmósfera	20
- Aguas residuales	20
- Residuos sólidos	20
4.7 Factibilidad de reciclaje	21
4.8 Disposición de residuos	21
4.9 Niveles de ruido	21
4.10 Posibles accidentes y planes de emergencia	21
5. Etapa de abandono del sitio	21
Capítulo III Aspectos generales del medio natural y socioeconómico	22
I. Rasgos físicos	22
1. Climatología	22
1.1 Tipo de clima	22
1.2 Temperaturas promedio	23
1.3 Precipitación promedio anual	25
1.4 Intemperismos severos	27
1.5 Altura de la capa de mezclado del aire	29
1.6 Calidad del aire	30

	Pag.
2. Geomorfología y geología	30
2.1 Geomorfología general	30
2.2 Descripción breve de las características del relieve	32
2.3 Susceptibilidad de la zona a:	
- Sismicidad	32
- Deslizamientos y derrumbes	32
- Posible actividad volcánica	33
3. Suelos	33
3.1 Tipos de suelos presentes en el área y zonas aledañas	33
3.2 Composición del suelo	33
- Litosol	33
- Feozem	33
- Planosol	34
- Vertisol	34
3.3 Capacidad de saturación	35
4. Hidrología	35
4.1 Principales ríos y arroyos cercanos	36
4.2 Embalses y cuerpos de agua cercanos	37
4.3 Drenaje subterráneo	37
II. Rasgos biológicos	38
1. Vegetación	38
1.1 Tipo de vegetación en la zona	38
1.2 Principales asociaciones vegetales y distribución	39
- Agricultura	39
- Matorral espinoso	39
- Matorral subinermes	40
- Nopalera	40
- Cardonal	40
- Pastizal natural	40
- Pastizal inducido	40
- Vegetación secundaria	41
1.3 Especies de interés comercial	47

	Pag.
1.4 Vegetación endémica y/o en peligro de extinción	48
2. Fauna	48
2.1 Fauna característica de la zona de estudio	48
2.2 Especies de valor comercial	52
2.3 Especies de interés cinegético	52
2.4 Especies amenazadas o en peligro de extinción	53
3. Ecosistema y paisaje	55
III. Medio socioeconómico	57
1. Población	57
1.1 Población económicamente activa	61
1.2 Grupos étnicos	61
1.3 Nivel de ingresos	61
2. Servicios	61
2.1 Medios de comunicación	61
2.2 Medios de transporte	61
2.3 Servicios públicos	61
2.4 Centros educativos	62
2.5 Centros de salud	62
2.6 Vivienda	62
2.7 Zonas de recreo	63
3. Actividades productivas	63
3.1 Agricultura	63
3.2 Ganadería	64
3.3 Industria manufacturera	64
3.4 Servicios	64
4. Tipo de economía	65
5. Cambios sociales y económicos	65
Capítulo IV Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo	66

	Pag.
Código Urbano para el Estado de Querétaro (1992)	66
Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1989)	67
Plan de Desarrollo Integral Querétaro 1992-1997	70
Programa Estatal de Ecología (1989-1991)	71
Sistema Nacional de Areas Protegidas (1989) y Sistema de Areas Naturales Protegidas en el Estado de Querétaro (1992)	72
Capítulo V Identificación de impactos ambientales	73
Listado de las actividades de las etapas de preparación del sitio, de construcción y de operación y mantenimiento	73
Listado de factores y atributos del medio natural y socioeconómico presentes en el área de estudio	74
- Impactos ambientales identificados	75
Etapa: Preparación del sitio	75
Clima	75
Aire	77
Suelo	77
Agua superficial	78
Agua subterránea	78
Dinámica geomorfológica	79
Vegetación	79
Fauna	80
Paisaje	81
Medio socioeconómico	82
Etapa: Construcción	82
Clima	82
Aire	83
Suelo	83
Agua superficial	84
Agua subterránea	86

	Pag.
Dinámica geomorfológica	87
Vegetación	87
Fauna	89
Paisaje	91
Medio socioeconómico	92
 Etapa: Operación y mantenimiento	 93
 Clima	 93
Aire	93
Suelo	93
Agua superficial y subterránea	95
Vegetación	95
Fauna	95
Paisaje	96
Medio socioeconómico	96
 Capítulo VI Medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados	 97
 Etapa: Preparación del sitio	 97
 Etapa: Construcción	 101
 Etapa: Operación y mantenimiento	 107
 Programa de restauración de daños	 109
 Conclusiones	 116
 Bibliografía consultada	 117
 Anexos	

INDICE DE TABLAS

		Pag.
TABLA N° II - 1	Programa de trabajo por etapas	7
TABLA N° II - 2	Colindancias	10
TABLA N° II - 3	Programa de trabajo por actividades	14
TABLA N° II - 4	Maquinaria y equipo	16
TABLA N° III - 1	Estaciones climatológicas seleccionadas para el análisis de los fenómenos meteorológicos	22
TABLA N° III - 2	Temperaturas medias mensuales y anual registradas en la estación San Juan del Río, Querétaro, para un período de 52 años	24
TABLA N° III - 3	Temperaturas medias mensuales y anual registradas en la estación Presa Constitución, Querétaro, para un período de 34 años	24
TABLA N° III - 4	Temperaturas medias mensuales y anual registradas en la estación Pedro Escobedo, Querétaro, para un período de 10 años	25
TABLA N° III - 5	Temperaturas medias mensuales y anual registradas en la estación Querétaro, Qro., para un período de 55 años	25
TABLA N° III - 6	Precipitaciones medias mensuales y anual registradas en la estación San Juan del Río, Querétaro, para un período de 54 años	26
TABLA N° III - 7	Precipitaciones medias mensuales y anual registradas en la estación Presa Constitución, Querétaro, para un período de 34 años	26

		Pag.
TABLA N° III - 8	Precipitaciones medias mensuales y anual registradas en la estación Pedro Escobedo, Querétaro, para un período de 44 años	27
TABLA N° III - 9	Precipitaciones medias mensuales y anual registradas en la estación Querétaro, Qro., para un período de 56 años	27
TABLA N° III - 10	Incidencia de intemperismos severos registrados en la estación Pedro Escobedo, para un período de 30 años	28
TABLA N° III - 11	Incidencia de intemperismos severos registrados en la estación Querétaro, para un período de 29 años	29
TABLA N° III - 12	Profundidad máxima de la capa de mezcla en la ciudad de Querétaro	30
TABLA N° III - 13	Profundidad máxima de la capa de mezcla en la caseta de Palmillas	30
TABLA N° III - 14	Columna estratigráfica en el área del proyecto	31
TABLA N° III - 15	Distribución de tipos de vegetación	42
TABLA N° III - 16	Número de especies de vertebrados terrestres estimado para el estado de Querétaro y a nivel nacional	49
TABLA N° III - 17	Especies de mamíferos que pudieran encontrarse en la zona de estudio	50
TABLA N° III - 18	Especies de aves que se pudieran encontrar en la zona de estudio	52
TABLA N° III - 19	Permisos cinegéticos y épocas hábiles	54

		Pag.
TABLA N° III - 20	Posibles especies en la zona de estudio consideradas como raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial y endémicas	54
TABLA N° III - 21	Número de habitantes en las localidades aledañas al proyecto de ampliación del tramo Palmillas - Querétaro de la autopista México - Querétaro	59
TABLA N° III - 22	Población por municipio y tasa de crecimiento según datos de 1970 a 1990	60
TABLA N° III - 23	Población económicamente activa por sector de ocupación	60
TABLA N° III - 24	Superficie de labor por municipio	62
TABLA N° III - 25	Población ganadera en los municipios estudiados	64

INDICE DE FIGURAS

		Pag.
FIGURA N° II - 1	Croquis de sección tipo Autopista México - Querétaro Tramo Palmillas - Querétaro	5
FIGURA N° II - 2	Croquis de sección tipo - modificaciones Autopista México - Querétaro Tramo Palmillas - Querétaro	6
FIGURA N° II - 3	Sección transversal tipo Autopista México - Querétaro Tramo Palmillas - Querétaro	12
FIGURA N° III - 1	Localización del tramo de autopista Palmillas - Querétaro en los municipios en donde se desarrolla	58
MATRIZ DE INTERACCION DE IMPACTOS AMBIENTALES Carretera México - Querétaro, tramo Palmillas - Querétaro		76
FIGURA N° V - 1	Derechos de vía	94

INDICE DE ANEXOS

ANEXO II - A RELACION DE OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS

ANEXO II - B BANCOS DE MATERIAL

ANEXO FOTOGRAFICO

ANEXO DE PLANOS

ANEXO METODOLOGIA DE TRABAJO

PRESENTACION DEL ESTUDIO

La Manifestación de Impacto Ambiental modalidad general de la Carretera México - Querétaro, tramo Palmillas - Querétaro (60 Km), en el estado de Querétaro, ha sido elaborada con el fin de identificar los impactos potenciales que ocasionarán las obras de ampliación a seis carriles en el tramo comprendido entre la caseta de cobro Palmillas en el Km 156+288 y el distribuidor vial ubicado en la entrada a la ciudad de Querétaro en el Km 217+349, así como de proponer las medidas de mitigación y restauración de daños.

La ampliación consistirá en aumentar un carril de circulación a cada cuerpo de la actual autopista para alcanzar un ancho total de 15.00 m en sus coronas. Asimismo se construirán ampliaciones a las estructuras y obras de drenaje menor ya existentes.

Con el objeto de obtener su dictamen en materia de impacto ambiental y cumplir con los requerimientos establecidos por el Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, la Dirección General de Carreteras Federales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes elaboró la presente manifestación, la cual contiene los resultados del estudio ambiental del proyecto citado.

El contenido del presente documento se basa en el Instructivo para desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental en la modalidad general al que se refieren los artículos 9° y 10° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.

El capítulo I contiene información general relativa a los datos del organismo proponente de la obra y del responsable de la elaboración del estudio.

El capítulo II incluye una descripción de las obras a ser realizadas durante las etapas de selección y preparación del sitio, de construcción y de operación y mantenimiento.

El capítulo III presenta información relativa a los aspectos generales del medio natural y socioeconómico de la zona de estudio en lo que a rasgos físicos, biológicos y sociales y económicos se refiere.

El capítulo IV incluye un análisis de la vinculación de la obra con las normas y regulaciones sobre el uso del suelo.

El capítulo V consta de la identificación de los impactos ambientales potenciales que generarán las obras de ampliación de la actual carretera, así como los beneficios derivados de las mismas.

El capítulo VI presenta las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.

Conclusiones

Bibliografía consultada

Anexos en los que se incluyen fotografías de los sitios considerados como de interés especial; planos; bancos de material; relación de obras de drenaje y estructuras, y programa de reforestación.

CAPITULO I

DATOS GENERALES

1. Nombre de la empresa u organismo solicitante

Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Dirección General de Carreteras Federales
Dirección de Proyecto de Carreteras

2. Nombre y puesto del representante del proyecto

Ing. Omar Ortiz Ramírez
Director General de Carreteras Federales

3. Nacionalidad de la Dependencia

Mexicana

4. Actividad principal de la Dependencia

Diseño y proyecto de carreteras

5. Domicilio para oír y recibir notificaciones

Altadena N° 23 - 6° Piso, Col. Nápoles, C.P. 03810,
Delegación Benito Juárez, México, D.F.
Tel. 687-61-99 Ext. 240 y 284

6. Responsable de la elaboración del estudio

- Nombre

M. en C. Julieta Pisanty Levy

- Registro del Instituto Nacional de Ecología

PSIA-PO2/89 (4)

- Registro Federal de Causantes

PILJ-510902-J67

- Domicilio y teléfono para oír y recibir notificaciones

Horacio N° 1834-301, Col. Polanco, C.P. 11550
Delegación Miguel Hidalgo, México, D.F.
Tel. 280-95-95 Fax 559-90-75

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA

1. DESCRIPCION GENERAL

1.1 Nombre del proyecto

Carretera: México-Querétaro Tramo: Palmillas-Querétaro

1.2 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la ampliación a seis carriles de la autopista México - Querétaro en el tramo comprendido entre la caseta de cobro Palmillas (Km 156 + 288) y el distribuidor vial en la entrada a la ciudad de Querétaro (Km 217 + 349). La ampliación de la autopista se desarrollará dentro de los municipios de San Juan del Río, Pedro Escobedo, El Marqués y Querétaro en el estado de Querétaro y tendrá una longitud total de 61.06 Km.

La ampliación consistirá en aumentar un carril de circulación a cada cuerpo de la autopista para alcanzar un ancho total de 15.00 m en sus coronas. Cada cuerpo carretero alojará tres carriles de 3.50 m de ancho cada uno y tendrá acotamientos laterales de 3.00 m de ancho al exterior y 1.50 m al interior (FIGURA N° II - 1).

En los Km 158 + 700 y 164 + 800 del cuerpo derecho de la actual autopista se han proyectado modificaciones al trazo de las curvas existentes; este nuevo cuerpo tendrá las mismas especificaciones anteriores de 15.00 m de corona como se aprecia en la FIGURA N° II - 2.

El proyecto comprende ampliaciones de las estructuras y obras de drenaje menor existentes para poder comunicar adecuadamente a la población regional y drenar los escurrimientos permanentes y temporales de agua superficial. La localización de estas obras se indica en el ANEXO II - A. Las FOTOGRAFIAS N° 1, 2 y 3 del ANEXO FOTOGRAFICO muestran algunas de las obras citadas.

Todas las obras provistas en el proyecto quedan comprendidas dentro del derecho de vía de la actual autopista y sólo las modificaciones abarcarán una superficie menor de terreno sin liberar.

La ampliación de la autopista fue proyectada con las características siguientes:

FIGURA No. II-I CROQUIS DE SECCION TIPO

AUTOPISTA MEXICO - QUERETARO
TRAMO PALMILLAS - QUERETARO

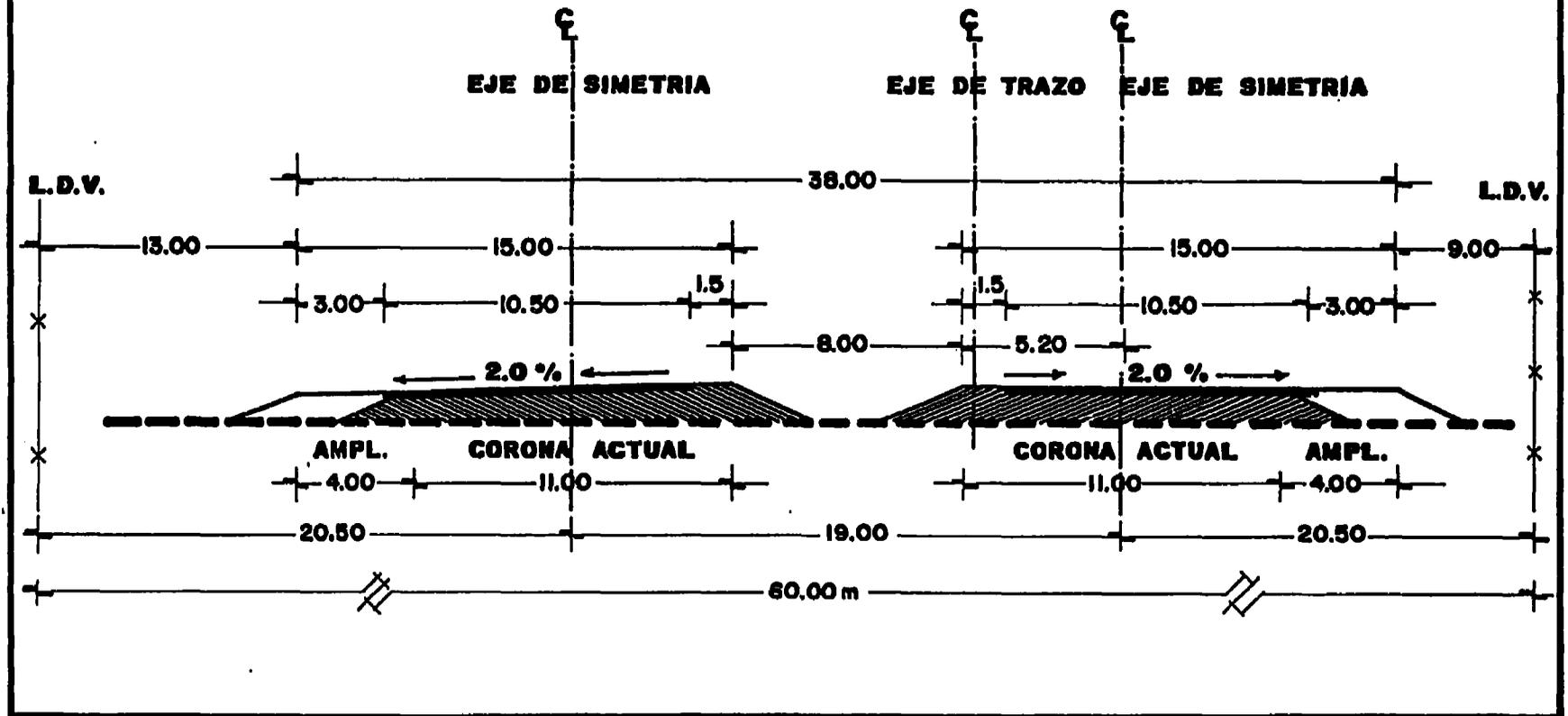
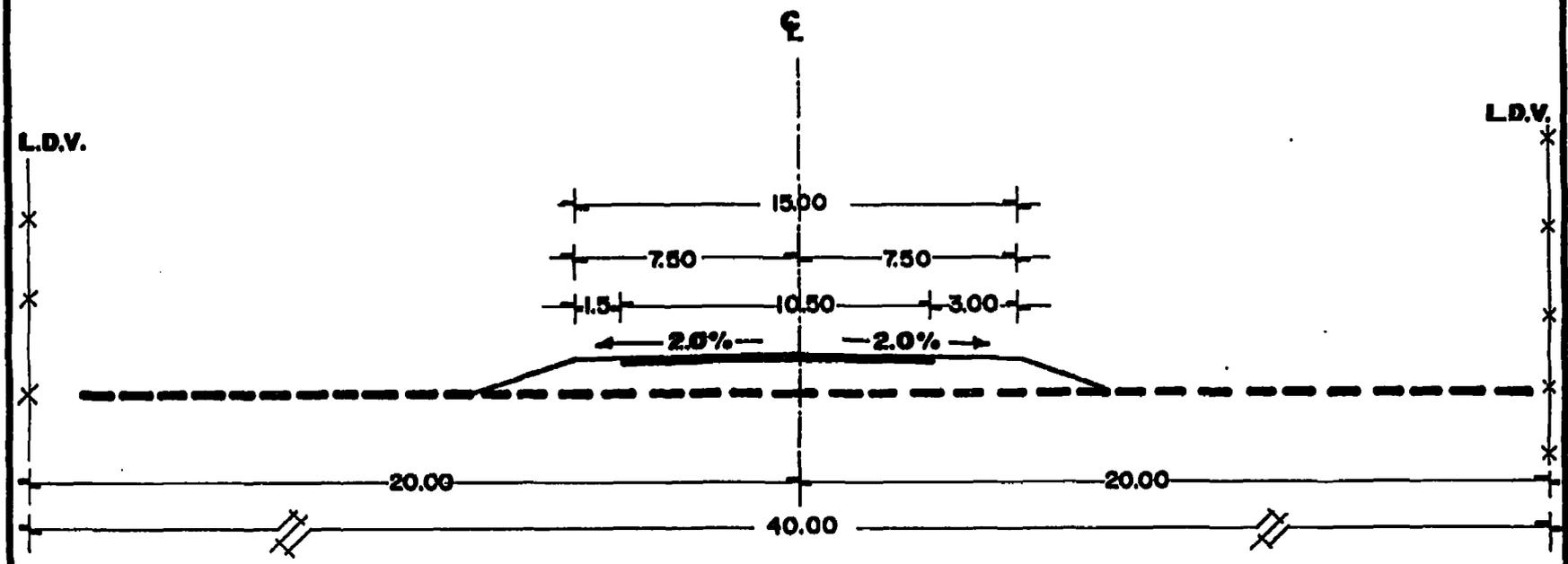


FIGURA No.11-2
CROQUIS DE SECCION TIPO
MODIFICACIONES

AUTOPISTA MEXICO - QUERETARO
TRAMO PALMILLAS - QUERETARO



EN LOS KMS. 158+700 Y 164+800

Carretera tipo	A6S
Curvatura máxima	2°
Ancho de corona	15.00 m
Espesor pavimento	0.65 m
Velocidad de proyecto	110 Km/h
Pendiente gobernadora	4.0%
Ancho de calzada	10.50 m
Pendiente máxima	6.0%

1.3 Objetivos y justificación del proyecto

- Continuar con la modernización de los principales ejes carreteros del país.
- Reducir el costo del transporte, tiempos de recorrido e incrementar la seguridad para los usuarios debido a las especificaciones con las que se construye este tipo de autopistas.

La construcción de este proyecto se justifica debido a que:

- Aumentará la seguridad en el tránsito por esta vía, que es una de las principales dentro de la red de autopistas nacionales por su conexión con el occidente del país.
- El ahorro en tiempo que representará es de gran importancia, puesto que el crecimiento potencial de tránsito vehicular en esta vía es muy significativo.

1.4 Programa de trabajo

La ampliación del tramo de carretera Palmillas - Querétaro se encuentra en etapa de proyecto y aún no se ha determinado la fecha precisa de iniciación de las obras correspondientes. La TABLA N° II - 1 muestra un programa estimado de duración de cada una de las etapas.

TABLA N° II - 1

PROGRAMA DE TRABAJO POR ETAPAS

ETAPAS	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6				
Proyecto	■									
Construcción	■	■								
Operación	■	■	■	■	■	■	■	■	---	--*
Mantenimiento	■	■	■	■	■	■	■	■	---	--*

* La duración de estas etapas se prolonga de manera indefinida.

1.5 Proyectos Asociados

No se consideran proyectos asociados a esta ampliación.

1.6 Políticas de crecimiento a futuro

No se contemplan ampliaciones adicionales a futuro.

2. ETAPA DE SELECCION DEL SITIO

Dado que se trata de una ampliación a la autopista actual, su sitio de ubicación es el aledaño a cada cuerpo; sólo existen modificaciones en el mejoramiento del trazo de dos curvas. En cuanto a las características del área, el proyecto se localizará en zonas planas en la mayoría del tramo existente, habiendo algunas áreas de lomeríos entre los kilómetros 165 y 170 y del Krr. 210 al final del proyecto. Las FOTOGRAFIAS N° 4, 5 y 6 del ANEXO FOTOGRAFICO muestran vistas parciales de algunos de estos sitios.

2.1 Ubicación física del proyecto

Las obras de ampliación de la actual autopista se ubicarán dentro de cuatro municipios del estado de Querétaro y geográficamente se localizarán entre las coordenadas 99° 55' y 100° 20' de longitud oeste y 20° 20', y 20° 35' de latitud norte. El PLANO N° 1 muestra el trazo de la autopista que será ampliada así como las poblaciones aledañas a ella.

2.2 Urbanización del área

El área que circunda la mayor parte de este tramo de autopista es rural mientras que en el cruce con los poblados existentes es semiurbana como se aprecia en las FOTOGRAFIAS N° 7 y 8 del ANEXO FOTOGRAFICO.

2.3 Criterios de elección del sitio

- Modernizar el trazo de los cuerpos carreteros actuales
- Mejorar las curvas existentes.

2.4 Superficie requerida

La ampliación está considerada dentro del derecho de vía actual y el mejoramiento de las curvas de los Km 158+700 y 164+800 requerirá de aproximadamente 13,500 m² de superficie por liberar.

2.5 Uso actual del suelo en el predio

El proyecto de ampliación está ubicado dentro del terreno que actualmente es derecho de vía de la autopista y en los mejoramientos de curvas se tiene que, en el Km 158+700, el terreno es de propiedad particular y está ocupado por un restaurante y una gasolinera y en el Km 164+800 el terreno es propiedad del ejido San Francisco y se encuentra sin actividad aparente.

2.6 Colindancias del predio

Los terrenos colindantes con la autopista en este tramo son de régimen de propiedad privada y ejidos. En la TABLA N° II - 2 se detallan estas colindancias de acuerdo al uso del suelo existente actualmente.

2.7 Situación legal del predio

El terreno afectado es de propiedad federal pues se trata del derecho de vía de la actual autopista; en el caso de la superficie por liberar (13,500 m²) aún no se han llevado al cabo los trámites correspondientes.

2.8 Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad

La principal vía de acceso a la obra será la propia autopista México - Querétaro que se utilizará para el transporte de materiales industrializados al sitio; también se podrán utilizar como vías de acceso las carreteras provenientes de las ciudades de Toluca, San Luis Potosí y Pachuca. Para el acarreo de los materiales obtenidos de bancos de préstamo se aprovecharán las terracerías existentes en la región. Las FOTOGRAFÍAS N° 9 y 10 del ANEXO FOTOGRAFICO muestran algunos de los bancos de material ya existentes.

2.9 Sitios alternativos que hayan sido o estén siendo evaluados

En el desarrollo de este proyecto no se consideraron otros sitios alternativos ya que sólo se tomó en cuenta ampliar un carril a cada cuerpo de la actual autopista y mejorar su trazo.

TABLA N° II - 2

COLINDANCIAS

UBICACION EN KILOMETROS	LADO	USO DEL SUELO
156+288 - 158+500	Ambos	Pastizal y matorral
158+500 - 159+100	En medio	Comercial (Parador)
158+500 - 160+000	Ambos	Agrícola y matorral
160+500 - 161+400	Ambos	Urbano (Palmillas)
161+400 - 162+200	Ambos	Agrícola
162+200 - 162+800	Ambos	Urbano (Guadalupe Helgueros)
162+800 - 164+200	Ambos	Agrícola
163+600 - 164+200	Derecho	Urbano (San Francisco)
164+200 - 168+000	Ambos	Matorral y agrícola
168+000 - 170+000	Ambos	Urbano (San Juan del Río)
170+000 - 173+850	Ambos	Matorral y agrícola
171+000 - 171+500	Izquierdo	Urbano (Loma Linda)
173+000 - 173+850	Izquierdo	Urbano (Fraccionamiento)
173+850 - 180+000	Ambos	Pastizal y agrícola
178+600 - 179+000	Izquierdo	Urbano (Guadalupe)
180+400 - 181+800	Derecho	Urbano (La Mansión)
180+000 - 204+000	Ambos	Agrícola
186+000 - 187+000	Izquierdo	Urbano (El Sauz)
190+000 - 191+000	Izquierdo	Urbano (San Pedro Escobedo)
194+600 - 195+000	Izquierdo	Urbano (La Palma)
203+000 - 204+000	Izquierdo	Urbano (El Colorado)
204+000 - 210+000	Ambos	Matorral
205+500 - 208+000	Izquierdo	Industrial (Parque Industrial)
208+000 - 208+800	Derecho	Urbano (El Carmen)
209+200 - 209+800	Izquierdo	Urbano (La Noria)
210+000 - 216+700	Ambos	Matorral
212+000 - 213+000	Izquierdo	Urbano (San Isidro de Miranda)
216+700 - 217+349	Ambos	Urbano (Vialidades de Querétaro)

Fuente: Observaciones en campo.

3. ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION

Durante la preparación del sitio se llevarán a cabo actividades tales como la localización de bancos de material y fuentes de abastecimiento de agua y combustibles; la rectificación del trazo y nivelación del terreno; ubicación de locales

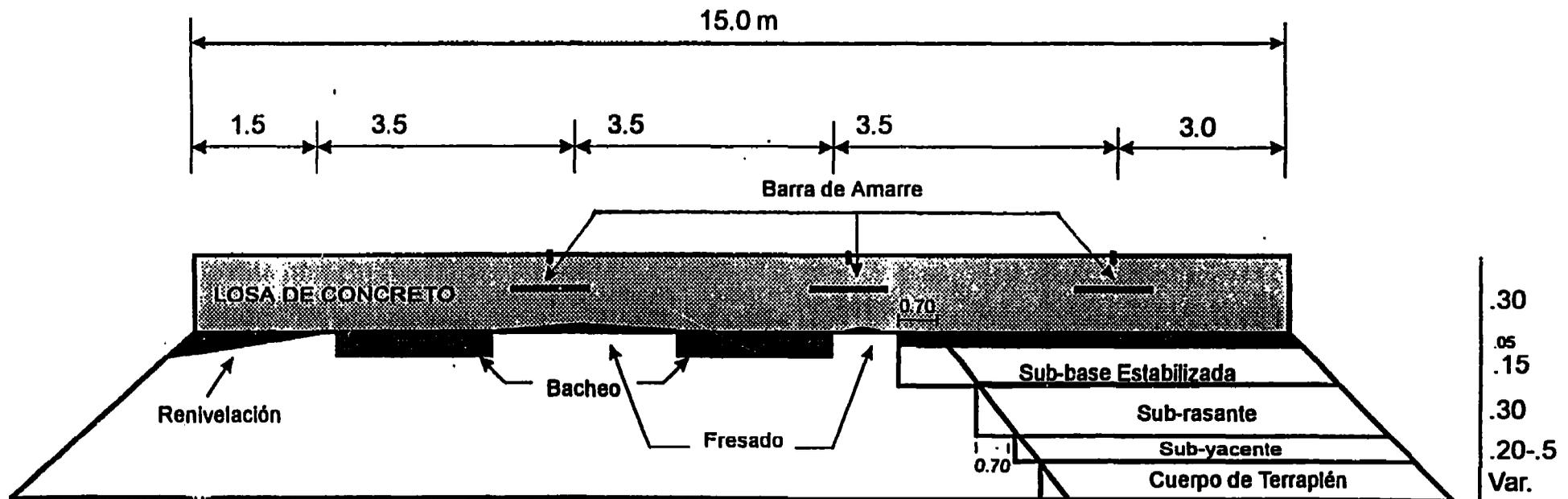
para oficinas, almacenes y campamentos para personal técnico administrativo y obrero; localización de patios para la instalación temporal de plantas trituradoras y de concretos asfálticos e hidráulicos, así como la iniciación de desmontes y despalmes en el área por construir.

En la etapa de construcción se efectuarán las actividades de cortes, excavaciones, formación de terracerías y pavimentación (FIGURA N° II - 3), ampliación de las estructuras y de las obras de drenaje menor, construcción de obras complementarias y colocación de señalamientos.

De acuerdo al "Proyecto ejecutivo preliminar del pavimento rígido de la Autopista México - Querétaro tramo Palmillas - Querétaro", elaborado por CEMEX (1995), el procedimiento constructivo para la reconstrucción y ampliación de ambos cuerpos de la autopista será el siguiente:

- Despalme en el espesor indicado en el proyecto.
- Excavación en caja adicional al despalmes para el desplante del terraplén sobre terreno firme, a definirse en campo.
- Compactación de la superficie descubierta.
- Construcción del cuerpo de terraplén, compactado al 90% AASHTO estándar, con sus cuñas de sobre ancho y escalones de liga con el terraplén actual.
- Construcción de la sub-yacente de 20 (veinte) a 50 (cincuenta) cm de espesor, según sea el caso, compactando el material al 95% AASHTO estándar, con sus cuñas de sobre ancho y escalón de liga.
- Construcción de la capa sub-rasante de 30 (treinta) cm de espesor, con material de préstamo de banco, compactando el material al 100% AASHTO estándar, con sus cuñas de sobre ancho de 30 (treinta) cm y escalón de liga hasta 70 (setenta) cm dentro de la corona actual.
- Construcción de la sub-base estabilizada con cemento en la ampliación, de 15 (quince) cm de espesor compactando el material al 100% AASHTO modificada con ancho variable hasta completar un ancho de corona de 15.00 (quince) m desde el escalón hasta cubrir la cuña de sobre ancho.
- Riego de impregnación con asfalto rebajado FM-1, cubriendo 20 (veinte) cm en la unión con la carpeta actual y 1.00 (uno) m en el hombro del acotamiento externo sobre el talud para protección del mismo, a razón de 1.5 (uno punto cinco) l/m² (litros por metro cuadrado).

FIGURA No. II-3
SECCION TRANSVERSAL TIPO
AUTOPISTA MEXICO - QUERETARO
TRAMO PALMILLAS - QUERETARO



*Sección Transversal Tipo con Losa
de Concreto Hidráulico a 3 Carriles de circulación*

- Sobre la capa de sub-base estabilizada, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 0.05 m de espesor y de ancho variable para completar un ancho de corona de 15.00 (quince) m compactando el material al 95% hasta enrasar el nivel de la carpeta de concreto asfáltico actual.

- Colado de la losa de concreto hidráulico de 30 (treinta) cm de espesor y 15.00 (quince) m de ancho con 3 (tres) juntas longitudinales aserradas con barras de amarre en la junta de construcción longitudinal, se insertarán barras de sujeción, así como en la junta exterior en las zonas de corte para amarrar las cunetas. En las zonas de terraplén donde no hay cuneta se formará el talud exterior con grava cementada.

3.1 Programa de trabajo

Se estima que la ampliación de la autopista durará 18 (dieciocho) meses calendario. La ejecución de las etapas de preparación del sitio y construcción será simultánea, por lo que tendrán las mismas fechas de inicio. El programa de trabajo estimado con sus principales actividades se indica en la TABLA N° II - 3.

3.2 Preparación del terreno

Dentro de esta etapa se realizarán las actividades de desmonte en la parte del derecho de vía de la autopista en la que haya árboles, así como el despalme del terreno en donde se construirán los carriles de ampliación y cuyo volumen estimado será de 146,400 m³, en un área aproximada de 48.8 ha (FOTOGRAFIAS N° 11 y 12 del ANEXO FOTOGRAFICO).

3.2.1 Recursos que serán alterados

La construcción de los nuevos carriles originará afectaciones al suelo, la vegetación existente y la fauna asociada a ella en el derecho de vía actual, en las áreas de ubicación de bancos de material, de patios de plantas trituradoras y de concreto asfáltico e hidráulico y en los caminos de acceso a los bancos (FOTOGRAFIAS N° 13 y 14 del ANEXO FOTOGRAFICO). También serán afectados los mantos freáticos por el abastecimiento de agua para la construcción y, finalmente, el aire en esta zona por la emisión de polvo y de humos y gases provenientes de la operación de maquinaria y equipo.

3.2.2 Localización del área que será afectada

De la superficie que aún queda del derecho de vía de la actual autopista que es de aproximadamente 366 ha, se estima que se afectará el área de ampliación en ambos cuerpos en 48.8 ha y el área donde se ubicarán los mejoramientos de

TABLA N° II - 3

PROGRAMA DE TRABAJO POR ACTIVIDADES

CONCEPTO	M E S E S																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
DESMONTE Y DESPALME	■	■	■	■	■	■	■											
TERRACERIAS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
PAVIMENTACION															■	■	■	■
OBRAS COMPLEMENTARIAS															■	■	■	■
SEÑALAMIENTOS															■	■	■	■

NOTA : Este programa de trabajo es estimado

curvas que se estima será de 1.35 ha. También se modificarán, fuera del derecho de vía, las superficies de explotación de bancos de material en 16 ha y de los patios de las plantas trituradoras en 5 ha, resultando un total de área afectada de 50.15 ha dentro del derecho de vía y 21 fuera de ella. En las FOTOGRAFÍAS N° 15, 16 y 17 del ANEXO FOTOGRAFICO se muestran algunos de los sitios mencionados).

3.3 Equipo utilizado

Constará de maquinaria pesada y vehículos ligeros, además del establecimiento temporal de plantas trituradoras y de concretos asfálticos e hidráulicos. El tipo de maquinaria y equipo, cantidad y tiempo de utilización, se presenta en forma estimada en la TABLA N° II - 4.

3.4 Materiales

En el proceso constructivo de la obra proyectada se utilizarán materiales provenientes de bancos de préstamo (ANEXO II - B) y materiales industrializados que se suministrarán principalmente de las ciudades de México, Querétaro y Ciudad Madero, Tamaulipas.

Los volúmenes de obra y cantidades de materiales regionales son los siguientes:

- despalmes: 146,400 m³ (estimado)
- cortes: 188,070 m³ y
- material de préstamo para terrplenes: 216,820 m³ (ambos datos obtenidos del "Proyecto ejecutivo preliminar del pavimento rígido de la Autopista México - Querétaro, tramo Palmillas - Querétaro")

Debido a la etapa en la que se encuentra el proyecto de ampliación, de los materiales industrializados sólo ha sido cuantificado el Cemento Portland Tipo 1 del que se requerirán 6,440,000.00 Kg.

3.5 Obras y servicios de apoyo

Las obras y servicios de apoyo consistirán en bancos de material, bancos de agua, campamentos para el personal técnico, administrativo y obrero; almacenes, oficinas, caminos de acceso a bancos y patios para plantas trituradoras y de concreto. Su ubicación se encuentra señalada en el PLANO N° 3 de OBRAS Y SERVICIOS DE APOYO.

TABLA N° II-4
MAQUINARIA Y EQUIPO

MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD	TIEMPO DE OCUPACION Jornadas
Tractor †	12	4,992
Empujador neumático	8	3,328
Cargador frontal	12	4,805
Traxcavo	4	1,560
Retroexcavadora	4	1,824
Motoconformadora	14	5,733
Compactador	10	4,056
Rodillo liso	6	2,340
Neumático	4	1,404
Track - drill	2	456
Camión fuera de carretera	20	8,346
Camión de voteo	100	36,518
Camión pipa de agua	30	12,382
Camión plataforma	10	3,120
Camioneta pick - up	12	5,616
Gruas	2	390
Barredora	2	360
Petrolizadora	2	780
Camión pipa de asfalto	4	1,364
Extendedora de concreto asfáltico	2	702
Extendedora de concreto hidráulico	2	702
Esparcidora de sello	2	156
Planta de concreto asfáltico	2	702
Planta trituradora	4	1,794
Revolvedora de concreto hidráulico	16	4,560
Máquina soldadora	8	3,648
Equipo oxicorte	4	1,824
Planta generadora de electricidad	2	897

NOTA: El tipo de maquinaria, la cantidad y el tiempo de ocupación fueron estimados.

3.6 Personal utilizado

Durante la etapa de construcción se requerirá de ingenieros civiles, técnicos, mecánicos, operadores, obreros de la construcción y personal administrativo.

En función del volumen de obra, se estimó el empleo de 1,200 personas, de las cuales el 6% (72) corresponderán a personal técnico, el 3% (36) será personal administrativo, el 51% (612) lo conformará personal obrero, el 2% (24) lo ocupará personal mecánico y el 38% (456) se emplearán como operadores de maquinaria pesada y camiones. Este personal laborará durante 206,452 jornales con un promedio aproximado de 172 jornales por persona.

3.7 Requerimientos de energía

3.7.1 Electricidad

En los campamentos para personal técnico, administrativo y obrero así como para oficinas, se estima un suministro de electricidad de 30 amperes y un voltaje de 110; para el funcionamiento de plantas trituradoras, de concreto asfáltico e hidráulico que se establezcan en áreas rurales sin líneas de corriente eléctrica sería factible operarlas con plantas generadoras de electricidad de combustión interna de 400 HP. En campamentos y bodegas de obra se utilizarán lámparas de gas butano y de pilas alcalinas.

3.7.2 Combustible

Se considera que las gasolineras ubicadas a ambos lados de la actual carretera podrían suministrar el combustible necesario para la operación de maquinaria pesada y vehículos ligeros; dicho combustible podría ser transportado en camiones pipa para la carga de la maquinaria y equipo. En caso de ser necesario el almacenamiento de combustible en alguno de los patios de procesamiento de material o de almacén de campo, éste podría hacerse en tambos metálicos de 200 lts de capacidad, el cual se estima que no excedería de 1,000 l.

3.8 Requerimiento de agua

El agua que se utilizará en el proceso constructivo de la carretera se obtendrá de los pozos profundos de la región. Se estima que el volumen requerido para la obra será de 207,502 m³ y por su origen se considera que será agua cruda.

El agua para el consumo del personal de campo que participará en la construcción de la carretera será suministrada por las redes municipales de las poblaciones ubicadas en los alrededores del trayecto. El traslado del agua para abastecer a

dicho personal se hará en carros pipa y se almacenará en tinacos de asbesto de 1,100 l. Para el consumo por parte del personal de oficinas y de campamentos, el agua se obtendrá de la redes municipales de las poblaciones en que éstos se ubiquen. El volumen de consumo estimado durante el tiempo de construcción de la obra será de 21,900 m³ (se consideró un consumo promedio de 50 l/persona/día).

3.9 Residuos generados

Durante el proceso constructivo de la ampliación de la autopista se originaran residuos propios de la construcción misma como son los desechos de materiales pétreos (grava, arena, piedra, arcilla) envases de materiales (papel, plástico, metales, madera), sobrantes de concretos asfálticos e hidráulicos, aceites, grasas y emisiones de humos, gases y polvo a la atmósfera producto de la operación de la maquinaria y el equipo. También se generarán residuales y basura doméstica.

3.10 Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo

Una vez terminados los trabajos de construcción de las obras previstas en el presente proyecto, se reubicará la maquinaria y equipo de trituración y de procesamiento de concretos asfálticos e hidráulicos que se instalarán temporalmente. De los campamentos y almacenes de obra se recuperará el material aprovechable y de las oficinas, campamentos y almacenes establecidos temporalmente en casas, locales o terrenos se desalojará todo el mobiliario, equipo de oficina y materiales y se enviarán a las instalaciones centrales de las empresas constructoras.

Los caminos de acceso a los bancos de material más cercanos a la autopista se mantendrán en uso para las labores de mantenimiento de la misma. Los caminos provisionales que no den servicio se escarificarán para facilitar el crecimiento de la vegetación regional.

4. ETAPA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

4.1 Programa de operación

Una vez terminadas al 100% las obras de ampliación del presente tramo de la autopista México - Querétaro, éste seguirá funcionando conjuntamente con el resto de la carretera iniciando su operación en la caseta "Palmillas" ubicada en el Km 156 + 288 y terminando en el distribuidor vial del Km 217+349 en la Ciudad de Querétaro.

Para este tramo de la autopista de cuota funcionará la actual caseta de cobro de Palmillas y se estima que contará con un flujo vehicular de 30,295 vehículos diarios en promedio en ambos sentidos.

El mantenimiento de este tramo de la autopista, en lo que a reparaciones del pavimento se refiere, se reducirá notablemente debido a la construcción de la losa de concreto hidráulico. Las otras labores consistirán en limpieza del derecho de vía y camellones; limpieza y desazolve de obras de drenaje; reposición y repintado de señalamientos.

4.2 Recursos naturales del área que serán aprovechados

El mantenimiento de la losa de concreto hidráulico de este tramo de carretera será mínimo y se estima que no se requerirá material almacenado proveniente de bancos.

4.3 Requerimientos de personal

Se estima que durante la etapa de operación de la autopista se ocuparán en la caseta de cobro de Palmillas 18 personas y para la vigilancia 6 que cubren tres turnos diarios. Para el aseo, servicio y administración se requerirá de otras 6 personas más.

También se estima que el mantenimiento de este tramo de autopista se realizará con dos cuadrillas de personal conformadas por un cabo, siete peones y un chofer cada una, que suman un total de 18 personas para cubrir las necesidades de 60 Km de longitud.

4.4 Requerimientos de energía

4.4.1 Electricidad

La electricidad necesaria para la operación de la caseta de cobro se tomará de la red de electricidad del poblado de Puerta de Palmillas que es el más cercano a ésta.

4.4.2 Combustible

Para los vehículos ligeros y pesados (un camioneta Pick-Up y dos camiones de volteo) que se utilizarán en el mantenimiento de la autopista se requerirá de

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por Enriqueta García en 1964, con el fin de adaptarla a las condiciones particulares de la República Mexicana, los tipos de climas existentes a lo largo de la actual autopista y de las futuras obras de ampliación son los siguientes:

BS1kw(w)(i')gw.- Este tipo de clima se presenta en la estación San Juan del Río, pertenece al grupo de secos (B), en los que la evaporación excede a la precipitación, por lo que ésta no es suficiente para alimentar corrientes de agua permanentes. Su temperatura media anual es superior a 18°C y cuenta con un régimen de lluvias en verano, por lo que tiene una cantidad de lluvia 10 o más veces mayor en el mes más húmedo de la mitad caliente del año, que en el mes más seco. El resto del año tiene precipitación escasa. Se le considera dentro del subtipo semiseco templado porque el porcentaje de precipitación invernal es menor de 5%. Su cociente de Precipitación/Temperatura es mayor de 22.9. Se considera con poca oscilación porque la diferencia mayor entre las temperaturas medias mensuales es entre 5 y 7° C. La marcha de la temperatura es tipo ganges.

BS1kw(w)(e)g.- Es el tipo de clima que se ha registrado, durante el período de análisis, en la estación climatológica Presa Constitución y se diferencia del anterior porque se considera extremoso debido a que la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es entre 7 y 14 °C y a que su marcha de la temperatura no es tipo ganges.

BS1hw(w)i.- Este tipo de clima pertenece al grupo de secos (B), en los que la evaporación excede a la precipitación, por lo que ésta no es suficiente para alimentar corrientes de agua permanentes. Se considera semicálido porque su temperatura media anual oscila entre 18 y 22 °C, la media anual del mes más frío es menor a 18 °C. Cuenta con un régimen de lluvias en verano, por lo que tiene una cantidad de lluvia 10 o más veces mayor en el mes más húmedo de la mitad caliente del año, que en el mes más seco. Se le considera dentro del subtipo semiseco templado porque el porcentaje de precipitación invernal es menor de 5%. Es isotermal ya que la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es menor de 5 °C. Este tipo de clima se presenta en la estación climatológica Pedro Escobedo.

BS1hw(w)(e)g.- Este tipo de clima se registró en la estación Querétaro y se diferencia del anterior porque se considera extremoso ya que la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es entre 7 y 14 °C anual y presenta una marcha de la temperatura tipo ganges.

1.2 Temperaturas promedio

Debido a las dimensiones de la carretera, no es posible asociar la información climatológica a una sola estación, por lo que se analizaron los datos de las cuatro

estaciones antes citadas, los cuales se presentan en las TABLAS N° III - 2, III - 3, III - 4 y III - 5.

TABLA N° III - 2

**TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y ANUAL REGISTRADAS
EN LA ESTACION SAN JUAN DEL RIO, QUERETARO, PARA UN
PERIODO DE 52 AÑOS**

MES	TEMPERATURA (°C)	MES	TEMPERATURA (°C)
Enero	12.8	Agosto	18.3
Febrero	14.3	Septiembre	17.6
Marzo	16.8	Octubre	15.9
Abril	18.6	Noviembre	14.4
Mayo	19.7	Diciembre	14.9
Junio	19.3		
Julio	18.1	Anual	16.7

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

TABLA N° III - 3

**TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y ANUAL REGISTRADAS
EN LA ESTACION PRESA CONSTITUCION, QUERETARO, PARA
UN PERIODO DE 34 AÑOS**

MES	TEMPERATURA (°C)	MES	TEMPERATURA (°C)
Enero	13.0	Agosto	18.8
Febrero	14.1	Septiembre	18.3
Marzo	17.1	Octubre	16.7
Abril	19.0	Noviembre	14.8
Mayo	20.3	Diciembre	13.4
Junio	19.7		
Julio	18.8	Anual	17.0

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

TABLA N° III - 4

**TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y ANUAL REGISTRADAS
EN LA ESTACION PEDRO ESCOBEDO, QUERETARO,
PARA UN PERIODO DE 10 AÑOS**

MES	TEMPERATURA (°C)	MES	TEMPERATURA (°C)
Enero	15.8	Agosto	20.0
Febrero	16.7	Septiembre	19.5
Marzo	17.7	Octubre	19.0
Abril	19.1	Noviembre	17.7
Mayo	19.5	Diciembre	15.9
2Junio	19.2		
Julio	20.0	Anual	18.3

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

TABLA N° III - 5

**TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES Y ANUAL REGISTRADAS
EN LA ESTACION QUERETARO, QRO., PARA UN
PERIODO DE 55 AÑOS**

MES	TEMPERATURA (°C)	MES	TEMPERATURA (°C)
Enero	15.0	Agosto	20.0
Febrero	16.5	Septiembre	19.6
Marzo	19.1	Octubre	18.3
Abril	21.0	Noviembre	16.8
Mayo	22.2	Diciembre	15.4
Junio	21.4		
Julio	20.3	Anual	18.8

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

1.3 Precipitación promedio anual

Para realizar el análisis de la precipitación en el área donde se ubicarán las obras de ampliación del tramo de carretera Palmillas-Querétaro motivo de este estudio, se consideraron las mismas estaciones climatológicas anteriormente citadas. De acuerdo con los datos de precipitación de estas estaciones, en todo el tramo de la carretera se presentan precipitaciones medias anuales mayores a 500 mm y menores a 700 mm.

Los datos de precipitación media mensual de la cuatro estaciones analizadas se presentan en las TABLAS N° III - 6, III - 7, III - 8 y III - 9. En ellas se puede observar que el régimen de lluvias en el área del proyecto es de verano, es decir, se presenta de finales de mayo a octubre y la cantidad de precipitación en el mes más húmedo de la mitad caliente del año es superior, por lo menos 10 veces, a la del mes más seco. El mes más seco en las cuatro estaciones es febrero con valores de 6.1, 3.4, 3.4 y 4.2 para San Juan del Río, Presa Constitución, Pedro Escobedo y Querétaro, respectivamente.

TABLA N° III - 6

**PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES Y ANUAL REGISTRADAS
EN LA ESTACION SAN JUAN DEL RIO, QUERETARO,
PARA UN PERIODO DE 54 AÑOS**

MES	PRECIPITACION (mm)	MES	PRECIPITACION (mm)
Enero	12.1	Agosto	102.5
Febrero	6.1	Septiembre	103.1
Marzo	8.7	Octubre	36.8
Abril	17.5	Noviembre	13.6
Mayo	47.1	Diciembre	7.7
Junio	110.6		
Julio	114.6	Anual	580.3

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

TABLA N° III - 7

**PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES Y ANUAL REGISTRADAS
EN LA ESTACION PRESA CONSTITUCION, QUERETARO,
PARA UN PERIODO DE 34 AÑOS**

MES	PRECIPITACION (mm)	MES	PRECIPITACION (mm)
Enero	12.9	Agosto	111.2
Febrero	3.4	Septiembre	92.3
Marzo	7.3	Octubre	40.5
Abril	21.3	Noviembre	10.6
Mayo	62.2	Diciembre	6.8
Junio	114.9		
Julio	122.2	Anual	605.5

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

TABLA N° III - 8

**PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES Y ANUAL REGISTRADAS
EN LA ESTACION PEDRO ESCOBEDO, QUERETARO,
PARA UN PERIODO DE 44 AÑOS**

MES	PRECIPITACION (mm)	MES	PRECIPITACION (mm)
Enero	10.1	Agosto	126.4
Febrero	3.4	Septiembre	97.1
Marzo	13.4	Octubre	46.7
Abril	22.5	Noviembre	11.4
Mayo	44.7	Diciembre	6.5
Junio	120.4		
Julio	121.1	Anual	623.3

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

TABLA N° III - 9

**PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES Y ANUAL REGISTRADAS
EN LA ESTACION QUERETARO, QRO, PARA UN
PERIODO DE 56 AÑOS**

MES	PRECIPITACION (mm)	MES	PRECIPITACION (mm)
Enero	12.8	Agosto	92.8
Febrero	4.2	Septiembre	87.6
Marzo	6.6	Octubre	37.4
Abril	13.9	Noviembre	11.4
Mayo	36.1	Diciembre	9.9
Junio	107.1		
Julio	125.2	Anual	545.0

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

1.4 Intemperismos severos

En lo que se refiere a la frecuencia de intemperismos severos, de acuerdo con la información de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la zona donde se construirán las obras de ampliación de la carretera no sufre el impacto de huracanes de manera directa porque se encuentra muy alejado de la costa. Con

respecto a tormentas eléctricas, nevadas, heladas y granizadas, se tiene que las heladas son las que se presentan con mayor frecuencia en el sitio donde se ubica el proyecto carretero objeto de este estudio.

En las TABLAS N° III - 10 y III - 11 se pueden apreciar los datos de granizadas, heladas, nevadas y tormentas eléctricas registrados en las estaciones Pedro Escobedo y Querétaro, ya que las estaciones San Juan del Río y Presa Constitución no disponen de estos datos.

TABLA N° III - 10

INCIDENCIA DE INTEMPERISMOS SEVEROS REGISTRADOS EN LA ESTACION PEDRO ESCOBEDO, PARA UN PERIODO DE 30 AÑOS

MES	GRANIZO	HELADAS	TORMENTAS ELECTRICAS	NEVADAS
Enero	0.03	9.06	0.06	0.00
Febrero	0.00	6.23	0.16	0.00
Marzo	0.00	1.50	0.00	0.00
Abril	0.06	0.86	0.20	0.00
Mayo	0.10	0.00	0.23	0.00
Junio	0.13	0.00	0.20	0.00
Julio	0.00	0.00	0.06	0.00
Agosto	0.00	0.03	0.20	0.00
Septiembre	0.00	0.16	0.10	0.00
Octubre	0.03	2.06	0.10	0.00
Noviembre	0.00	4.50	0.00	0.00
Diciembre	0.00	6.68	0.00	0.00
Anual	0.35	31.08	1.31	0.00

Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos

TABLA N° III - 11

INCIDENCIA DE INTEMPERISMOS SEVEROS REGISTRADOS EN LA ESTACION QUERETARO, PARA UN PERIODO DE 29 AÑOS

MES^r	GRANIZO	HELADAS	TORMENTAS ELECTRICAS	NEVADAS
Enero	0.31	1.13	0.20	0.00
Febrero	1.30	0.80	0.23	0.00
Marzo	1.92	0.13	0.80	0.03
Abril	2.33	0.10	1.34	0.00
Mayo	3.65	0.00	2.73	0.00
Junio	3.06	0.06	3.73	0.00
Julio	2.06	0.20	4.56	0.00
Agosto	0.76	0.03	3.70	0.00
Septiembre	0.73	0.03	2.16	0.00
Octubre	2.78	0.53	1.20	0.00
Noviembre	1.96	1.03	0.50	0.00
Diciembre	2.65	1.00	0.17	0.00
Anual	23.51	5.04	21.32	0.03

Fuente: Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos

1.5 Altura de la capa de mezclado del aire

Dadas las características de longitud del proyecto no se puede proporcionar un sólo dato para la profundidad máxima de la capa de mezcla, por lo que se calculó para la ciudad de Querétaro y para el sitio donde se encuentra la caseta de Palmillas, donde finaliza e inicia el tramo carretero anastizado, respectivamente. Los datos correspondientes se presentan en las TABLAS N° III - 12 y III - 13

TABLA N° III - 12

PROFUNDIDAD MAXIMA DE LA CAPA DE MEZCLA EN LA CIUDAD DE QUERETARO

MES	P.M.C.M.* (m)	MES	P.M.C.M.* (m)
Enero	1,100	Julio	1,500
Febrero	900	Agosto	1,500
Marzo	1,200	Septiembre	1,200
Abril	1,100	Octubre	1,100
Mayo	1,300	Noviembre	1,300
Junio	1,100	Diciembre	1,100

* Profundidad máxima de la capa de mezcla

TABLA N° III - 13

PROFUNDIDAD MAXIMA DE LA CAPA DE MEZCLA EN LA CASETA DE PALMILLAS

MES	P.M.C.M.* (m)	MES	P.M.C.M.* (m)
Enero	900	Julio	1,100
Febrero	800	Agosto	1,200
Marzo	1,100	Septiembre	1,100
Abril	900	Octubre	1,100
Mayo	1,100	Noviembre	1,100
Junio	1,100	Diciembre	900

* Profundidad máxima de la capa de mezcla

1.6 Calidad del aire

No se dispone de datos de monitoreo para el área del proyecto.

2. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGIA

2.1 Geomorfología general

El área donde se desarrollará el proyecto en análisis se encuentra dentro de la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico; su paisaje es típicamente volcánico y presenta contrastes geomorfológicos asociados con la variada composición de las rocas. La litología más antigua, de composición riolítica y andesítica, conforma a las montañas escarpadas y mesetas que se levantan de 2,000 a 3,000 m.s.n.m., mientras que las rocas más recientes, de composición basáltica, forman pequeños aparatos volcánicos y mesetas de menor elevación. El relieve es bruscamente cortado por fallas normales, que dieron lugar a la formación de pilares y profundas fosas estructurales; en estas últimas, rellenas por sedimentos volcánicos, lacustres y aluviales, se originaron los valles de San Juan del Río, Querétaro y Tequisquiapan, con altitudes de 1,800 a 1,900 m.s.n.m.

Geológicamente, la zona está conformada por una secuencia de rocas ígneas extrusivas que varían su composición de ácidas a básicas formando lomeríos, mesetas y pequeños estratovolcanes que se encuentran representadas por materiales lávicos y piroclásticos, los que constituyen la mayor parte de la región. En menor proporción se presentan materiales de relleno; cubriendo parcialmente a las rocas descritas, se encuentran materiales aluviales del Cuaternario, gravas, arenas, limos y arcillas, que forman la parte superior del relleno y la superficie de los amplios valles que ocupan las ciudades de Querétaro y San Juan del Río principalmente. Es sobre este tipo de material donde se emplazará la mayor parte del proyecto de ampliación de la actual autopista.

La columna estratigráfica determinada en el área oscila del Oligoceno Superior al Reciente. En la TABLA N° III - 14 se presenta la columna estratigráfica.

TABLA N° III - 14

COLUMNA ESTRATIGRAFICA EN EL AREA DEL PROYECTO

EDAD	PERIODO	MATERIAL
Cuaternario	Reciente	Aluvión (limo, arcilla y arenas)
Terciario Superior	Pleistoceno	Derrames basálticos
Terciario	Plioceno	Epiclástos, conglomerados y tobas ácidas
	Mioceno	Rocas volcánicas (riolitas, ignimbritas, andesitas y tobas)

2.2 Descripción breve de las características del relieve

El área donde se localiza el proyecto presenta las siguientes características del relieve:

Al norte se sitúa una serie de lomeríos con alturas promedio de 1,950 m.s.n.m., los que presentan pendientes de baja intensidad y carecen de corrientes superficiales. Al oeste y al sur el principal rasgo orográfico es la sierra de Amealco, presentandose también grandes mesetas. Asimismo, al noreste de la ciudad de Querétaro está enclavada una serie de lomeríos, mesetas y pequeños estratovolcanes con alturas promedio de 2,000 m.s.n.m. Su red hidrográfica se caracteriza por drenaje dendrítico rectangular.

Las ciudades de Querétaro y San Juan del Río están situadas sobre una extensa planicie constituida de materiales acarreados por las corrientes fluviales.

2.3 Susceptibilidad de la zona a:

- **Sismicidad** - Varios factores geológicos se conjuntan para hacer que esta zona sea susceptible a la sismicidad; por un lado, la actividad ignea y sus sistemas complejos de fallas y fracturas conjugadas, actualmente activas y que forman sistemas de fosas y pilares. Las fosas están azolvadas con espesores potentes de sedimentos lacustres intercalados con piroclastos y lavas, lo que indica que el hundimiento del basamento, debido a la emersión regional del Eje Neovolcánico, está acompañado por la actividad magmática de la placa oceánica de Cocos.

El área del proyecto se localiza dentro de una zona que con frecuencia se ve afectada por la actividad sísmica. Esto se debe principalmente a aquellas partes del país en donde por sus características tectónicas, se localizan generalmente los epicentros. Estos lugares son: frente a las costas de Guerrero y Oaxaca donde la Placa de Cocos subduce a la Placa Continental de Norte América. De esta manera el riesgo sísmico en el área del proyecto está latente.

- **Deslizamientos y derrumbes** - Por estar constituida principalmente de superficies planas, el área donde se encuentra el trazo de la carretera no presenta derrumbes o deslizamientos. Excepto donde se presentan materiales piroclásticos muy fracturados y profundamente disectados por las corrientes fluviales, se pueden presentar deslizamientos o derrumbes en las barrancas durante la temporada de lluvia ya que el agua, al rellenar los espacios vacíos entre una partícula y otra, incrementa el peso volumétrico de los materiales propiciando deslizamientos. Es especialmente posible que estos fenómenos sucedan en aquellos sitios donde la toba se encuentra consolidada y

sobreyaciendo a materiales granulares no consolidados, ya que estos últimos se erosionan dejando sin soporte a grandes bloques de roca.

- **Posible actividad volcánica** - El área se encuentra muy alejada de cualquier volcán activo, por lo que se considera que la carretera no se verá afectada de manera directa en caso de que alguno de los volcanes activos en el país haga erupción.

3. SUELOS

r

3.1 Tipos de suelos presentes en el área y zonas aledañas

Los diferentes tipos de suelo presentes a lo largo del trazo de la carretera se determinaron en base al sistema FAO-UNESCO (1976). En el área por donde pasa la actual carretera y donde se construirán los carriles de ampliación a los cuerpos existentes, se encuentran los siguientes suelos dominantes: litosol, feozem, planosol y vertisol, cuya ubicación se observa en el PLANO N° 5.

3.2 Composición del suelo

A continuación se describen brevemente los tipos de suelos presentes a lo largo del trazo de la carretera.

Litosol

Este tipo de suelo se localiza en la sierra que se encuentra al suroeste del tramo de carretera en análisis; en laderas, barrancas y derrames lávicos muy pedregosos, así como en lomeríos y en algunos terrenos planos del área de estudio.

Son suelos que tienen características muy variables en función del material que los forma (arcilla y arena); pueden ser fértiles o infértiles. La susceptibilidad a erosionarse depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo y puede ser de moderada hasta muy alta. La profundidad a la roca, tepetate o caliche duro es menor a 10 cm.

El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En algunos casos se usan con rendimientos variables para la agricultura.

Feozem

Son suelos que se encuentran en varias condiciones climáticas, desde zonas semiáridas hasta templadas o tropicales muy lluviosas, así como en diversos tipos de terrenos, desde planos hasta montañosos. Pueden presentar casi cualquier tipo de vegetación en condiciones naturales.

Su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los chernozems y castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con que cuentan estos dos suelos.

Muchos feozems profundos y situados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego y temporal, de granos, legumbres u hortalizas con altos rendimientos. Otros menos profundos o aquellos que se presentan en laderas y pendientes, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con mucha facilidad. Sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo para estos suelos depende mucho del tipo de terreno y las posibilidades de obtener agua en cada caso. Su susceptibilidad a la erosión varía también en función de estas condiciones.

Junto con los vertisoles, los suelos tipo feozem abarcan una mayor superficie del área de estudio del proyecto que otros suelos.

Planosol

Se caracteriza por presentar, debajo de la capa más superficial, otra más o menos delgada de un material claro que es siempre menos arcilloso que el de las que lo cubren y subyacen. Esta capa es infértil y ácida y, a veces, impide el paso de las raíces. Debajo de ella se presenta un subsuelo muy arcilloso e impermeable, o bien roca o tepetate, también impermeables.

En la región donde se realizarán las obras previstas en el proyecto de ampliación del tramo de autopista Palmillas - Querétaro, estos suelos se utilizan con rendimientos moderados en la ganadería de bovinos, ovinos y caprinos. Son muy susceptible a la erosión, sobre todo las capas más superficiales que descansan sobre la arcilla o tepetate impermeables.

Vertisol

Los vertisoles presentan una distribución amplia ya que soportan una gran diversidad de condiciones ambientales, desde semiáridas hasta húmedas y desde templadas hasta tropicales. Están formados principalmente a partir de rocas calcáreas y volcánicas así como de sus materiales aluviales y coluviales derivados.

Cuando el vidrio volcánico se meteoriza en un medio en el que el calcio y el magnesio no son continuamente eliminados por lixiviación, se forman arcillas montmorilloníticas y los suelos resultantes son vertisoles.

Su aprovechamiento está determinado en parte por los factores climáticos; los cultivos para los que se aprovechan los vertisoles van desde los cereales, frijol y hortalizas en general y otras semillas oleaginosas; algodón, caña de azúcar, maíz, arroz y hasta los pastos permanentes para el ganado.

La arcilla predominante en estos suelos es la montmorillonita, que se hincha señaladamente en la estación lluviosa, de suerte que los suelos aparecen compactados y adherentes, pero se contrae endureciéndose y agrietándose mucho en la temporada seca. Para la labranza es necesario efectuar algunas labores durante el periodo relativamente breve en el que el suelo no se halla ni muy húmedo ni muy seco. Las grandes grietas que se abren en estos suelos durante la estación seca pueden ser perjudiciales para las raíces de los árboles; la baja porosidad del subsuelo durante la estación húmeda dificulta aún más el desarrollo de las raíces de los árboles.

En resumen, a pesar de que estos suelos poseen una elevada fertilidad y rara vez reaccionan a la aplicación de fertilizantes, los problemas físicos que plantean son de tal naturaleza que el cultivo arrocero y el apacentamiento de ganado se están convirtiendo en las formas más populares de aprovechamiento de esas tierras.

Los vertisoles son altamente susceptibles a la erosión y en las pendientes de más de cinco por ciento es aconsejable el cultivo en fajas (con gramíneas).

3.3 Capacidad de saturación

La capacidad de saturación de los suelos presentes en el área donde se ubica el trazo de la carretera es, en general, mayor al 40 %, por el alto contenido de arcillas que presentan. Sin embargo, en aquellos lugares donde existen litosoles la capacidad de saturación es menor.

4. HIDROLOGIA

El área donde se localiza el proyecto se encuentra, de acuerdo a la división hidrológica realizada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1975, dentro de las cuencas de los ríos Lerma y Pánuco, correspondientes a las regiones hidrológicas números 12 y 26, respectivamente. Los ríos que destacan por su importancia y que tienen relación con el proyecto por su cercanía son el Querétaro y el San Juan.

El río Querétaro nace en la porción centro-occidental del estado; sigue un curso orientado de noreste a sureste, cambia su dirección hacia el poniente al cruzar la ciudad del mismo nombre, después confluye con el río Pueblito y se interna en territorio de Guanajuato, donde desemboca al río La Laja. Su cuenca cubre una superficie de 2,008 km² en el estado de Querétaro y actualmente por esta corriente salen del estado un poco más de 40 millones de metros cúbicos (Mm³).

El río San Juan se origina por la confluencia del río Prieto y el arroyo Zarco, en la porción sureste del estado; escurre de sur a norte hasta aguas abajo de la población de San Juan del Río. Recibe a varios arroyos tributarios y cambia su curso hacia el noreste, constituyendo el límite político con el estado de Hidalgo a partir de la presa derivadora "Paso de Tablas". Se une al río Tula para formar el Moctezuma que, a su vez, es afluente del Pánuco. Su cuenca ocupa una superficie de 2,840 km² en la entidad y su escurrimiento natural es de 184 Mm³, en promedio.

En la zona donde se desarrollará el proyecto se presentan diferentes patrones de drenaje: subparalelo, dendrítico y radial. El primero de ellos lo adoptan las corrientes que fluyen sobre el piedemonte; el segundo se observa en la parte alta de las sierras ubicadas al suroriente del trazo, mientras que el último se encuentra en los volcanes aislados como lo son los cerros La Estancia y La Venta.

Las corrientes que conforman estos patrones de drenaje pueden ser permanentes o intermitentes predominando este último. La densidad del drenaje en la parte superior de la sierra es alta y la profundidad en la disección es baja; en el piedemonte la densidad es media y la profundidad de disección es alta, en cambio, en la planicie la densidad de disección es baja al igual que la profundidad.

Se puede considerar que también existe un patrón de drenaje artificial, el cual está conformado por toda la infraestructura hidráulica con la que cuentan los asentamientos humanos como por ejemplo los canales, los que modifican los cursos de las corrientes naturales.

4.1 Principales ríos y arroyos cercanos

Las corrientes superficiales más importantes que atraviesan el trazo de la carretera y que pueden verse afectadas por un incremento en la carga de sedimentos que normalmente transportan, son principalmente tres: arroyo el Caracol (corriente intermitente), Canal Principal Lomo del Toro (corriente intermitente) y el río San Juan (corriente perenne), además de varios arroyos intermitentes y canales sin nombre que cruzan la actual carretera y, por ende el proyecto de ampliación, a todo lo largo de su trazo.

4.2 Embalses y cuerpos de agua cercanos

Los cuerpos de agua de mayor importancia que se encuentran en un radio de 10 kilómetros a ambos lados de las futuras obras de ampliación de la autopista, son básicamente dos: la presa Constitución de 1917 ubicada a 2 kilómetros al suroeste del trazo, junto a la población La Estancia y la laguna el Divino Redentor que se localiza a 5.5 kilómetros al noreste del proyecto. Asimismo existen varios bordos intermitentes que se localizan a ambos lados del proyecto carretero a diferentes distancias como se observa en el PLANO N° 2 de DRENAJE SUPERFICIAL Y SUBTERRANEO.

4.3 Drenaje subterráneo

Desde un punto de vista hidrogeológico, de todos los materiales por los que atraviesa el trazo de la carretera, el más importante es el de depósitos aluviales y fluviales compuesto por una litología de gravas, arenas, limos y arcillas. Es permeable y principal formador de los acuíferos del estado de Querétaro.

A lo largo del tramo de carretera en análisis, estos depósitos forman acuíferos continuos de extensión variable, libres y en los que la calidad química de sus aguas es generalmente buena.

El proyecto carretero también cruza por materiales del Pleistoceno (derrames basálticos con permeabilidad muy pobre), por algunas pequeñas zonas del Terciario Superior (epiclástos, conglomerados y tobas de permeabilidad media) y por rocas del Terciario Inferior pertenecientes al Grupo El Morro (tobas líticas con intercalaciones de sedimentos lacustres, que se consideran permeables).

La profundidad del nivel freático es variable; fluctúa entre los 30 y 70 metros, cerca de San Juan del Río, llegando hasta los 110 metros en las inmediaciones de la ciudad de Querétaro.

La dirección del drenaje subterráneo es hacia el nor-noreste en prácticamente toda la zona que atraviesa el proyecto carretero.

II. RASGOS BIOLOGICOS

1. VEGETACION

1.1 Tipo de vegetación de la zona

El estado de Querétaro muestra una gran variedad en lo que a tipos de vegetación se refiere debido a su diversidad fisiográfica, geológica y climática. Desafortunadamente, prácticamente todas las comunidades vegetales del estado se han visto afectadas por actividades tales como la agricultura y la ganadería, así como por asentamientos humanos, industrias, obras hidráulicas, vías de comunicación y por la contaminación originada por el hombre (Zamudio et. al. 1992).

Es de suma importancia tomar en cuenta que tal es el caso de la zona en la cual se ubica el proyecto carretero motivo de estudio. La ampliación de la carretera en cuestión se llevará a cabo sobre el mismo derecho de vía ya existente, excepto en dos pequeñas áreas en las que se harán rectificaciones a dos curvas, y sobre las cuales la cubierta vegetal original ya se encuentra drásticamente modificada.

Para poder determinar los tipos de vegetación que existen en la zona del proyecto se procedió a analizar diversas cartas las cuales se describen a continuación; se realizó asimismo, una extensa revisión bibliográfica así como una visita de verificación al campo.

Primeramente, de acuerdo a la clasificación realizada por Rzedowski (1978), el estado de Querétaro está formado por tres tipos de vegetación los cuales se denominan matorral xerófilo, bosque espinoso y bosque de coníferas y de *Quercus*, siendo el primero el que cuenta con una mayor distribución.

En segundo lugar, en base a una carta de vegetación del estado de Querétaro en escala 1:250,000 presentada por Zamudio et. al. (1992), la actual carretera N° 57 México - Querétaro en su tramo Palmillas - Querétaro atraviesa por una zona de actividad agrícola únicamente. Esta carta es de gran utilidad ya que es la más reciente; sin embargo, tiene la desventaja de la escala lo cual le da el carácter de ser muy general.

Por último, se analizaron las cartas de uso del suelo y vegetación publicadas por el I.N.E.G.I. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) las cuales presentan una escala más adecuada de 1:50,000 pero desgraciadamente están basadas en fotografías aéreas de vuelos realizados hace aproximadamente 25 años. En base a estas cartas se determinó que el tramo de la carretera actual que

se va a ampliar, atraviesa por varios tipos de vegetación los cuales se mencionan a continuación y se describen en la siguiente sección.

Aunque la agricultura no es propiamente un tipo de vegetación, es una actividad preponderante en la zona del proyecto y ocupa la mayor parte de los terrenos aledaños dejando muy pocas áreas con vegetación original. Existe agricultura de temporal y de riego y cultivos tanto anuales, como permanentes y semipermanentes.

También se observa en la zona del proyecto la presencia de matorrales espinosos, matorrales subinermes, pastizales, nopaleras y cardonales, así como extensas áreas con vegetación secundaria.

1.2 Principales asociaciones vegetales y distribución

Las principales asociaciones vegetales que se encuentran a ambos lados de la carretera actual son, en base a las cartas de uso de suelo y vegetación de I.N.E.G.I. escala 1:50,000, las siguientes:

Agricultura

Aunque ya se mencionó anteriormente que la agricultura no es una asociación vegetal, es importante incluirla ya que es una actividad que ocupa el mayor porcentaje del terreno de la zona de estudio.

El tipo de agricultura puede ser de riego o de temporal dependiendo de la disponibilidad del agua para los cultivos y en el caso de la agricultura de temporal ésta puede ser permanente o nómada. Adicionalmente los cultivos se pueden clasificar en permanentes, semipermanentes y anuales de acuerdo a su duración en el terreno.

Durante la visita de campo realizada se pudieron observar cultivos de maíz, sorgo y alfalfa.

Las actividades agrícolas que se desarrollan en la zona del proyecto han sido descritas en la sección relativa a actividades productivas en este mismo capítulo.

Matorral espinoso

Las especies que forman el matorral en raras ocasiones rebasan los 4 m de alto, sus tallos se ramifican desde la base o muy cerca del suelo y presentan varias adaptaciones que les permiten vivir exitosamente en condiciones con muy poca disponibilidad de agua. El matorral espinoso es un tipo de comunidad vegetal que se encuentra formado por más del 70% de plantas espinosas. Entre estos

matorrales son comunes los de huizache (*Acacia farnesiana*), mezquite (*Prosopis spp.*), chaparro prieto (*Acacia amentacea*) y tepame (*Acacia pennatula*).

Matorral subinerme

Esta comunidad está compuesta por plantas espinosas e inermes en la cual los elementos espinosos comprenden entre el 30% y el 70%. Algunos ejemplares que forman este tipo de matorral son la barreta (*Helietta parviflora*), granjeno (*Celtis pallida*), acebuche (*Forestiera spp.*) y cenizos (*Leucophyllum spp.*).

Nopalera

La nopalera está compuesta por la asociación de plantas comúnmente conocidas como nopales, cardenches, chollas, tosajillos y alicoches, entre los cuales el género *Opuntia* es abundante.

Cardonal

Se le llama cardonal a la agrupación de plantas crasas con altura de 5 a 10 metros las cuales generalmente se encuentran en zonas áridas del país. Entre los ejemplares más comúnmente conocidos se encuentra el garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) y órganos, candelabros y cardones (*Pachycereus spp.*).

La nopalera y el cardonal se encuentran asociados muy frecuentemente como en el caso de algunas áreas contiguas a la actual carretera México - Querétaro en el tramo Palmillas - Querétaro.

A lo largo de la zona de la carretera existente se observaron ejemplares aislados de *Agave americana* el cual se considera no nativo se introducido en la región.

Pastizal natural

Se conocen como pastizales aquellas áreas cuya vegetación está formada por comunidades en las que fisonómicamente predominan las gramíneas con ausencia total o parcial de árboles y arbustos grandes y a las cuales se denomina comúnmente como pastos o zacates. Se pueden observar solos o asociados con otros tipos de vegetación.

El pastizal natural es el que se encuentra en un determinado sitio como producto natural de las condiciones biológicas presentes. Como ejemplo de los pastizales más comúnmente conocidos se encuentran el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) y el zacate chino (*Bouchloe dactyloides*).

Pastizal inducido

El pastizal inducido surge cuando la vegetación original dominante ha sido eliminada. Puede aparecer como consecuencia de desmontes de cualquier tipo de vegetación o bien, puede establecerse también en terrenos agrícolas abandonados o como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Algunas de las gramíneas que se encuentran formando estas comunidades son el zacate tres barbas (*Aristida adscensionis*), zacate burro (*Paspalum notatum*), zacate cadillo o roseta (*Cenchrus spp.*), etc.

Vegetación secundaria

Se entiende por vegetación secundaria aquella comunidad que se origina después que la vegetación primaria de un sitio determinado ha sido destruida por cualquiera de varias razones, como pueden ser incendios, abandono de áreas de cultivo, desmontes, etc. En algunos casos la vegetación secundaria que aparece puede ser similar a la original y en otros puede presentar un aspecto y composición florística diferente.

En la zona de estudio de la carretera se encuentran áreas de vegetación secundaria asociadas con comunidades vegetales tales como matorral espinoso, matorral subnerme, matorral espinoso y nopalera, y matorral subnerme y nopalera, coexistiendo en ocasiones con pastizal inducido

En la TABLA N° III - 15 se presenta una relación de los diferentes tipos de asociaciones vegetales encontrados a lo largo del trazo del proyecto, en los tramos en kilómetros en los que se ubican de acuerdo a las cartas de uso del suelo y vegetación del I.N.E.G.I. escala 1:50,000. La fotografía aérea permitió ubicar puntos de interés a ser verificados durante la visita realizada en campo. La zona descrita comprende 500 m a cada lado de la carretera considerándose suficiente para los propósitos de esta manifestación debido a que, como se ha mencionado a lo largo de este estudio, las obras se realizarán dentro del propio derecho de vía de la autopista existente.

Es importante mencionar que aunque la agricultura no es una asociación vegetal ésta se incluye en la tabla ya que abarca gran parte de los terrenos que se encuentran a ambos lados de la carretera actual.

TABLA N° III - 15

DISTRIBUCION DE TIPOS DE VEGETACION

KILOMETRO	ASOCIACION VEGETAL
156+288 - 160+000	Pastizal natural Matorral subinerme - nopalera Matorral subinerme - nopalera - pastizal natural Vegetación secundaria - matorral espinoso - pastizal inducido Agricultura
160+000 - 165+000	Matorral subinerme - nopalera Matorral subinerme - nopalera - pastizal natural Matorral espinoso - pastizal natural Pastizal inducido - vegetacion secundaria - matorral espinoso Pastizal inducido - nopalera Nopalera - matorral espinoso Agricultura
165+000 - 170+000	Matorral subinerme - nopalera Matorral espinoso - pastizal natural Pastizal inducido - vegetación secundaria - matorral espinoso Vegetación secundaria - matorral espinoso - nopalera - pastizal inducido Agricultura
170+000 - 175+000	Matorral subinerme - nopalera - cardonal Matorral espinoso - pastizal natural Pastizal inducido - vegetación secundaria - matorral subinerme - nopalera Agricultura
175+000 - 180+000	Vegetación secundaria - matorral espinoso - pastizal inducido Pastizal inducido Agricultura
180+000 - 185+000	Agricultura

TABLA N° III - 15**(CONTINUACION)**

185+000 -190+000	Agricultura
190+000 -195+000	Agricultura
195+000 - 200+000	Pastizal inducido - matorral espinoso Agricultura
200+000 - 205+000	Nopalera - matorral subinerme - cardonal Pastizal inducido - vegetación secundaria - matorral espinoso Agricultura
205+000 - 210+000	Nopalera - matorral subinerme - cardonal Pastizal inducido - vegetación secundaria - matorral espinoso Matorral subinerme - nopalera - pastizal inducido Agricultura
210+000 - 215+000	Matorral subinerme - nopalera - pastizal inducido Matorral subinerme - nopalera - cardonal Matorral subinerme - cardonal - nopalera Nopalera - matorral subinerme - cardonal Vegetación secundaria - matorral subinerme - nopalera Agricultura
215+000 - 217+349	Matorral subinerme - nopalera - cardonal Matorral subinerme - cardonal - nopalera Nopalera - matorral subirme - cardonal Vegetación secundaria - matorral subinerme Agricultura

La distribución de los diversos tipos de vegetación encontrados en la zona de estudio se puede observar en el MAPA N° 6 de VEGETACION.

Con anterioridad a la visita de campo se seleccionaron seis puntos de verificación los cuales se consideraron representativos de los diferentes tipos de asociaciones vegetales encontradas a lo largo de la carretera.

La localización de cada punto de verificación así como las especies encontradas, tanto de vegetación nativa como de vegetación secundaria, se describen a continuación.

Punto N° 1

Este punto de verificación fue ubicado en el km 158+800 del lado izquierdo del cuerpo derecho de la carretera. Dicho punto corresponde a la primera de las dos modificaciones del proyecto que se realizarán en dos curvas de la carretera actual.

El tipo de asociación vegetal que se identificó corresponde a matorral espinoso, en un estado de conservación no muy bueno, con vegetación secundaria (FOTOGRAFIA N° 18, 19 y 20). Las especies encontradas fueron las siguientes:

Vegetación nativa

<i>Acacia farnesiana</i>	(huizache)
<i>Agave americana</i>	(maguey)
<i>Bouteloua gracilis</i>	(pasto navajita)
<i>Calliandra eriophylla</i>	(charrasquillo)
<i>Mimosa biuncifera</i>	(uña de gato)
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	(cuijo)
<i>Opuntia leucotricha</i>	(nopal duraznillo)

Vegetación secundaria

<i>Argemone ochroleuca</i>	(amapolita)
<i>Chenopodium album</i>	(quelite)
<i>Dodonaea viscosa</i>	(ocotillo)
<i>Rhynchelimum roseum</i>	(pasto rosa)
<i>Simsia amplexicaulis</i>	(acahualillo)
<i>Tithonia tubaeformis</i>	(acahual)

Punto N° 2

Este punto de verificación se ubicó en el km 164+800 al lado izquierdo del cuerpo derecho de la carretera y corresponde a la segunda modificación del proyecto. Se observó en el sitio una asociación de matorral espinoso, cardonal y nopalera en buen estado de conservación aunque coexistiendo con vegetación secundaria debido a la cercanía con la carretera (FOTOGRAFIA N° 21). Se identificaron las siguientes especies:

Vegetación nativa

<i>Acacia farnesiana</i>	(huizache)
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	(tullidora)
<i>Mimosa biuncifera</i>	(uña de gato)
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	(garambullo)
<i>Opuntia imbricata</i>	(cardenche)

<i>Opuntia leucotricha</i>	(nopal duraznillo)
<i>Opuntia streptacantha</i>	(nopal cardón)
<i>Zinnia peruviana</i>	(teresita)

Vegetación secundaria

<i>Asclepias linaria</i>	(saladillo)
<i>Ipomoea murucoides</i>	(palo bobo)
<i>Nicotiana glauca</i>	(tabaquillo)
<i>Sanvitalia procumbens</i>	(ojo de gallo)
<i>Tithonia tybaeformis</i>	(acahual)

Punto N° 3

Este punto de verificación se localiza al lado derecho del cuerpo derecho de la carretera donde se encuentra el puente del río San Juan en el km 170 aproximadamente. Las plantas observadas corresponden a vegetación de galería asociada a vegetación secundaria con las siguientes especies:

Vegetación nativa

<i>Acacia amentacea</i>	(chaparro prieto)
<i>Alnus acuminata</i>	(aile)
<i>Baccharis salicifolia</i>	(jarilla)
<i>Fraxinus uhdei</i>	(fresno)
<i>Salix sp.</i>	(sauce)
<i>Taxodium mucronatum</i>	(sabino)
<i>Typha sp</i>	(tule)

Vegetación secundaria

<i>Anoda cristata</i>	(violeta de campo)
<i>Chenopodium album</i>	(quelite)
<i>Cynodon dactylon</i>	(pasto pata de gallo)
<i>Hordeum jubatum</i>	(pasto cola de zorro)
<i>Schinus molle</i>	(pirul)
<i>Senecio salignus</i>	(jara)
<i>Simsia amplexicaulis</i>	(acahualillo)
<i>Tithonia tubaeformis</i>	(acahual)

Las FOTOGRAFÍAS N° 22 y 23 del ANEXO FOTOGRAFICO muestran algunos ejemplares de las plantas identificadas en las cercanías a este punto de verificación.

Punto N° 4

Este sitio de verificación se localiza en el lado derecho del cuerpo derecho de la carretera existente a la altura del km 180+400 aproximadamente. Sobre el propio derecho de vía de este sitio se observó solamente vegetación introducida asociada a vegetación secundaria (FOTOGRAFIA N° 24) ejemplificada por las siguientes especies:

Vegetación introducida

<i>Casuarina equisetifolia</i>	(casuarina)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	(eucalipto)
<i>Nerium oleander</i>	(rosa laurel)
<i>Schinus molle</i>	(pirul)

Vegetación secundaria

<i>Cynodon dactylon</i>	(pasto pata de gallo)
<i>Hordeum jubatum</i>	(pasto cola de zorro)
<i>Physalis</i> sp.	(tomatillo)
<i>Solanum eleagnifolium</i>	(trompillo)
<i>Tithonia tubaeformis</i>	(acahual)

En las cercanías a este punto de verificación se observaron también amplias zonas dedicadas a la agricultura, como se puede observar en la FOTOGRAFIA N° 25.

Punto N° 5

Sobre el lado derecho del cuerpo izquierdo de la carretera actual en el km 210+000 aproximadamente se llevó a cabo el quinto punto de verificación. Se encontró una asociación vegetal de matorral espinoso, cardonal, nopalera y vegetación secundaria (FOTOGRAFIA N° 26) compuesta principalmente por las siguientes especies:

Vegetación nativa

<i>Acacia farnesiana</i>	(huizache)
<i>Mimosa biuncifera</i>	(uña de gato)
<i>Opuntia leucotricha</i>	(nopal duraznillo)
<i>Opuntia streptacantha</i>	(nopal cardón)
<i>Prosopis laevigata</i>	(mezquite)

Vegetación secundaria

<i>Bidens odorata</i>	(rocilla)
<i>Chenopodium album</i>	(quelite)
<i>Eruca sativa</i>	(jaramo)

<i>Simsia amplexicaulis</i>	(acahuillo)
<i>Solanum eleagnifolium</i>	(trompillo)
<i>Tithonia tubaeformis</i>	(acahual)

Punto N° 6

Por último, en el lado derecho del cuerpo izquierdo de la carretera actual en el km 203+400 aproximadamente, se observó una asociación de comunidades vegetales compuesta por pastizal inducido, matorral espinoso y vegetación secundaria (FOTOGRAFIA N° 27). Se encontraron las siguientes especies:

Vegetación nativa

<i>Acacia amentacea</i>	(chaparro prieto)
<i>Aristida divaricata</i>	(pasto)
<i>Buchloe dactyloides</i>	(zacate chino)
<i>Bouteloua gracilis</i>	(pasto navajita)
<i>Eragrostis sp.</i>	(pasto)
<i>Prosopis laevigata</i>	(mezquite)

Vegetación secundaria

<i>Bidens odorata</i>	(rocilla)
<i>Eruca sativa</i>	(jaramo)
<i>Simsia amplexicaulis</i>	(acahuillo)

1.3 Especies de interés comercial

Excepto en el caso de las especies cultivadas en las zonas agrícolas existentes a los lados de la carretera, prácticamente no existen plantas nativas de interés comercial en la zona del proyecto, ya que las obras de ampliación se llevará a cabo casi en su totalidad sobre el mismo derecho de vía de la autopista en el cual la vegetación original fue desmontada hace mucho tiempo.

En la mayoría de los terrenos que colindan con la carretera actual y que están dedicados a actividades agrícolas, se cultiva maíz, sorgo y alfalfa (FOTOGRAFIA N° 25).

La nopalera es una comunidad vegetal presente en la zona que podría tener algún interés comercial pero probablemente sólo para autoconsumo.

Se observaron algunos ejemplares aislados de *Agave americana* introducidos, a lo largo de la carretera los cuales podrían representar algún interés comercial pequeño ya que con ellos se prepara el pulque.

Aproximadamente a la altura del Km 170 se encuentra el río San Juan a cuyos lados existe una comunidad vegetal conocida como vegetación de galería y en la cual se observaron algunos ejemplares de sauce del género *Salix* (FOTOGRAFIA N° 22), de los cuales se puede extraer vara de mimbre la que es utilizada para artesanías.

1.4 Vegetación endémica y/o en peligro de extinción

De acuerdo a Sánchez (1994), en el estado de Querétaro sí existen varias especies raras y cuya existencia está en peligro pero no se les encuentra en los municipios en los que se realizarán las obras de ampliación contempladas en el proyecto en cuestión, sino en otros municipios tales como Amealco, Cadereyta, Colón, Ezequiel Montes, Jalpan, Landa de Matamoros, Peñamiller, Pinal de Amoles, San Joaquín y Tolimán.

En lo que se refiere a especies endémicas, el mismo autor reporta varias de éstas pero no en los municipios del proyecto, entendiéndose como especies endémicas aquellas cuya área de distribución natural se encuentra circunscrita al territorio del estado de Querétaro.

Por otro lado, en base a la "Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección", no existen especies raras ni amenazadas o en peligro de extinción en la zona de estudio del proyecto carretero.

De acuerdo a dicha norma, sí se encontró una especie que no es endémica pero que se encuentra sujeta a protección especial; se trata de *Fraxinus uhdei* (fresno). Dichos ejemplares se observaron únicamente formando parte de la vegetación de galería localizada a un lado del río San Juan al lado derecho del cuerpo derecho en el km 170 aproximadamente de la carretera.

2. FAUNA

2.1 Fauna característica de la zona de estudio

En base a información obtenida en el Ecoplán del Estado de Querétaro (1980), se sabe que la fauna silvestre del estado se compone, en términos generales, de algunas especies como el conejo castilla, propio de las regiones del centro de la República. También se encuentran liebres cola negra, tlacuaches, mapaches,

tejones, pumas, coyotes, gatos monteses, comadrejas, palomas huilota, codornices, guajolotes y varias especies de patos migratorios.

El recurso faunístico de vertebrados terrestres del estado cuenta con un porcentaje importante (17.5%) respecto al número total que se registra en el país. En la TABLA N° III - 16 se puede apreciar el número estimado de especies de vertebrados terrestres para el estado de Querétaro (432) y a nivel nacional (2,469).

TABLA N° III - 16

NUMERO DE ESPECIES DE VERTEBRADOS TERRESTRES ESTIMADO PARA EL ESTADO DE QUERETARO Y A NIVEL NACIONAL

POBLACION	ANFIBIOS	REPTILES	AVES	MAMIFEROS	TOTAL
Querétaro	3	12	345	72	432
Nacional	228	682	1,052	507	2,469

Fuente: Anuario Económico de Querétaro 1992

Esta información es de carácter muy general y resulta de poca utilidad para poder caracterizar la fauna de la zona donde se realizará la ampliación del tramo de carretera Palmillas - Querétaro. Adicionalmente, existe una gran carencia de información acerca de la composición y condición de la fauna queretana, lo cual hace que su conocimiento resulte una tarea aún más difícil.

Varios autores, entre ellos Sánchez (1987), han reportado que la fauna del estado de Querétaro ha sido depredada desde hace muchos años especialmente al aumentar notablemente la población en este último siglo. La destrucción del hábitat y la cacería desmedida han acabado con gran parte de la fauna del estado.

A continuación se presentan algunas listas de especies de mamíferos y de aves que viven en el estado de Querétaro en hábitats similares a los que se encuentran en la zona de estudio de la carretera, como son matorral (M), matorral xerófilo (MX), pastizal (P), zonas de cultivo (C) o en áreas urbanas (U) y suburbanas (SU) (Sánchez, 1987).

Dado el carácter general de esta información, es decir, que se refiere a las diferentes especies presentes en un determinado hábitat a nivel estatal, resulta difícil afirmar categóricamente si dichas especies se encuentran o no en las zonas cercanas al proyecto carretero.

Es de suma importancia mencionar que, por lo que se pudo observar durante la visita de campo, la fauna que pudo haberse encontrado algún día en esa zona, ya ha sido desplazada en su gran mayoría por la existencia misma de la carretera

actual, principalmente por el ruido de los vehículos, la presencia del hombre y por la destrucción del hábitat en general. Sin embargo, se observaron algunos ejemplares de animales atropellados como por ejemplo, culebras.

TABLA N° III - 17

ESPECIES DE MAMIFEROS QUE PUDIERAN ENCONTRARSE EN LA ZONA DE ESTUDIO

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	HABITAT
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	MX,C,U
<i>Canis latrans</i>	Coyote	MX,P
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago	M
<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo de espalda blanca	P,C
<i>Cryptotis parva</i>	Musaraña	P
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	MX,C
<i>Dipodomys ordii palmeri</i>	Rata canguro	MX
<i>Dipodomys phillipsi phillipsi</i>	Rata canguro	MX
<i>Eptesicus fuscus miradorensis</i>	Murciélago	M,P,U,SU
<i>Eumops underwoodii underwoodii</i>	Murciélago	M
<i>Felis concolor</i>	Puma	MX,P
<i>Idionycteris phyllotis</i>	Murciélago	M
<i>Lasiurus ega xanthinus</i>	Murciélago	U
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago	M
<i>Lepus callotis callotis</i>	Liebre torda	P
<i>Liomys irroratus alleni</i>	Ratón	MX
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado	MX,P
<i>Microtus mexicanus</i>	Meteorito	MX,P,C
<i>Molossus ater</i>	Murciélago	M,P
<i>Myotis californicus mexicanus</i>	Murciélago	M,P
<i>Myotis thysanodes</i>	Murciélago	M,P
<i>Myotis yumanensis lutosus</i>	Murciélago	MX,P,U
<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago	M,P
<i>Mus musculus brevirostris</i>	Ratón gris	U
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	MX,P,C
<i>Neotoma mexicana torcuata</i>	Rata	P,MX
<i>Odocoileus virginianus couesi</i>	Venado cola blanca	MX
<i>Pappogeomys tylosinus tylosinus</i>	Tuza	P,C
<i>Pecari tajacu</i>	Jabalí de collar	—

TABLA N° III - 17

(CONTINUACION)

<i>Perognathus flavus mexicanus</i>	Ratón	MX,C
<i>Peromyscus boylilevipes</i>	Ratón	MX,P
<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón	MX,P
<i>Peromyscus melanophrys zamorae</i>	Ratón	MX
<i>Peromyscus truei</i>	Ratón	MX
<i>Plecotus townsendii australis</i>	Murciélago	P,C,U
<i>Procyon lotor hermanni</i>	Mapache	MX
<i>Pteronotus parnellii mexicanus</i>	Murciélago	P
<i>Rattus rattus alexandrinus</i>	Rata negra	U
<i>Rattus rattus norvegicus</i>	Rata gris	U
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón	MX,C
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón	P,C,U
<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera	MX,C
<i>Sorex oreopolus ventralis</i>	Musaraña	P
<i>Sorex saussurei</i>	Musaraña	MX
<i>Spermophilus mexicanus</i>	Ardilla de tierra	MX
<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón o ardilla del pedregal	MX,P,C
<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado	MX,P,C
<i>Sylvilagus audubonii parvulus</i>	Conejo serrano, montés o audubón	MX
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo del este o castellano	M,P,C
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago	M,P,U
<i>Tadarida macrotis</i>	Murciélago	M,P,U
<i>Taxidea taxus berlandieri</i>	Tlacoyote	MX,P
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	MX

Fuente: Sánchez (1987)

Durante la visita de verificación e identificación de campo se observaron las siguientes especies de aves, las cuales se encuentran asociadas a zonas de cultivo:

<i>Bubulcus ibis</i>	(garza bueyera)
<i>Quiscalus mexicanus</i>	(urraca)
<i>Quiscalus quiscula</i>	(urraca)
<i>Molothrus ater</i>	(tordo)

También se observó una culebra, del género *Colubris*, atropellada a un costado de la carretera.

Los demás grupos que componen la fauna han sido muy poco estudiados, por lo que la información es verdaderamente escasa.

TABLA N° III - 18

ESPECIES DE AVES QUE SE PUDIERAN ENCONTRAR EN LA ZONA DE ESTUDIO

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AREA DE DISTRIBUCION
<i>Anas diazi</i>	Pato triguero	Centro y sur del estado
<i>Callipepla squamata</i>	Codomiz escamosa	Todo el estado, excepto el extremo sur
<i>Colinus virginianus</i>	Codomiz común	Todo el estado
<i>Columba fasciata</i>	Paloma de collar	Todo el estado
<i>Cyrtonix montezumae</i>	Codomiz pinta	Todo el estado
<i>Fulica americana</i>	Gallareta	Sur del estado, Amealco
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	Todo el estado

Fuente: Sánchez (1987)

2.2 Especies de valor comercial

Las codornices pinta, escamosa y común que se pudieran encontrar en la zona de estudio son consideradas como especies de fauna de valor comercial. Las liebres, los conejos, los jabalíes de collar, los venados y los mapaches pueden ser utilizados por su carne como alimentación y por su piel al igual que la piel del coyote, del puma y de la zorra gris.

2.3 Especies de interés cinegético

De acuerdo a Sánchez (1987), en los municipios por los cuales atraviesa la carretera existe muy poca actividad cinegética o es prácticamente nula.

En el municipio de San Juan del Río la actividad cinegética es considerada como mínima. En el de Pedro Escobedo la caza se refiere a pequeñas especies de pradera como liebre y conejo pero limitado al autoconsumo. En el municipio de El Marqués la caza es también de pequeñas especies sólo para el autoconsumo. Por último, en el municipio de Querétaro la actividad cinegética es nula.

De las listas de especies de las TABLAS III - 17 y III - 18, las siguientes son consideradas como de importancia cinegética (Sánchez, 1987):

<i>Anas diazi</i>	(pato triguero)
<i>Bassariscus astutus</i>	(cacomixtle)
<i>Callipepla squamata</i>	(codorniz escamosa)
<i>Canis latrans</i>	(coyote)
<i>Colinus virginianus</i>	(codorniz común)
<i>Columba fasciata</i>	(paloma de collar)

<i>Conepatus mesoleucus</i>	(zorrillo de espalda blanca)
<i>Cyrtonix montezumae</i>	(codorniz pinta)
<i>Didelphis virginiana</i>	(tlacuache)
<i>Felis concolor</i>	(puma)
<i>Fulica americana</i>	(gallareta)
<i>Mephitis macroura</i>	(zorrillo listado)
<i>Mustela frenata</i>	(comadreja)
<i>Odocoileus virginianus couesi</i>	(venado cola blanca)
<i>Pecari tajacu</i>	(jabalí de collar)
<i>Procyon lotor hernandezii</i>	(mapache)
<i>Spermophilus mexicanus</i>	(ardilla de tierra)
<i>Spermophilus variegatus</i>	(ardillón o ardilla del pedregal)
<i>Spilogale putorius</i>	(zorrillo manchado)
<i>Sylvilagus audubonii parvulus</i>	(conejo serrano, montés o audubón)
<i>Sylvilagus floridanus</i>	(conejo del este o castellano)
<i>Taxidea taxus berlandieri</i>	(tlalcoyote)
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	(zorra gris)
<i>Zenaida asiatica</i>	(paloma de alas blancas)

El estado de Querétaro se encuentra dividido en cuatro regiones cinegéticas. La autopista México - Querétaro en su tramo Palmillas - Querétaro atraviesa por la región cinegética N° 2. En la TABLA N° III - 19 se presenta el tipo de permiso necesario para diferentes especies que lo requieren, así como su época hábil.

2.4 Especies amenazadas o en peligro de extinción

En base a la revisión bibliográfica disponible, a la visita de verificación de campo realizada y a la "Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección", de las especies que se enlistaron en las TABLAS N° III - 17 y III - 18, se seleccionaron aquellas especies de fauna que se encuentran en peligro de extinción (P), amenazadas (A), raras (R) o sujetas a protección especial (Pr). El asterisco (*) significa que la especie es considerada endémica, es decir, aquella especie cuya área de distribución natural se encuentra únicamente circunscrita a la República Mexicana y aguas de jurisdicción federal.

Los resultados de esta revisión se presentan en la TABLA N° III - 20

Es importante hacer hincapié en el hecho de que dichas especies no han sido reportadas específicamente para la zona de estudio de esta carretera, sino a nivel estatal y para un determinado tipo de hábitat. Adicionalmente, en muchos casos no existe la información a nivel de subespecies, lo cual hace la determinación de especies con status especial aún más difícil.

TABLA N° III - 19

PERMISOS CINEGETICOS Y EPOCAS HABLES

TIPO DE PERMISO	EPOCA HABIL
Aves acuáticas (pato, cerceta, ganso)	
Gallereta	13 de octubre - 11 de febrero
Patos y cercetas	13 de octubre - 11 de febrero
Palomas	
Paloma alas blancas	29 de septiembre - 28 de enero
Paloma huijota	13 de octubre - 11 de febrero
Otras aves	
Agachona	13 de octubre - 11 de febrero
Codomiz escamosa	13 de octubre - 28 de enero
Codomiz común o enmascarada	28 de octubre - 28 de enero
Ganga	6 de agosto - 17 de septiembre
Pequeños mamíferos	
Ardilla	27 de octubre - 17 de marzo
Conejo	22 de septiembre - 25 de febrero
Coyote	17 de noviembre - 17 de diciembre
Liebre	22 de septiembre - 25 de febrero

Fuente: Acuerdo por el que se establece el calendario cinegético correspondiente a las temporadas 1995-1996 y 1996-1997. Diario Oficial de la Federación del viernes 4 de agosto de 1995 - Segunda sección.

TABLA N° III - 20

POSIBLES ESPECIES EN LA ZONA DE ESTUDIO CONSIDERADAS COMO RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCION O SUJETAS A PROTECCION ESPECIAL Y ENDEMICAS

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	STATUS
<i>Bassariscus astutus insulicola</i>	Cacomixtle	A*
<i>Bassariscus astutus saxicola</i>	Cacomixtle	A*
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago	A
<i>Colinus virginianus ridgwayi</i>	Codomiz común	P*
<i>Cryptotis parva soricina</i>	Musaraña	R*
<i>Cryptotis parva</i>	Musaraña	R
<i>Dipodomys phillipsi phillipsi</i>	Rata canguro	A*
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago	A
<i>Sorex saussurei cristobalensis</i>	Musaraña	R*
<i>Sorex saussurei oaxacae</i>	Musaraña	R*
<i>Sorex saussurei veraecrucis</i>	Musaraña	R*
<i>Taxidea taxus berlandieri</i>	T!alcoyote	A

3. ECOSISTEMA Y PAISAJE

3.1 La dinámica natural de todas las corrientes que atraviesan el trazo de la carretera se verá modificada ya que recibirán un aporte de sedimentos mayor al que normalmente tienen en la actualidad; ello se deberá a las actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción como son desmonte, despalme, excavaciones y nivelaciones, entre otras.

También pueden verse afectadas por modificaciones temporales en su caudal debido a interrupciones de su flujo por actividades realizadas durante la etapa de construcción.

Debido a que la mayoría de las corrientes son de tipo intermitente, este impacto se producirá sólo si la etapa de construcción se efectúa en la época de lluvias; en caso de que las obras se construyan durante el estiaje, las únicas corrientes superficiales que podrían verse afectadas serían las perennes como el canal Lomo de Toro que proviene de la presa Constitución de 1917 y que cruza el trazo de la carretera varias veces; algo similar sucedería con el río San Juan cuyo cauce pasa por la autopista en el kilómetro 168+800.

3.2 En términos generales, los proyectos de construcción de carreteras si modifican la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna debido al cambio que se da en las comunidades biológicas naturales como consecuencia inmediata de la destrucción directa de vastas extensiones de vegetación al llevarse a cabo dichos proyectos. La ausencia de esa vegetación ejerce, a su vez, influencia sobre otras comunidades vegetales aledañas aún presentes y también sobre la fauna.

Sin embargo, como este proyecto se trata únicamente de una ampliación de carriles a los lados de los dos cuerpos de una autopista ya existente, las modificaciones que se pudieron haber causado sobre la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna presentes en la zona, ya se dieron hace mucho tiempo cuando se construyó dicha carretera.

Se considera que la ampliación de la carretera no modificará la dinámica natural de las comunidades de flora o fauna ya que las obras se efectuarán en el derecho de vía, excepto en dos partes en donde se rectificarán curvas y se afectarán áreas cubiertas de vegetación.

3.3 La presencia de una carretera es uno de los ejemplos más notorios de obras que generan barreras físicas lineales que limitan el desplazamiento de la fauna.

Como la carretera Mexico - Querétaro fue construida hace muchos años, dicha barrera física ya existe, por lo cual la ampliación en su tramo Palmillas - Querétaro, no creará per se, una nueva barrera.

3.4 No se contempla la introducción de especies exóticas en la zona del proyecto.

3.5 No se considera que el área donde se ubicarán las obras de ampliación de la autopista tenga cualidades estéticas únicas o excepcionales.

3.6 La zona donde se realizará este proyecto no se considera de atractivo turístico aunque la autopista México - Querétaro sí es una vía de acceso importante a varios centros turísticos de la región, como son la ciudad de Querétaro, San Juan del Río y Tequisquiapan, entre otros.

3.7 Al final del tramo de proyecto de ampliación de la autopista, en el Km 217+349, se encuentra la ciudad de Querétaro que es considerada de interés histórico.

3.8 De acuerdo al Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas y al Sistema de Areas Naturales Protegidas del estado de Querétaro, los terrenos donde se ubicará el proyecto de ampliación de la autopista no se encuentran dentro de alguna de estas áreas.

3.9 Con respecto a la armonía visual con el paisaje natural de la zona, la ampliación seguirá el trazo de la actual autopista la que funciona desde hace varios años y ya se ha integrado a dicho paisaje.

3.10 La zona en la que se realizará el proyecto de ampliación se encuentra actualmente afectada y deteriorada debido a la presencia misma de la actual autopista, a los lados de la cual se llevarán a cabo las obras.

El grado de deterioro se hace notorio cuando se observa la gran cantidad de vegetación secundaria que existe sobre el propio derecho de vía y en los terrenos colindantes con el mismo.

Adicionalmente se observan desechos y la mayoría de la fauna ha sido desplazada por el ruido de la carretera y por la presencia del hombre.

Por último, en la zona de la carretera existe una fuerte actividad agrícola así como actividades comerciales y de servicios las que han contribuido también a la afectación del sitio.

III. MEDIO SOCIOECONOMICO

El proyecto que se analiza en este estudio es la ampliación de la autopista México-Querétaro en el tramo Palmillas-Querétaro; inicia en el Km 156+288 dentro del municipio de San Juan del Río, cruza los municipios de Pedro Escobedo y El Marqués y termina en el Km 217+349 en el municipio de Querétaro.

La longitud de este tramo es de 61 Km y se localiza en su totalidad dentro del estado de Querétaro como se observa en la FIGURA N° III - 1.

La construcción de la ampliación tendrá un impacto benéfico a nivel nacional pues el mejoramiento en las especificaciones de este tramo facilitará la transp: ración de personas y productos regionales. Actualmente se cuenta con un tránsito promedio de 30,295 vehículos diarios.

Existen 16 localidades aledañas al tramo de la autopista, una de las cuales es Querétaro capital del estado y otras dos son cabeceras de los municipios de Pedro Escobedo y San Juan del Río. En la TABLA N° III - 21 se enlistan esas localidades y el número de habitantes existentes en cada una de ellas.

1. POBLACION

Según el XI Censo de Población y Vivienda de 1990, la población total de los cuatro municipios por los que atraviesa el tramo de autopista en ampliación era en esa fecha de 677,963 habitantes. En el mismo censo se tiene que la población total del estado de Querétaro era de 1,051,235 habitantes.

Los municipios de esta región representan el 64.5% de la población total del estado con la siguiente distribución por municipio: el de Querétaro registra la mayor concentración con el 43.4% de la población total del estado; el de San Juan del Río con el 12% y El Marqués y Pedro Escobedo con 5.3% y 3.8% respectivamente.

La TABLA N° III - 22 muestra los datos de población para el estado y los municipios mencionados y su evolución a partir de los años setenta.

FIGURA No. III-I
LOCALIZACION DEL TRAMO DE AUTOPISTA
PALMILLAS-QUERETARO EN LOS MUNICIPIOS
EN DONDE SE DESARROLLA

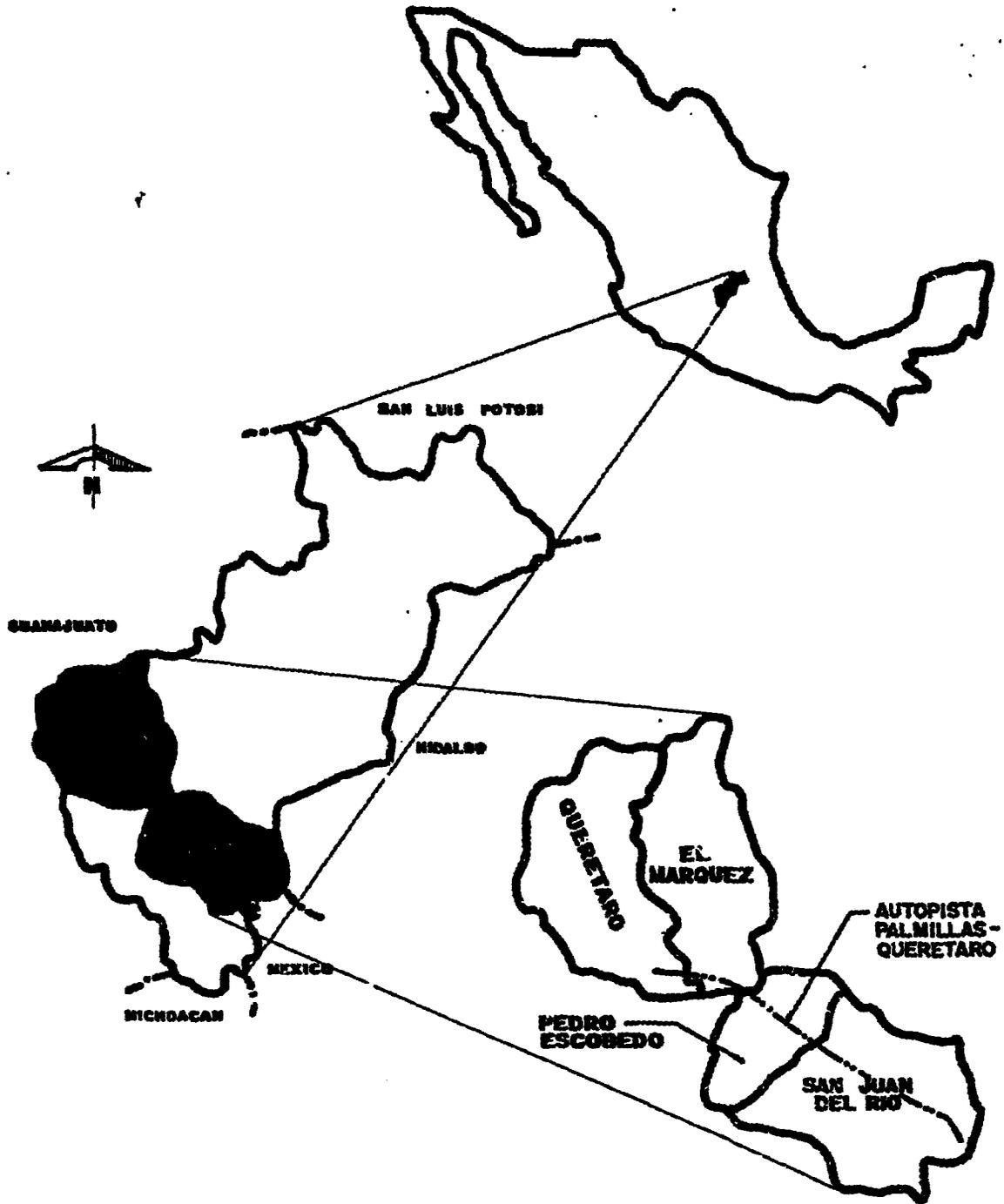


TABLA N° III - 21

NUMERO DE HABITANTES EN LAS LOCALIDADES ALEDAÑAS AL PROYECTO DE AMPLIACION DEL TRAMO PALMILLAS - QUERETARO DE LA AUTOPISTA MEXICO - QUERETARO

MUNICIPIO Y LOCALIDAD	UBICACION EN KILOMETROS DEL PROYECTO	NUMERO DE HABITANTES	OBSERVACIONES
MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RIO			
Palmillas	160+500 - 161+400	840	-
Guadalupe Helgueros	162+200 - 162+800		No aparecen datos en Censo de 1990
San Francisco	163+600 - 164+200	443	-
San Juan del Río	168+000 - 170+000	61,652	Cabecera municipal
Loma Linda	171+000 - 171+500	1,305	-
Fraccionamiento	173+000 - 173+850		No se cuenta con información
Guadalupe	178+600 - 179+000	13	Posiblemente el número es mayor
La Mansión	180+400 - 181+800		No aparecen datos en Censo de 1990
MUNICIPIO DE PEDRO ESCOBEDO			
El Sauz	186+000 - 187+000	4,808	-
San Pedro Escobedo	190+000 - 191+000	6,219	Cabecera municipal
La Palma	194+600 - 195+000	1,398	-
MUNICIPIO ELMARQUES			
El Colorado	203+000 - 204+000	3,393	-
El Carmen	208+000 - 208+800	313	-
La Noria	209+200 - 209+800		No aparecen datos en Censo de 1990
MUNICIPIO DE QUERETARO			
San Isidro de Miranda	212+000 - 213+000	1,479	-
Querétaro	217+349	385,502	Vialidades de la ciudad aledañas al tramo de carretera

Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda 1990
Mosaico fotográfico, 1995

TABLA N° III - 22

POBLACION POR MUNICIPIO Y TASA DE CRECIMIENTO SEGUN DATOS DE 1970 A 1990

ENTIDAD Y MUNICIPIO	1970	1980	1990	TASA DE CRECIMIENTO
Edo. de Querétaro	485,523	739,605	1'051,235	3.6
El Marqués	27,228	40,160	55,258	3.3
Pedro Escobedo	20,242	29,503	39,692	3.0
Querétaro	163,063	293,598	456,458	4.5
San Juan del Río	53,899	81,820	126,555	4.5
Total	264,432	445,069	677,963	

Fuente: Censos Generales de Población y Vivienda, 1970, 1980 y 1990.

1.1 Población económicamente activa

De acuerdo al censo de 1990, la P.E.A. de los cuatro municipios de interés para el proyecto era de 205,019 personas de las cuales el 97% estaba ocupada. La distribución de ocupación por municipio es la siguiente: los municipios de El Marqués y Pedro Escobedo tienen una población ocupada principalmente en el sector terciario correspondiente al 42% y el 49% respectivamente y, en segundo lugar, se dedican a la agricultura y ganadería con un 32% y 33%.

En el municipio de Querétaro se encuentra la capital del estado; el 57% de su P.E.A. se ocupa en el sector terciario en actividades como el comercio, y servicios; finalmente, en el municipio de San Juan del Río, la mayor parte de su población se dedica a actividades del sector secundario como la industria manufacturera. Estos datos se observan en la TABLA N° III - 23.

TABLA N° III - 23

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR SECTOR DE OCUPACION

MUNICIPIO	P.E.A.	POBLACION OCUPADA	SECTOR PRIMARIO	SECTOR SECUNDARIO	SECTOR TERCIARIO
El Marqués	14,110	13,713	4,338	5,725	3,346
Pedro Escobedo	10,162	9,874	3,215	3,832	2,449
Querétaro	143,819	139,934	5,110	57,825	79,735
S. J. del Río	36,928	36,163	4,930	17,030	13,328

Fuente: XI Censo de Población y Vivienda, 1990

1.2 Grupos étnicos

Dentro de los cuatro municipios en estudio, 2,243 personas mayores de 5 años hablan alguna lengua indígena y todas ellas hablan también español. La principal lengua indígena en esta región es el otomí.

1.3 Nivel de ingresos

Según el censo de 1990, el 36.8% de la población ocupada en el estado de Querétaro recibe entre 1 y 2 salarios mínimos, el 15.8% recibe más de 2 y menos de 3 salarios mínimos. Los trabajadores que reciben menos de un salario mínimo representan el 16% y los que no reciben ingresos constituyen el 7.7%; en el otro extremo se localizan aquellos que perciben 3 y más salarios mínimos, los cuales representan el 20.1%. El porcentaje restante no está especificado.

2. SERVICIOS

2.1 Medios de comunicación

Los municipios de San Juan del Río, Pedro Escobedo, El Marqués y Querétaro son cruzados por la autopista México - Querétaro y el ferrocarril México - Nuevo Laredo que los une con el centro, occidente y norte del país; entre los cuatro municipios cuentan con 1,000 Km de vías entre carreteras pavimentadas, terracerías y caminos rurales que comunican a la gran mayoría de las poblaciones existentes en la región.

En lo que respecta a los medios de comunicación, los cuatro municipios tienen servicio de telégrafo con seis administraciones; veintidos localidades de ellos cuentan con servicio telefónico y existen 126 oficinas postales en la región. En la ciudad de Querétaro existen también radio difusoras, televisoras y diez estaciones de microondas de señal vía satélite en esta región.

2.2 Medios de transporte

Para el transporte de carga y de pasajeros en estos cuatro municipios, se cuenta con la carretera federal de cuota México - Querétaro, el troncal y ramales del ferrocarril y el Aeropuerto Nacional Fernando Espinoza en la ciudad de Querétaro.

2.3 Servicios públicos

En materia de servicios públicos, estos municipios ofrecen a sus habitantes la siguiente infraestructura: el 92% de las viviendas cuentan con agua entubada, el 94% tiene energía eléctrica y el 74% de las viviendas dispone de drenaje. La fuente de abastecimiento del agua potable es, en todos los casos, pozo profundo y existen tres plantas de tratamiento de aguas, dos de ellas en Querétaro y una en San Juan del Río. Los tiraderos de basura son a cielo abierto y la superficie total de ellos es de 32 hectáreas.

2.4 Centros educativos

En este aspecto, los municipios tienen satisfecha la demanda educativa en las áreas urbana y rural prácticamente al 100 %. La población en edad escolar (6 a 14 años) es de 158,288 personas, de las cuales el 90.15% asiste a la escuela, lo que representa un nivel alto de asistencia escolar.

Los municipios cuentan con la infraestructura adecuada para impartir educación preescolar, primaria, capacitación para el trabajo, secundaria, profesional medio y bachillerato con un total de 1,081 escuelas. En la ciudad de Querétaro se encuentra la Universidad Autónoma de Querétaro y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.

2.5 Centros de salud

La infraestructura en el sector salud es aceptable; los municipios de El Marqués y Pedro Escobedo cuentan con 25 unidades médicas de consulta externa; en el de San Juan del Río hay 19 unidades, 17 de consulta externa y 2 de hospitalización general. El municipio de Querétaro tiene 38 unidades médicas, 34 de consulta externa, 3 de hospitalización general y 1 de hospitalización especializada.

Las instituciones que prestan servicio son el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), la Secretaría de la Defensa Nacional (SDN), la Secretaría de Salud (SSA) y el Desarrollo Integral de la Familia (DIF).

En el sector privado, se cuenta con establecimientos que por sus instalaciones y equipo son de importancia para el sector salud.

2.6 Vivienda

La mayoría de las casas habitación es de propiedad privada y según datos del censo de 1990, había un total de 129,269 viviendas habitadas en los cuatro municipios en estudio con un promedio de 5.2 personas por cada una.

De acuerdo a los materiales predominantes en pisos, muros y techos, las viviendas de estos cuatro municipios tienen las siguientes características: aproximadamente sólo el 3.8% están construidas con lámina de cartón o material de desecho y el 91.2% tienen piso diferente a tierra lo que representa un buen nivel de vida.

De la misma manera, en los municipios de El Marqués, Pedro Escobedo y San Juan del Río, de las viviendas habitadas, el 87% cuenta con agua entubada, el 44% con drenaje y el 88% con energía eléctrica y en el municipio de Querétaro, donde se encuentra la capital del estado, el 94.5% tiene agua potable, el 82.7% drenaje y el 96.6% energía eléctrica.

2.7 Zonas de recreo

En el aspecto recreativo, deportivo y cultural, la región cuenta con 22 jardines vecinales, 9 centros deportivos, 11 parques infantiles, 5 auditorios y 18 cines y, en la ciudad de Querétaro hay además, dos teatros.

3. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Las actividades principales en estos cuatro municipios son la agricultura y la ganadería y en los de Querétaro y San Juan del Río son muy importantes también la industria manufacturera y los servicios.

3.1 Agricultura

De todos los ejidos y comunidades agrarias a nivel estatal que cuentan con superficie de labor, el 41%, es decir, 146 se localizan en esta región. La superficie de labor y su disponibilidad de agua se muestran en la TABLA N° III - 24.

TABLA N° III - 24

SUPERFICIE DE LABOR POR MUNICIPIO

MUNICIPIO	SUPERFICIE DE LABOR EN HECTAREAS			
	TOTAL	RIEGO	TEMPORAL	RIEGO Y TEMPORAL
El Marqués	19,692.00	208.00	4,027.00	15,457.00
Pedro Escobedo	15,394.74	4,674.00	3,352.24	7,368.50
Querétaro	19,365.40	303.00	12,887.40	6,175.00
San Juan del Río	33,685.73	1,158.40	8,080.00	24,447.33
Total	88,137.87	7%	33%	60%

Los datos presentados en la tabla fueron consultados en el Anuario Estadístico del Estado de Querétaro de 1994.

Los cultivos principales son maíz, frijol, trigo, cebada y sorgo y las superficies sembradas de cada uno de ellos son las siguientes: maíz 30,439 ha, maíz y frijol intercalados 10,449 ha, frijol 1,838 ha, trigo 2,780 ha, cebada 2,104 ha y sorgo 2,106 ha.

A lo largo del trazo de las obras de ampliación del tramo de autopista Palmillas - Querétaro, existen extensas zonas dedicadas a la agricultura como se aprecia en la FOTOGRAFIA N° 25 del ANEXO FOTOGRAFICO.

3.2 Ganadería

En los cuatro municipios de la región estudiada, hay 145 ejidos y comunidades agrarias cuya actividad principal es la ganadería; en la TABLA N° III - 25 se observan las especies ganaderas existentes reportadas en el Anuario Estadístico del Estado de Querétaro de 1994.

TABLA N° III - 25

POBLACION GANADERA EN LOS MUNICIPIOS ESTUDIADOS

MUNICIPIO	Bovino	Porcino	Ovino	Caprino	Equino	Avícola
El Marqués	28,819	16,620	7,055	9,442	2,591	16'723,952
P. Escobedo	15,672	5,296	7,181	2,674	2,491	3'415,707
Querétaro	13,057	23,115	1,990	4,033	989	11'252,863
S. J. del Río	23,983	22,388	7,425	6,490	2,408	672,841

Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Querétaro. 1994

3.3 Industria manufacturera

La industria manufacturera es una rama productiva muy importante en los municipios de Querétaro y San Juan del Río, pues en ella se ocupan 43,278 personas en los 957 establecimientos censados. Los giros industriales principales son elaboración de productos alimenticios, productos metálicos, industrias de la madera y textiles.

3.4 Servicios

Dentro del sector de servicios, la principal actividad es el comercio, el cual ocupa en las ciudades de Querétaro y San Juan del Río, a 20,307 personas en 6,888 establecimientos censados que realizan el comercio al mayoreo y al menudeo. Respecto al turismo también en estas mismas ciudades se cuenta con 65 establecimientos de hospedaje temporal de diferentes categorías.

4. TIPO DE ECONOMIA

Los productos provenientes de la agricultura en los cuatro municipios estudiados, son de autoconsumo y también sirven como alimento para el ganado de la región, el cual se comercializa; aunados a la producción industrial y de servicios de San Juan del Río y de Querétaro, constituyen una economía mixta de autoconsumo y de mercado.

5. CAMBIOS SOCIALES Y ECONOMICOS

La ampliación y mejoramiento del tramo de autopista Palmillas - Querétaro hará más ágil el tránsito vehicular y tendrá un menor mantenimiento por el material empleado en su remodelación, lo cual redundará en beneficio de la población asentada a lo largo del tramo, así como para todos los usuarios de la autopista México - Querétaro.

El sector agrícola-ganadero se verá poco afectado; no se provocará fraccionamiento de comunidades ni se afectarán bienes diferentes a la tierra, porque la ampliación será en el derecho de vía actual excepto en dos pequeños tramos en los que serán rectificadas dos curvas. La autopista se encuentra en operación desde hace muchos años.

En la etapa de construcción, se generará una demanda temporal de mano de obra no calificada y especializada lo que puede ocasionar incremento de población durante el tiempo en el que se realicen las obras (estimado en 18 meses), y por lo tanto de requerimientos de dotación de servicios, esto podría afectar la calidad de vida de los habitantes de las localidades urbanas donde se llegarán a establecer campamentos y oficinas entre otros.

Al mismo tiempo la generación de empleo provocará una derrama económica en la región que beneficiará directa e indirectamente a la población. La necesidad de agua para la obra puede causar una presión temporal sobre la dotación del servicio en esta región, que es la que abastece a la ciudad de Querétaro.

Finalmente no se alterarán los patrones culturales, ya que este proyecto es una ampliación a la autopista existente y las poblaciones aledañas al trazo se conservarán con sus actuales características.

CAPITULO IV

VINCULACION CON LAS NORMAS Y REGULACIONES SOBRE USO DEL SUELO

Con el fin de verificar el uso del suelo que corresponde al área del presente proyecto y su inclusión en los instrumentos jurídico-técnicos municipales, estatales y federales, se consultó la siguiente información:

- Código Urbano para el Estado de Querétero (1992)

Dentro de este marco jurídico expedido por la Legislatura del Estado, el Título Séptimo se refiere a las carreteras, caminos y otras vialidades disponiendo, en algunas de sus Fracciones, lo siguiente:

VII. Fijar las restricciones y derecho de vía en los caminos y carreteras locales, construidos o que se construyan por el Estado, en forma directa o en cooperación con otras entidades públicas federales, estatales o municipales, o con los particulares, siempre y cuando no estén comprendidas dentro de aquellas a que se refiere la Ley de Vías Generales de Comunicación.

VIII. Establecer las normas y procedimientos conforme a los cuales podrán realizarse construcciones e instalación de anuncios publicitarios dentro del derecho de vía de jurisdicción local o en áreas aledañas a las mismas.

En el Capítulo II de la Construcción de Carreteras se tomarán en cuenta los siguientes Artículos:

ARTÍCULO 396. La Comisión Estatal de Caminos deberá procurar el mejor funcionamiento de la red de carreteras de jurisdicción Estatal, por lo que quedará obligada a realizar análisis operacionales de carácter anual.

El análisis deberá contener, como mínimo, con los estudios siguientes:

- I. Rangos de volumen en la red
- II. Capacidad y niveles de servicio en los diferentes tramos de la red
- III. Costos de operación
- IV. Índices de accidentes en la red de carreteras

ARTÍCULO 397. Concluido el análisis, se presentará al Ejecutivo, para que, una vez aprobado se formule el programa de modernización y mejoramiento de las carreteras, tomando en cuenta aquellas que formen parte de rutas importantes

para el autotransporte, que incidan en los planes y programas del sistema alimentario, del desarrollo urbano estatal y nacional.

ARTÍCULO 398. La modernización de carreteras se estructurará en base a los siguientes objetivos:

- I. Resolver el problema de congestionamiento
- II. Disminuir los costos de operación y en consecuencia el del transporte
- III. Impulsar el desarrollo regional
- IV. Apoyar un plan o proyecto específico, dentro del sector turístico o industrial
- V. Proteger el ambiente

ARTÍCULO 399. Dentro del proceso de planeación, se establecerán el objetivo principal e inversión considerada en el programa.

Los estudios previos que se realicen, deberán observar la realidad social, económica, topográfica, geotécnica, hidrológica y ecológica para lograr que las carreteras cumplan adecuadamente sus funciones en un balance conveniente de costos y beneficios; asimismo deberá considerarse el tipo de terreno y uso del suelo, para definir las características generales del proyecto, velocidades de diseño y los tipos de acceso y entronques que influyan en el proyecto de modernización. En forma especial deberán considerarse los planes y programas de desarrollo urbano.

También se basarán en los costos de adquisición, conservación, operación y derecho de vía, así como en la consideración de protección del paisaje, la contaminación ambiental, principalmente por humos y ruidos; de igual manera los libramientos de poblaciones, los cuales deberán ubicarse en forma congruente con el Plan de Desarrollo Urbano correspondiente y justificarse en función del tránsito que los utilizará.

Es importante hacer hincapié en el hecho de que las obras de ampliación de la Carretera México - Querétaro en su tramo Palmillas - Querétaro se encuentran a cargo de la Dirección General de Carreteras Federales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, aunque se consideró de interés para este estudio el conocer las disposiciones legales que, en materia de carreteras se encuentran vigentes a nivel estatal.

- Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1989)

La presente Ley es reglamentaria de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Querétaro Arteaga en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Las normas de esta ley que rigen el proyecto carretero objeto de este estudio son las siguientes:

En el Título Cuarto, el Capítulo IV relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico establece, en algunos de sus artículos, lo siguiente:

ARTÍCULO 64. Para la preservación y restauración del equilibrio ecológico en la entidad, se considerarán los siguientes criterios:

I. La existencia y bienestar del hombre no sólo depende de los sistemas que éste ha creado, sino en gran parte de los ecosistemas naturales, los que, entre otras características, regulan el clima, retienen el agua y el suelo, depuran la atmósfera y sirven de esparcimiento y son objeto de conocimiento científico;

II. La preservación del equilibrio ecológico es condición imprescindible para que tenga lugar el desarrollo sostenido en la entidad;

III. La restauración del equilibrio ecológico es indispensable para mejorar el clima, frenar la desertificación, incrementar la recarga de acuíferos, conservar el suelo y evitar la desaparición de especies de la flora y la fauna, y

IV. Es necesaria la participación de todos los sectores de la población en las tareas de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

ARTÍCULO 65. Los criterios de preservación y restauración del equilibrio ecológico serán considerados en:

- I. Las autorizaciones y permisos de explotación forestal
- II. Las autorizaciones para el cambio de uso de suelo
- III. El ordenamiento ecológico del territorio; los planes de desarrollo urbano y otros planes territoriales
- IV. La planeación y ejecución de campañas de reforestación, y
- V. Los aprovechamientos cinegéticos y de la flora silvestre.

En el Capítulo V relativo al uso racional del agua, la Ley Estatal establece lo siguiente:

ARTÍCULO 71. Para el uso racional del agua se considerarán los siguientes criterios:

I. Por las condiciones hidrológicas de la entidad, el agua debe ser mejor aprovechada y distribuida con mayor equidad, y

II. Para el incremento de la calidad y la cantidad del agua se requiere la protección de los suelos en general, de las áreas boscosas y de las zonas de

recarga; así como el uso eficiente en la industria y la agricultura, el tratamiento y reuso de las aguas residuales, la conciencia de toda la población para evitar el desperdicio, la captación y aprovechamiento de las aguas pluviales.

ARTÍCULO 72. Los criterios para el uso racional del agua serán considerados en:

- I. La formulación e integración del programa estatal hidráulico
- II. El otorgamiento de autorización para la desviación, extracción o derivación de aguas de propiedad estatal

En el Título Quinto relativo a la protección al ambiente, el Capítulo I establece lo necesario para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

ARTÍCULO 76. Se prohíbe emitir a la atmósfera contaminantes, tales como humos, polvos, gases, vapores y olores que rebasen los límites máximos permisibles contenidos a las normas técnicas ecológicas que se expidan y demás disposiciones locales aplicables.

El Capítulo II relativo a la prevención y control de la contaminación del agua y los sistemas acuáticos, establece lo siguiente:

ARTÍCULO 81. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

- I. La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas de la entidad
- II. Corresponde a toda la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo

En el Capítulo III relativo a ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica se plantea lo siguiente:

ARTÍCULO 92. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, que rebasen los límites máximos contenidos en las normas técnicas ecológicas que para ese efecto se expidan. Las dependencias estatales y los gobiernos municipales adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

El Título Sexto relativo a la regulación de actividades que puedan generar efectos nocivos, plantea en el Capítulo II lo relacionado a la extracción de minerales.

ARTÍCULO 97. El aprovechamiento de minerales o sustancias no reservadas a la Federación que constituyan depósitos de naturaleza semejante a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su fragmentación, que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento, requerirá autorización de la Secretaría (de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Ecología). Esta dictará las medidas de protección ambiental y de restauración ecológica que deben ponerse en práctica en los bancos de extracción y en las instalaciones de manejo y procesamiento.

En materia de residuos sólidos no peligrosos, el Capítulo IV establece lo siguiente:

ARTÍCULO 99. Queda sujeto a la autorización de la Secretaría (de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Ecología), con arreglo a las bases que para tal efecto se expidan, la localización, instalación y funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, recuperación, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, ya sea operados por los propios municipios o concesionados a particulares.

ARTÍCULO 100. El ejecutivo del estado propondrá la celebración de acuerdos de coordinación con el Ejecutivo Federal y con los gobiernos municipales para:

I. La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, y

II. La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, incluyendo la elaboración del inventario de los mismos.

- Plan de Desarrollo Integral Querétaro 1992-1997

En este Plan de Desarrollo, primeramente se define la situación actual del Estado y, en el rubro relativo a Comunicaciones se dice que Querétaro es uno de los estados mejor comunicados del país y que la red carretera actual se caracteriza por su convergencia hacia la ciudad capital del estado, dado que a ella se dirige la producción obtenida de las diferentes áreas económicas. La estadística al respecto muestra una red carretera de 3,910 Km, de la cual 1,211 Km son revestidos, 319 Km son terracerías y 175 Km corresponden a brechas.

En el punto N° 5 "Compromiso de modernización económica", en el inciso 5.4.1 que se refiere a carreteras y caminos rurales se plantea mejorar la red de carreteras de las diferentes regiones del Estado, a fin de que los servicios de transporte de carga y pasajeros sean prestados con mayor seguridad, tarifas lógicas y eficiencia.

Finalmente en el inciso 6.14 relativo al combate a la contaminación ambiental, se propone entre otras acciones realizar un monitoreo sistemático de la calidad del agua, el aire y del suelo promoviendo la restitución de la calidad del medio ambiente, mediante la vigilancia y el cumplimiento estricto de las normas establecidas en la Ley Federal y Estatal de Ecología. También se propone reforzar los programas de verificación de automóviles y camiones.

- Programa Estatal de Ecología (1989-1991)

Dentro de las Estrategias Específicas de este Programa para hacer frente a los aspectos ecológicos y ambientales considerados más apremiantes en la entidad, se señalan los siguientes prioridades por región:

4.3.1 Manejo y restauración de los recursos naturales

a) Organizar y operar un sistema de vigilancia de los recursos naturales que se explotan en la Entidad, en el que participen activamente la población y el sector privado. Como prioridades en las regiones de San Juan del Río y de Querétaro, se señalan agua, suelo y minerales.

b) Aplicar procedimientos para identificar proyectos públicos y privados; evaluar sus impactos ambientales y emitir la resolución correspondiente para su autorización, condicionamiento o rechazo. Sus prioridades son en toda la región.

4.3.2. Protección y mejoramiento de la calidad de agua

a) Realizar campañas de ahorro de agua para hacer más eficiente su uso e implementar programas de reuso de aguas residuales tratadas en actividades que no requieran agua de calidad potable. Las prioridades son en toda la región.

b) Eliminar tiraderos clandestinos en los márgenes de ríos, canales, presas, lagos, bordes, etc. Como prioridades se encuentran las subcuencas del río San Juan y del río Querétaro.

4.3.3. Protección y mejoramiento de la calidad del aire

a) Llevar a cabo programas y campañas de reducción y prevención de la contaminación del aire, con la participación activa de todos los sectores de la sociedad. Las prioridades en las regiones de San Juan del Río y de Querétaro son quema de pastos y basura, industrias, vehículos.

4.3.4. Control de residuos sólidos

a) Ampliar y renovar la infraestructura para el manejo (recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final) de los residuos sólidos. La prioridad es en toda la región.

4.3.5 Control de emisiones de energía y contaminación visual

a) Monitorear niveles ambientales de ruido. Las prioridades en las dos regiones son: vías de comunicación, áreas urbanas y zonas industriales.

- Sistema Nacional de Areas Protegidas (1989) y Sistema de Areas Naturales Protegidas en el Estado de Querétaro (1992)

En estas dos publicaciones no se mencionan áreas naturales protegidas dentro de la región de estudio de la autopista. El Parque Nacional El Cimatario se encuentra cerca del punto final del proyecto y de la ciudad de Querétaro aproximadamente a unos 4 Km de distancia. Cabe mencionar que esta área no será afectada en absoluto por la construcción de la obra.

CAPITULO V

IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a través del análisis de la interacción entre las diferentes actividades inherentes a las obras de ampliación del tramo de carretera Palmillas - Querétaro y los factores del ambiente, es decir, los impactos ambientales tanto benéficos como adversos que se estima podrían ocurrir.

La metodología de trabajo consistió en la recopilación y análisis de información; se efectuaron visitas de reconocimiento en campo y posteriormente, se identificaron los impactos ambientales potenciales con ayuda de técnicas de análisis de impacto ambiental.

La metodología se describe en detalle en el ANEXO DE METODOLOGIA DE TRABAJO.

A continuación se presentan los listados simples, la matriz de interacción de impactos y la descripción de los mismos.

LISTADO DE LAS ACTIVIDADES DE LAS ETAPAS DE PREPARACION DEL SITIO, DE CONSTRUCCION Y DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

ETAPA: PREPARACION DEL SITIO

Actividades

- Estudios preliminares de campo
- Afectaciones (indemnizaciones)
- Desmonte
- Despalme

ETAPA: CONSTRUCCION

Actividades

- Campamentos provisionales
- Caminos provisionales
- Excavación y nivelación
- Obras de drenaje
- Cortes
- Terraplenes
- Explotación de bancos de material

- Acarreos de material
- Operación de maquinaria y equipo
- Plantas trituradoras, de asfalto y de concreto
- Uso de agua
- Uso de energía
- Almacenamiento y uso de combustible
- Pavimentación a base de concreto
- Puentes y pasos vehiculares
- Obras complementarias (lavaderos, cunetas, bordillos, etc.)
- Manejo y disposición de residuos

ETAPA: OPERACION Y MANTENIMIENTO

Actividades

- Tránsito vehicular
- Señalamiento
- Reparaciones
- Limpieza del derecho de vía

LISTADO DE FACTORES Y ATRIBUTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO

FACTORES

ATRIBUTOS

FISICO-QUIMICOS

Clima

Microclima

Aire

Calidad

Suelo

Susceptibilidad a la erosión
Características físicas
Características químicas

Agua superficial

Patrón de drenaje
Calidad del agua
Caudal

Agua subterránea

Recarga de acuíferos
Calidad del agua

Dinámica geomorfológica

Procesos geomórficos
Estabilidad de laderas

Relieve

BIOLOGICOS

Vegetación

Matorral subinerme
Matorral espinoso
Pastizal

Fauna

Mamíferos
Aves
Reptiles
Invertebrados

ESTETICOS

Paisaje

Areas urbanas
Areas cultivadas
Matorral

SOCIOECONOMICOS

Tenencia de la tierra
Uso del suelo
Población
Empleo
Infraestructura y servicios
Agricultura y comercio

IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

ETAPA: PREPARACION DEL SITIO

Clima

La vegetación guarda una íntima relación con los procesos de evapotranspiración y precipitación, además de fungir como regulador de la temperatura, por lo que al removerla durante las actividades de desmonte y deshierbe se producirán cambios en la humedad, temperatura e incidencia de la irradiación solar en la capa de aire que se encuentra inmediatamente por encima del suelo. La variación de estos elementos climáticos implica cambios en el microclima.

Estos efectos sobre el clima se dejarán sentir en todas aquellas superficies donde se efectúe el desmante como son: el derecho de vía, los caminos provisionales y los sitios de explotación de bancos de material. La superficie que será desmontada tiene una densidad de vegetación baja en la que domina el matorral, con individuos que no exceden los 4.00 m, por lo que el impacto se consideró como adverso no significativo.

Aire

El despalme y el desmante que se realizarán en el derecho de vía, y en aquellas áreas donde estarán los bancos de material, los campamentos, los caminos provisionales y los patios de las plantas trituradoras y de las de asfalto y concreto.

Al romper la estructura del suelo, propiciarán la acción erosiva del viento con lo que se incorporará un mayor número de partículas a la atmósfera, modificando de esta manera la calidad del aire. Además, se presentará una disminución en la producción de oxígeno por la pérdida de vegetación en la zona debido al desmante.

Estos impactos se consideraron en conjunto adversos medianamente significativos por ser acumulativos.

Suelo

Al remover el suelo durante el desmante se incrementará la susceptibilidad a la erosión del suelo y se interrumpirá el aporte de ácidos orgánicos que ayudan en la formación del suelo. Este impacto se consideró como adverso no significativo porque la vegetación no es muy abundante en el área del proyecto y porque las obras se realizarán dentro del actual derecho de vía el cual cuenta, en general, con poca vegetación.

El impacto más severo en esta etapa es el producido por el despalme, ya que en este caso, implica la pérdida de la cubierta fértil de las áreas del derecho de vía, las destinadas a los bancos de material, los caminos provisionales, entronques viales, pasos peatonales y de ganado y en los patios de las plantas trituradoras y de las de asfalto y concreto. Asimismo, se favorece la erosión de las áreas aledañas a los sitios donde se llevó a cabo esta actividad.

Los tipos de suelo presentes en el trazo de la carretera que serán afectados por el despalme en las superficies antes citadas son: litosol, feozem, planosol y vertisol.

Este impacto se consideró como adverso medianamente significativo porque además del volumen que se afectará por el despalme, se le sumará lo que se pierda por la erosión que se propicia en aquellos sitios donde se realiza esta

actividad; inclusive es un impacto acumulativo e irreversible que tiene implicaciones socioeconómicas porque se ve afectado el uso potencial de este recurso por parte de los pobladores presentes en las áreas aledañas a la carretera.

Agua superficial

Al incrementarse la erosión del suelo debido al desmonte y despalme se producirá un incremento en la cantidad de sedimentos que transportan las corrientes superficiales contribuyendo al azolve de cauces y cuerpos de agua. Este impacto se identificó sobreponiendo el plano hidrológico con el de obras y servicios de apoyo, ya que se observó que varias corrientes atraviesan el trazo de la carretera por lo que cabría esperar que cuando llueva, el material de despalme o el que se produzca por erosión en áreas desmontadas, será incorporado a su cauce.

Debido a la alteración de las condiciones originales del suelo y a la modificación de la topografía natural del terreno por la pérdida de la capa superficial de suelo por el despalme, habrá cambios en el escurrimiento laminar de la zona y cambiarán los volúmenes de infiltración y escurrimiento.

Es importante mencionar que las obras de drenaje sólo se construyen en las corrientes superficiales importantes, por lo que aquéllas de menor caudal verán modificado su cauce al llegar a la carretera; lo mismo ocurrirá con el escurrimiento laminar.

Estos impactos se consideraron médicamente significativos porque las corrientes son escasas, al igual que la precipitación y la topografía es plana en la gran mayoría del trazo.

Las corrientes más importantes que serán afectadas por un incremento de sedimentos serán el arroyo el Caracol (corriente intermitente), el Canal Principal Lomo de Toro (corriente intermitente) y el río San Juan (corriente perenne). Además de varios arroyos y canales intermitentes sin nombre que cruzan al proyecto en varios puntos del trazo.

Agua subterránea

La actividad de desmonte modifica la estructura original del suelo y permite el impacto directo del agua de lluvia en él, afectando los valores de porosidad y permeabilidad del mismo con lo que se disminuye la recarga vertical a los acuíferos.

De la misma manera, el despalme modifica las condiciones originales de escurrimiento e infiltración con lo que contribuye, al igual que el desmonte, a que

los volúmenes de agua que se infiltran actualmente en la zona y que recargan los acuíferos, disminuyan.

Estos impactos se consideraron como medianamente significativos porque la vegetación en la zona es escasa y las lluvias no son abundantes.

Dinámica geomorfológica

El desmonte y despalme provocan cambios en la dinámica geomorfológica ya que, con la pérdida de la vegetación y modificación de la estructura del suelo, se alteran los procesos exógenos encargados de modelar el paisaje geomórfico.

Los procesos de erosión y remoción en masa podrían intensificarse en el sitio donde se llevan a cabo el desmonte y despalme, mientras que los procesos de depósito se acelerarán aguas abajo de ellos. Esto ocurrirá prácticamente en todo el trazo del proyecto ya que la mayoría de los materiales que atravesará la carretera son gravas, arenas, arcillas y limos de depósitos fluviales y aluviales que se encuentran poco consolidados, favoreciendo el que se presenten los fenómenos antes citados.

Vegetación

Para este estudio, se dividió la vegetación en tres grandes tipos denominados matorral subserotino, matorral espinoso y pastizal, si bien éstos se pueden encontrar asociados con otras comunidades vegetales como la nopalera, el cardonal y con vegetación secundaria.

Los estudios preliminares de campo y las afectaciones e indemnizaciones no causan impactos sobre las comunidades vegetales presentes en las áreas de proyecto y de influencia.

En términos generales, las actividades de desmonte y despalme son las que afectan de manera negativa a las comunidades vegetales presentes en la zona de un determinado proyecto (en cuanto a permanencia, magnitud e importancia del impacto). Debido a estas actividades, especialmente en los proyectos de tipo carretero, se destruyen directamente grandes extensiones de terreno cubiertas por plantas debido a su naturaleza longitudinal; entre mayor longitud tenga un proyecto, más kilómetros de vegetación se verán afectados.

Las obras de ampliación del tramo de carretera Palmillas - Querétaro se realizarán, prácticamente en su totalidad, sobre el mismo derecho de vía de la autopista ya existente, en el cual existe sólo vegetación secundaria o introducida; por tal motivo,

el impacto ocasionado a la vegetación por las actividades de desmonte y despalme se consideró como no significativo.

La zona en la que se verá más afectada la vegetación como consecuencia del desmonte y despalme en esta etapa, se encuentra en el Km 164+800 del lado izquierdo del cuerpo derecho de la carretera, la cual corresponde a la segunda de las dos modificaciones de trazo que se llevarán a cabo en dos curvas de la actual carretera.

Durante las visitas de campo, se observó en este sitio una asociación de matorral espinoso - cardonal - nopalera y vegetación secundaria, ésta última como resultado de su cercanía con la autopista. Debido a que el estado de conservación de esta comunidad se considera relativamente bueno, el impacto que se causará sobre ella se consideró medianamente significativo ya que se desmontará y despalmará para ampliar el derecho de vía en ese tramo, mismo que se puede apreciar en algunas fotografías del ANEXO FOTOGRAFICO.

Asimismo, existen a la altura del Km 180+400, hileras de árboles introducidos tales como eucaliptos de gran talla, rosa laurel, pirules y casuarinas, los que probablemente tengan que ser derribados para construir el carril de ampliación en ese cuerpo de la autopista.

Fauna

En términos generales, el principal impacto ocasionado sobre la fauna por una vía de comunicación como lo es una autopista, es la creación de una barrera física lineal la cual limita permanentemente y de manera radical, el desplazamiento de los animales, sobre todo en el caso de una vía de alta velocidad y con tránsito vehicular intenso como lo es la autopista México - Querétaro.

Existen otros impactos como son la destrucción directa de la fauna edáfica por labores de desmonte y despalme del terreno, el deterioro del hábitat de especies en general, desplazamiento de los individuos debido a la presencia misma de la carretera, ahuyentamiento debido al ruido de los vehículos automotores (en las diferentes etapas del proyecto), e incremento en la caza, furtivismo y riesgo de atropello.

Al considerar los impactos ocasionados a la fauna de la zona del proyecto motivo de este estudio, es de suma importancia enfatizar y tener en cuenta el hecho de que la carretera ya está construida y que el proyecto consiste únicamente en la ampliación a seis carriles de los dos cuerpos en el tramo comprendido entre Palmillas y Querétaro. Se estima que la gran mayoría de los impactos sobre la fauna se presentaron cuando esta autopista fue construida. Sin embargo, aún es

posible observar algunos individuos de fauna silvestre atropellados, lo que indica su presencia.

Adicionalmente, la fauna de la zona de la carretera ya ha sido desplazada con anterioridad por lo que se estima que existe pocos ejemplares de reptiles y mamíferos silvestres en la zona del proyecto.

En base a la información disponible del proyecto, se considera que los estudios preliminares de campo, así como las afectaciones e indemnizaciones no provocan impactos sobre la fauna.

En cualquier proyecto carretero, durante las actividades de desmonte y despalme sí se afecta a la fauna de manera negativa significativa, como consecuencia de la destrucción directa de comunidades vegetales en las que habitan los animales. Además de la destrucción de hábitats de fauna silvestre, estas actividades ocasionan la muerte de algunos organismos de lento desplazamiento, especialmente los edáficos.

Se considera que la zona del tramo en ampliación que podría verse mayormente afectado por el desmonte y despalme y, en consecuencia por pérdida de animales, sería la que se localiza a la altura del Km 164+800 del lado izquierdo del cuerpo derecho de la actual autopista y que corresponde a la segunda curva que será rectificadas. Sin embargo, el impacto se considera poco significativo porque se trata de un área pequeña y porque la fauna ya ha sido afectada con anterioridad por la carretera actual.

Paisaje

Para poder describir la integración de una carretera al paisaje, se deben analizar las características del panorama a lo largo de la ruta, visibles tanto desde el camino mismo como desde fuera de éste. El panorama está constituido por lo siguiente:

- Paisaje en áreas urbanas en el cruce de la autopista con las poblaciones aledañas a ella (quince en el caso que nos ocupa);
- Paisaje en áreas cultivadas (del Km 174+000 al 204+000);
- Paisaje en áreas de matorral asociadas con pastizal y con zonas agrícolas (del Km 156+000 al 174+000 y del 204+000 al 216+000).

Los estudios preliminares de campo afectan temporalmente el paisaje del derecho de vía actual a todo lo largo de la ampliación por la circulación de vehículos y personal. Las afectaciones de terreno impactarán solamente las áreas en las que

se realizará el mejoramiento de dos curvas; este impacto se consideró no significativo porque el área afectada será pequeña.

El desmonte y el despalme que se efectuarán para construir los carriles de ampliación, impactarán temporalmente el paisaje de la región por la pérdida de vegetación en la parte correspondiente al derecho de vía y, en ocasiones, por la destrucción de pavimentos frente a los establecimientos comerciales ubicados a lo largo del tramo. Una vez construidas las obras, este impacto desaparecerá por el arreglo que se dará al derecho de vía y a las áreas pavimentadas aledañas.

Medio socioeconómico

En relación a las posibles alteraciones en el medio socioeconómico del área de influencia, que traerá consigo la realización del proyecto de ampliación de la autopista en el tramo comprendido entre la caseta ubicada en Palmillas y la entrada a la ciudad de Querétaro, es conveniente señalar que, dado que los carriles estarán dentro del derecho de vía actual (excepto en una superficie de 1.35 ha), no se esperan impactos negativos en las poblaciones aledañas en la etapa de preparación del sitio.

Sin embargo, las actividades previas a la construcción de los nuevos carriles sí afectarán las áreas pavimentadas localizadas frente a los comercios aledaños, en las que se propiciarán cambios en el movimiento normal de entrada y salida de vehículos. Este impacto se considera de carácter temporal y no significativo.

También podría haber una alteración en las zonas aledañas del derecho de vía por una disposición inadecuada de materiales producto del desmonte y del despalme aunque, por otro lado, estas acciones generan empleos temporales los cuales se consideran benéficos aunque no significativos.

ETAPA: CONSTRUCCION

Clima

La pavimentación provocará cambios microclimáticos medianamente significativos en el área donde se ubicarán las obras de ampliación de los dos cuerpos de la carretera, por el incremento de la temperatura debido a la diferencia de reflexión y refracción de los rayos solares en la superficie cubierta por la losa de concreto en relación a la superficie original del suelo.

La construcción de pasos vehiculares, peatonales y de ganado, puentes y obras de drenaje menor, implica la colocación de materiales con diferentes valores de

refracción y reflexión que los que se encontraban originalmente por lo que habrá un mayor calentamiento en la masa de aire que se encuentra inmediatamente arriba de ellos. Este incremento en la temperatura implica un cambio en las condiciones microclimáticas inmediatas, es decir, aquellas que prevalecerán a unos cuantos metros del sitio donde se llevarán a cabo estas obras. Aunque esta modificación es muy restringida, se le asignó un valor de adverso medianamente significativo porque es un impacto acumulativo.

Aire

Las actividades tales como la operación de plantas trituradoras, de asfalto y de concreto, de maquinaria y equipo, y todas aquéllas que involucran motores de combustión interna, producen emisiones a la atmósfera. Los principales contaminantes emitidos son bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x), plomo (Pb) y dióxido de azufre (SO_2). Estos impactos se consideraron adversos medianamente significativos, debido a que el viento desciende de la parte alta de la sierra hacia la planicie, fenómeno que ayuda a dispersar los contaminantes.

El número de partículas en suspensión se puede ver incrementado por actividades como acarreo de material, excavaciones, nivelaciones, cortes, terraplenes y explotación de bancos de material. Cabe destacar que el aumento en el número de partículas, se presentará temporalmente, por lo que se considera no significativo. Sin embargo, es importante aclarar que si los sitios donde se realice la explotación de los bancos de material no son restaurados una vez terminada la autopista, la duración de estos impactos podría ser permanente.

Este impacto cobra mayor importancia por los volúmenes que representan en conjunto y por la importancia de las partículas desde el punto de vista de la toxicidad específica y en términos de salud ambiental, ya que los vapores de los metales pesados que pudieran estarse produciendo en zonas industriales cercanas al tramo de la ampliación Palmillas - Querétaro, tienen la tendencia a condensarse sobre su superficie, incrementando de esta manera su permanencia dentro de los seres vivos.

Todos los impactos adversos producidos por actividades que generan partículas fueron considerados como no significativos de manera individual porque la mayoría de ellos son temporales y muy localizados. Sin embargo, al evaluarlos en conjunto y tomando en cuenta el riesgo potencial que las partículas implican en la salud, se les consideró como adversos medianamente significativos (aunque en la matriz de interacción de impactos se calificaron como A/1).

Suelo

La susceptibilidad del suelo a la erosión aumenta porque las obras complementarias relacionadas con los escurrimientos (lavaderos, cunetas, bordillos, etc.), suprimen el paso de algunas corrientes de menor importancia y encausan el agua de ellas hacia los sitios donde hay corrientes mayores que cuentan con obras de drenaje, incrementando así el caudal de estas últimas y con ello su capacidad erosiva y de carga, intensificando la erosión aguas abajo del cuerpo de la carretera.

Lo anterior cobra mayor importancia en casi todo el tramo carretero porque los materiales sobre los que cruza el proyecto son de tipo granular y están poco consolidados. Este impacto se evaluó como adverso no significativo porque la mayoría de las corrientes de la zona son intermitentes.

Las actividades que producen cambios en las características del relieve como son la explotación de bancos de material, cortes, excavaciones y nivelaciones, modifican la estabilidad de las laderas y provocan incrementos en la intensidad con que venían actuando los procesos erosivos. Esto se debe a que varían las pendientes naturales del terreno, reducen la cohesión de los suelos y cambian la estructura de los mismos. Este impacto se consideró como significativo porque se presentará durante todas las etapas del proyecto.

Con la pavimentación, se reducen prácticamente a cero los valores de porosidad y permeabilidad con que contaban los suelos de la zona. Este impacto se produce en toda la superficie ocupada por los dos cuerpos de la carretera, pasos vehiculares, peatonales y de ganado, puentes y obras hidráulicas menores. Este es un impacto evaluado como no significativo.

Los derrames accidentales en plantas de asfalto pueden ocasionar cambios en las características químicas del suelo; asimismo, aunque en menor proporción, la operación de todo el equipo causa pequeños vertidos de grasas y aceite al suelo variando su composición de manera no significativa. Es importante considerar en este punto que si en la superficie donde se instalen las plantas de asfalto ha sido removida la capa fértil del suelo, las grasas y aceites se depositarán directamente sobre materiales granulares porosos y permeables.

Cuando el almacenamiento de combustibles y aceites se realiza de manera inadecuada, puede provocar impactos en las características químicas del suelo más severos que los ya mencionados, puesto que un derrame accidental produce cambios importantes en la composición del suelo. Se considera que estos impactos son medianamente significativos porque aunque son intensos, son muy localizados.

Agua superficial

Todas las obras del proyecto modifican de alguna manera el drenaje superficial, ya que los mismos cuerpos de la carretera impiden el paso de los escurrimientos superficiales de menor importancia así como el laminar, alterando con ello el comportamiento normal del patrón de drenaje del área. Asimismo, las obras como lavaderos, cunetas y bordillos modifican también el drenaje natural, ya que al recolectar el agua de los escurrimientos de menor importancia y encausarla hacia arroyos que cuentan con obras de drenaje, incrementan los volúmenes de escorrentía de estos últimos y dejan sin agua a los primeros.

Las corrientes donde descargan las obras de drenaje ven elevada su fuerza erosiva, con lo cual también crece su capacidad de carga, es decir, aumenta la cantidad de sedimentos que transportan lo que contribuye al azolve de cauces y cuerpos de agua. Estos impactos se evaluaron como adversos medianamente significativos.

Actividades como la explotación de bancos de material, excavaciones, nivelaciones, cortes y terraplenes modifican las características originales del relieve produciendo cambios en el escurrimiento laminar del agua pluvial; también causan variaciones en los contenidos de sólidos disueltos y en suspensión y en los nutrientes que transportan las corrientes. Esto se debe a que favorecen la erosión hídrica, por lo que la cantidad de partículas que transportan las corrientes se incrementa y con ello los contenidos de sólidos y nutrientes. El impacto se calificó como medianamente significativo.

La presa Constitución de 1917 y la laguna El Divino Redentor serán los cuerpos de agua en los que aumentará la cantidad azolves debido a que, desde el momento en que inicie la etapa de preparación del sitio captarán, la carga de sedimentos de las corrientes superficiales que atraviesan la carretera. Lo mismo podría suceder en los bordos intermitentes que se ubican en los costados del proyecto carretero a diferentes distancias.

Estos impactos se consideraron en conjunto como adversos significativos por lo extenso del área que abarcan y la importancia del volumen de sedimentos que se aportarán, además de que no serán temporales ya que la erosión continuará aún durante la etapa de operación y serán acumulativos por que sus efectos se sumarán a los de otros caminos y carreteras u otro tipo de obras existentes en la región.

Las plantas de asfalto y el almacenamiento de combustibles y aceite pueden variar de manera importante la composición química del agua superficial cuando hay derrames accidentales ya que, de no limpiarse adecuadamente la superficie afectada, el agua pluvial puede transportar estas sustancias a las corrientes cercanas.

Aunque en una proporción mucho menor, la operación de maquinaria y equipo durante diversas actividades de la etapa de construcción, también produce vertidos de combustibles, grasas y aceite que pueden ser incorporados por el escurrimiento laminar a las corrientes cercanas. Estos impactos se identificaron como adversos medianamente significativos.

Una actividad que debe controlarse estrictamente es el establecimiento de campamentos provisionales ya que provocan impactos severos en la calidad del agua y suelo cuando descargan sus aguas residuales en los cauces de las corrientes cercanas.

Aguas subterráneas

Todas las actividades que modifican las características originales de porosidad y permeabilidad del suelo como son la explotación de bancos de material, excavaciones, nivelaciones, cortes y terraplenes disminuyen también los volúmenes de agua que se infiltran. Sin embargo, actividades como la construcción de puentes y pasos a desnivel (vehiculares, peatonales y de ganado) donde se tiene contemplado pavimentar, causarán junto con la colocación de concreto en los dos cuerpos de la carretera, un impacto mayor ya que completamente impermeables reduciendo la superficie potencial de recarga de la cuenca hidrológica en la cual se encuentran.

Este impacto se consideró adverso significativo porque la mayor parte del tramo en análisis se encuentra sobre materiales que forman los acuíferos más importantes del estado (Capítulo III apartado 4. Hidrología) además, cerca de la ciudad de Querétaro se presentan problemas de sobreexplotación. Ante esta problemática y tomando en cuenta que el trazo de la carretera se encuentra sobre la unidad hidrogeológica más importante de la región, se le asignó el valor de significativo por ser acumulativo (aún cuando el impacto original por esta causa se produjo cuando se construyó la autopista).

La calidad del agua subterránea se podría ver afectada por la infiltración de agua de lluvia que incorporara grasas, aceites y combustibles vertidos durante la operación de maquinaria y equipo. Estos impactos se consideraron como no significativos porque parte de estas sustancias quedan en el suelo y cantidades muy pequeñas son las que podrían alcanzar el manto freático.

Los impactos de mayor importancia en la calidad del agua subterránea sólo podrían existir si hubiera derrames accidentales en las plantas de asfalto y en los depósitos de combustible y se consideran medianamente significativos porque en caso de presentarse, serían muy severos; sin embargo, también debe contemplarse que son poco frecuentes.

Dinámica geomorfológica

La explotación de bancos de material, cortes, excavaciones y nivelaciones cambian la dinámica geomorfológica de la zona ya que, al modificar la pendiente del terreno se altera la estabilidad de las laderas.

Estos cambios de pendiente aceleran los procesos exógenos (erosión, transporte, sedimentación y los movimientos en masa), los cuales son los modeladores del paisaje geomórfico.

En los lugares donde se lleven a cabo cortes y excavaciones o se exploten bancos de material, deberán tomarse en cuenta los posibles deslizamientos ya que, con estas actividades, se alterará la estabilidad del área. Estos impactos se consideraron como adversos medianamente significativos porque más del 90 % del trazo del tramo de la carretera en análisis se encuentra sobre una zona llana, denominada planicie, la cual presenta poca dinámica de los procesos geomórficos por ser un área donde predomina el depósito.

Como ya se explicó, los procesos de erosión, transporte y sedimentación se verán modificados porque la capacidad erosiva de las corrientes y del viento aumentará, así como la susceptibilidad del suelo a erosionarse, con lo cual la cantidad de materiales erosionados y transportados será mayor y, como consecuencia, el volumen de partículas en el aire y sedimentos en las corrientes también se incrementará, alterando la dinámica geomórfica inicial, principalmente en las zonas cercanas a San Juan del Río y de la ciudad de Querétaro.

En el caso particular de los cortes, los impactos se consideraron como adversos medianamente significativos porque el número de cortes que se realizará es bajo y porque el trazo es, en su mayor parte, sobre superficies de pendientes suaves o casi nulas.

Vegetación

Los campamentos provisionales que se utilicen durante la construcción de las obras de ampliación, no afectarán a las comunidades vegetales si son instalados en poblados cercanos a la carretera y si el personal es transportado diariamente hacia los frentes de obra. Los impactos en las plantas se darían por su remoción en caso de que los campamentos se localicen en áreas fuera de los poblados.

Los caminos provisionales impactan generalmente de manera adversa a la vegetación, ya que para su apertura y funcionamiento se tiene que realizar un cierto grado de desmonte dependiendo de las características del sitio. Adicionalmente, al pasar la maquinaria pesada por estos caminos, aún en los casos en los que no se haya efectuado despaime, hay una fuerte compactación del suelo que hace más

difícil el que la vegetación vuelva a crecer en esos lugares aún cuando esos caminos queden en desuso.

En el caso de este proyecto, el impacto se consideró no significativo ya que el acceso en sí a las zonas de obras de ampliación será la propia autopista y porque ya existen en el área antiguos caminos los que, en caso necesario, podrían ser utilizados nuevamente, sobre todo si conducen a bancos de material que ya fueron explotados.

Con respecto a los cortes en algunas partes del trazo, éstos probablemente se efectuarán como ampliaciones a los ya existentes, por lo que la pérdida de vegetación por este tipo de actividad se consideró no significativa ya que seguramente se hará sólo en el actual derecho de vía.

La explotación de los bancos de material causa un impacto adverso significativo, siendo en general, el más negativo durante la etapa de construcción ya que para extraer los materiales necesarios, se destruyen totalmente las comunidades vegetales que existen sobre los terrenos seleccionados con este fin.

Para poder determinar los tipos de vegetación presentes en el área de influencia que se verán afectados por la explotación de bancos de material, se efectuó una sobreposición del PLANO N° 3 OBRAS Y SERVICIOS DE APOYO y el PLANO N° 6 VEGETACION. Como resultado del uso de esta técnica de análisis de impactos, se encontró que los tipos de vegetación que se verán más impactados son el matorral subinermes asociado con nopalera y cardonal y, en menor grado, el matorral espinoso y el pastizal.

Algunos de los bancos que se explotarán para obtener los materiales necesarios, ya fueron trabajados en el pasado y se estima que las áreas de extracción, en esos casos, serán ampliadas.

Cuando los bancos de material se terminan de explotar y se abandonan, generalmente quedan zonas de difícil restauración debido a la ausencia de una capa de suelo fértil sobre la cual pueda crecer la vegetación. Este problema se agrava en regiones en las que el agua es escasa.

La instalación y operación de las plantas trituradoras, de asfalto y de concreto hidráulico, también podrían causar un impacto adverso ya que, al igual que en el caso de los bancos de material, se lleva a cabo una denudación total de la vegetación del terreno en donde se instalan dichas plantas. Adicionalmente, existe la posibilidad de deterioro por la presencia del personal que trabaja en ellas.

Cuando las plantas son retiradas, el terreno puede quedar compactado lo que, aunado a la falta de suelo fértil, da como resultado un sustrato no apto para el crecimiento de la vegetación.

Es probable que para las obras de ampliación de carriles, se utilicen antiguos patios para la ubicación de las plantas por lo que, en este caso, el impacto sería medianamente significativo ya que el impacto más importante fue ocasionado cuando se abrieron bancos de material para explotación y se desmontaron superficies para la colocación de las plantas trituradoras y productoras de asfalto, todo ello para la construcción de la actual autopista.

Se considera que el almacenamiento y uso de combustible no causa impactos negativos de importancia sobre la vegetación ya que, por lo general, se trata de áreas pequeñas asignadas para este fin. La excepción la podría constituir la ocurrencia de un accidente, como por ejemplo, un derrame en cuyo caso, el efecto adverso sería de carácter temporal y muy localizado, dependiendo de la magnitud del desastre.

El manejo y disposición inadecuados de residuos pueden causar impactos negativos sobre la vegetación ya que, si se tira cascajo o se dejan materiales de las obras abandonados sobre los terrenos aledaños, se dañan comunidades vegetales de manera innecesaria. Lo mismo ocurre con los desechos generados por el personal que labora en las obras cuando no son recolectados y dispuestos apropiadamente.

Es importante mencionar que, durante las visitas de verificación en campo, se observó la presencia de basura a lo largo del derecho de vía de la actual carretera.

De manera particular, no se identificaron impactos sobre la vegetación durante la etapa de construcción por actividades de excavación y nivelación, obras de drenaje, formación de terraplenes, acarreo de material, operación de maquinaria y equipo, uso de agua, uso de energía, pavimentación, etc., debido a que, en la mayoría de los casos, la vegetación desaparecerá con anterioridad a estas actividades, es decir, será removida en la etapa de preparación del sitio.

Fauna

En caso de que los campamentos provisionales sean instalados en poblaciones aledañas al trazo del proyecto, éstos no ocasionarían impactos sobre la fauna.

Los caminos provisionales y las plantas trituradoras, de asfalto y de concreto hidráulico causan, normalmente, impactos adversos a las comunidades animales que habitan en las zonas por las que pasará una nueva carretera ya que, para dichas actividades existe, generalmente, destrucción directa de la vegetación y, por lo tanto, de hábitats para la fauna.

Aunque los caminos y los sitios de instalación de las plantas sean provisionales, la vegetación difícilmente vuelve a crecer en las áreas abandonadas debido a la

compactación del terreno ocasionada por la maquinaria pesada. De esta manera, al no haber recolonización de la vegetación, la fauna no encuentra sitios apropiados para vivir.

Se estima que el impacto de dichas actividades podría ser no significativo ya que probablemente se abran muy pocos caminos nuevos y las plantas sean localizadas en sitios que ya fueron afectados cuando se construyó la autopista, por lo que la vegetación fue removida hace tiempo y la fauna debió haberse desplazado en aquél entonces.

Es importante hacer hincapié en el hecho de que durante las visitas de reconocimiento en campo, prácticamente no se observaron animales de pequeña o mediana talla en los puntos de verificación, excepto algunas aves y algunos reptiles atropellados en la carretera. La única fauna que sí parece estar mejor representada es la de los insectos.

Los cortes en general, afectan de manera adversa y permanente principalmente a mamíferos y reptiles que habitan en la zona, debido a la creación de una barrera imposible de cruzar por los cambios que se crean en la topografía. En el proyecto de aumento de carriles al tramo Palmillas - Querétaro, están contemplados algunos cortes en sitios en los que actualmente ya existen, mismos que serán ampliados para dar cabida a dichos carriles. En este caso, el impacto podría ser no significativo ya que la barrera se creó cuando se construyó la autopista.

La explotación de bancos de material afecta de manera adversa a la fauna debido a la destrucción directa de la vegetación, pérdida de sitios de nidación de aves y del suelo fértil; desaparición de la propia fauna, principalmente la edáfica y, por consecuencia, del hábitat de las comunidades animales. Las actividades de extracción, trituración y acarreo de los materiales provocan ruido el cual ahuyenta a los animales que pudieran encontrarse en la zona.

La operación de maquinaria y equipo, así como la de las plantas trituradoras, de asfalto y de concreto hidráulico, afecta negativamente a la fauna de la zona debido a que el humo y el ruido que emiten provocan su desplazamiento, al tiempo que se incrementa la posibilidad de que sean atropellados. También puede haber destrucción de la vegetación y de los hábitats propios de la fauna, así como compactación del suelo.

Las excavaciones durante la construcción pueden propiciar la pérdida de madrigueras y dejar expuestos a algunos animales que habitan en ellas o bajo las rocas.

El almacenamiento y uso de combustibles podrían ocasionar impactos adversos sólo en caso de accidentes, como por ejemplo, de derrames.

En cuanto a los puentes y pasos vehiculares, éstos ya existen y serán ampliados para abarcar la totalidad de los carriles en cada uno de los cuerpos de la autopista, por lo que se considera que el impacto sería no significativo para la fauna.

La disposición inadecuada de residuos durante la construcción podría ocasionar la proliferación de fauna nociva, especialmente cuando se trate de desechos del desmonte o por la presencia de desperdicios de alimentos.

Paisaje

Durante la etapa de construcción, el movimiento de personal, el acarreo de materiales y el movimiento de maquinaria pesada ocasionará un impacto visual negativo para los habitantes del lugar, principalmente en las áreas pobladas existentes a lo largo del trazo; este impacto se consideró como adverso no significativo y temporal, ya que actualmente el tramo se encuentra en operación y el polvo y ruido que se generen se acumularán al ya existente.

Las actividades tales como excavaciones, nivelaciones, terraplenes y pavimentos provocarán una afectación al paisaje en los diversos panoramas por cambios en la topografía y por la generación de residuos.

Con respecto a los cortes en el terreno, se estima que el impacto que provocarán será no significativo ya que tendrán escasas dimensiones tanto en longitud (aproximadamente en 12 de los 61 kilómetros), como en ancho (4 metros).

La ampliación de las obras de drenaje y de las estructuras existentes causarán un impacto visual benéfico porque darán un aspecto de modernización y funcionalidad a la autopista.

La afectación que puede considerarse adversa significativa es la explotación de los bancos de material para terracerías dado que éstos se encuentran aledaños a los ya explotados con anterioridad y están localizados muy cerca de la autopista por lo que son perfectamente visibles desde ella, dando un aspecto de zonas degradadas y desprovistas totalmente de vegetación.

Los bancos para pavimento en los cuales funcionarán plantas trituradoras, de asfalto y de concreto se encuentran alejados del trazo de la autopista y ya tienen frente abierto para estas actividades, lo que provoca un impacto visual no significativo ya que es difícil verlos desde la carretera (lo cual no quiere decir que no causen una afectación al paisaje).

Con respecto al uso del suelo, se estima que no habrá un cambio en las áreas destinadas a explotación de bancos de material debido a que la mayoría de ellos ya fueron empleados para este fin con anterioridad a este proyecto. El impacto se dará por ampliación de las áreas de explotación.

El almacenamiento y utilización de combustibles, así como el manejo y disposición de los residuos en la etapa de construcción de las obras podrían ocasionar impactos visuales negativos al paisaje de la región, si no se tiene cuidado y vigilancia al realizar estas actividades.

Medio socioeconómico

En caso de que los campamentos, oficinas y almacenes sean instalados en algunas de las localidades existentes cerca de la carretera, el impacto en ellas sería adverso no significativo debido a un incremento temporal de la población así como de abasto de productos básicos, alojamiento, infraestructura y servicios.

Las actividades agrícolas y comerciales a lo largo de la carretera podrían verse afectadas de manera no significativa durante el tiempo que dure la construcción de las obras de ampliación, por la presencia de ruido, polvo, arrastre de partículas y/o contaminación del agua de las corrientes superficiales, disposición inadecuada de basura en zonas dedicadas a cultivos, bloqueo temporal de acceso a las áreas comerciales existentes, etc.

Las actividades de la construcción tales como el movimiento de equipo y maquinaria, acarreo y tránsito vehicular podrían ocasionar perturbaciones temporales en la salud de los pobladores de las localidades aledañas al trazo pues se incrementarán las emisiones de gases, humos, polvos y ruido, así como el riesgo de accidentes para trabajadores, vecinos y usuarios de la carretera.

La obra generará alrededor de 600 empleos temporales, impacto considerado como benéfico sobre todo si el personal contratado pertenece a las localidades cercanas; un impacto benéfico indirecto sería para las personas que se dedican a actividades terciarias tales como el abastecimiento de productos básicos y servicios que requerirán los trabajadores de las obras.

La construcción de terracerías y pavimentos ocasionará un incremento en la demanda de agua de los pozos de la región, así como un aumento de los desechos líquidos y sólidos municipales; éstos últimos deberán ser retirados de los frentes de obra y dispuestos en sitios adecuados para este fin.

Desde el punto de vista de la infraestructura existente en la región, se tiene que en algunos sitios muy cercanos al derecho de vía del tramo de carretera en análisis, se encuentra el eje de ductos de Petróleos Mexicanos, por lo que hay la posibilidad de interferir con el derecho de vía de este tipo de instalaciones al no cumplir con sus especificaciones técnicas, las cuales contemplan 3.00 metros a la izquierda y 7.00 metros a la derecha a partir del eje del ducto, para tuberías de 4 a 8" de diámetro; de 4.00 metros a la izquierda y 9.00 metros a la derecha para tuberías de 10 a 18"

de diámetro; de 5 metros a la izquierda y 10.00 metros a la derecha para tuberías de 20 a 36" de diámetro y de 10.00 metros a la izquierda y 15.00 metros a la derecha para tuberías de más de 36" de diámetro (FIGURA N° V- 1).

El riesgo potencial para los usuarios de vehículos que transiten durante la construcción y operación de las obras de ampliación en los tramos cercanos a los ductos, será mayor al encontrarse más cerca de éstos. De acuerdo a los estudios de riesgo que ha realizado Petróleos Mexicanos para este tipo de obras, aunque remota, siempre existe la probabilidad de que se presente una contingencia en ellos.

ETAPA: OPERACION Y MANTENIMIENTO

Clima

Durante esta etapa no se presentarán nuevos impactos sobre este factor ambiental, es decir, los cambios que para entonces haya sufrido el microclima por la pérdida de vegetación y por la colocación de materiales con diferentes características de refracción y reflexión de los rayos solares, seguirán actuando de manera permanente.

Aire

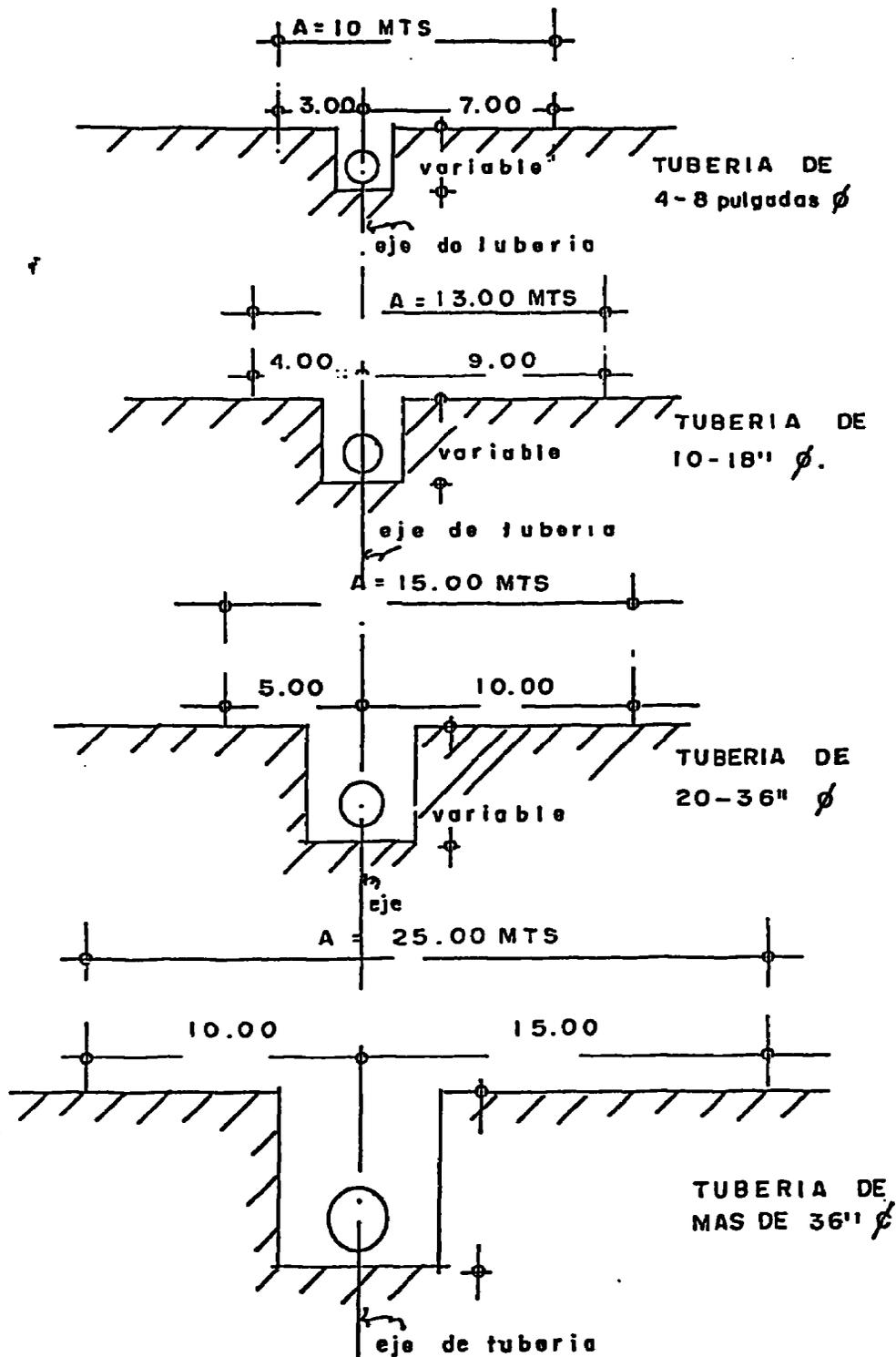
El tránsito vehicular produce normalmente, emisiones a la atmósfera que afectan la calidad del aire de manera medianamente significativa. Los principales contaminantes emitidos son monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), plomo (Pb), y dióxido de azufre (SO₂). También, aunque en menor medida, se producen partículas en suspensión y ciertos metales pesados como zinc (Zn), manganeso (Mn), níquel (Ni) y hierro (Fe).

Cabría esperar que la ampliación a seis carriles en ambos cuerpos de la carretera propicie un tránsito vehicular más ágil y, con ello, la emisión de volúmenes menores de contaminantes al aire por los motores de combustión interna.

Suelo

El incremento en el tránsito vehicular es el principal impacto en esta etapa; los metales pesados son agentes importantes en la contaminación del suelo (principalmente plomo) los cuales son frecuentes en vías de tránsito intenso y zonas de cultivo y pastizales, debido al carácter bioacumulador del plomo y sus efectos posteriores en la salud humana. El impacto se consideró no significativo.

FIGURA No. V - I DERECHOS DE VIA



La erosión continuará en todos aquellos sitios donde se realizaron cortes, nivelaciones y rellenos, así como en las superficies destinadas a la explotación de materiales, con los impactos mencionados en las etapas anteriores.

Agua superficial y subterránea

El vertido de aceites, grasas y combustibles por parte de los vehículos que transiten por la carretera, ocasionará que estas sustancias sean incorporadas al agua de lluvia y posteriormente a las corrientes cercanas y/o se infiltren hacia los mantos acuíferos. Este impacto se consideró como no significativo porque los volúmenes de contaminantes son reducidos y el suelo en área contiguas actuaría como filtro parcial, con lo que se evitaría que llegaran en cantidades mayores al agua subterránea.

Vegetación

En términos generales, durante la etapa de operación y mantenimiento puede ocasionarse un deterioro innecesario a las comunidades vegetales aledañas a la carretera debido a un posible maltrato por parte de los usuarios y del personal que proporciona mantenimiento, como puede ser la presencia de basura en sitios inapropiados o el pisoteo de las plantas.

El tránsito vehicular constante afecta negativamente a las comunidades vegetales debido al aumento de los niveles de contaminantes en el aire. Este impacto ya existe y no se espera que aumente con las obras de ampliación por lo que se consideró como no significativo.

En cuanto a la instalación de señalamientos, reparaciones y limpieza del derecho de vía, así como la operación y mantenimiento de la caseta de cobro Palmillas, los impactos serían no significativos.

Fauna

Debido a que el proyecto sólo contempla ampliaciones a la actual autopista, no se considera que el impacto sobre la fauna por la presencia de ruido, emisiones atmosféricas y presencia de una barrera sean significativos puesto que ya existen y, como se mencionó anteriormente, prácticamente no existen animales en la zona dado que ya fueron desplazados o ahuyentados con anterioridad. Es posible esperar el atropellamiento sobre todo de perros en áreas pobladas cercanas a la carretera.

Paisaje

La construcción de los nuevos carriles y la pavimentación con losa de concreto a todo lo ancho y largo del tramo analizado, tendrá un impacto visual benéfico tanto para los observadores internos (tránsito vehicular) como para los externos (pobladores de la zona), porque la ampliación a seis carriles y el mejoramiento que se dará al pavimento y al derecho de vía, contribuirán a una mejor apariencia del paisaje.

Las actividades de mantenimiento del pavimento serán mínimas debido al material que se va a emplear, con lo que se espera contar con un impacto visual benéfico.

Medio socioeconómico

La operación de este tramo de autopista no ocasionará impactos adversos adicionales a las poblaciones aledañas puesto que la autopista funciona desde hace muchos años y los impactos provocados por el efecto barrera, contaminación del aire y calidad de vida de los pobladores ya se dieron. Sin embargo, es importante mencionar que durante las visitas de reconocimiento en campo fue posible ver peatones atravesando la carretera de un lado a otro, lo que incrementa sensiblemente la posibilidad de que sean atropellados o de que ocasionen accidentes de tránsito a los conductores, los cuales en ocasiones, no respetan las velocidades reglamentarias para este tipo de autopistas.

La construcción de la losa de concreto en este tramo de autopista podría beneficiar a las poblaciones aledañas ya que se evitarían labores de mantenimiento de la carpeta, los cuales a su vez, provocan tránsito más lento y la consecuente emisión de contaminantes atmosféricos.

El mantenimiento del derecho de vía en lo que a señalización y restauración de la cubierta vegetal se refiere, podría considerarse como un impacto benéfico tanto para los usuarios como para los pobladores de las localidades aledañas.

CAPITULO VI

MEDIDAS DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

En este capítulo se presentan las medidas de prevención, mitigación y/o restauración para los impactos ambientales identificados en el Capítulo V. La medidas tienen por objeto aplicar políticas, estrategias, obras o acciones tendientes a evitar, minimizar o eliminar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto, así como restaurar las áreas con daños ambientales que son inevitables.

Cuando se piensa en medidas de mitigación para minimizar o eliminar los impactos adversos generados por una obra de desarrollo, resulta conveniente partir de la premisa de que es preferible evitar alteraciones al ambiente siempre que ésto sea factible, en lugar de tener que aplicar una medida posteriormente.

Cuando resulta inevitable la aplicación de medidas, es importante tomar en cuenta que éstas tendrán un costo adicional; que deben considerarse de manera conjunta con el diseño del proyecto y que deben ser llevadas a cabo a la mayor brevedad posible a fin de evitar impactos secundarios no deseables.

A continuación se presentan los impactos previstos así como las medidas de mitigación correspondientes.

IMPACTOS

MEDIDAS DE MITIGACION

ETAPA: Preparación del sitio

Clima

Cambios en el microclima debido a la pérdida de vegetación por desmonte lo cual produce cambios locales de temperatura

Los efectos en el microclima pueden evitarse estableciendo vegetación, al término de las obras, en camellones y a ambos lados de los dos cuerpos de la carretera, lo cual también puede servir como medida contra el ruido y es, desde el punto de vista del paisaje, muy recomendable. La vegetación en camellones es útil para evitar deslumbramientos.

Aire

Cambios en la calidad del aire por la presencia de partículas suspendidas

El riego de áreas desmontadas y despalmadas sería difícil debido a la escasez de agua en la zona.

Suelo

Incremento en la erodabilidad de los suelos por desmonte y en las áreas aledañas a los lugares donde se efectúan despalmes

Introducir vegetación nativa de la zona en las áreas aledañas a los desmontes y despalmes para detener la erosión.

Pérdida total del suelo durante el despalme en el área donde se realiza esta actividad

Almacenar y proteger adecuadamente el suelo que es removido durante el despalme para utilizarlo posteriormente en los terraplenes y en otras áreas donde se tiene pensado colocar vegetación para reponer la que sea removida en el desmonte, así como para ayudar a estabilizar cortes y terraplenes hechos en el trazo de los carriles de ampliación de la autopista o en los bancos de material.

Agua superficial

El desmonte y despalme provocan incremento en los sólidos suspendidos en las corrientes superficiales

Establecer presas de decantación para que los sedimentos en suspensión sean retenidos en ellas.

Agua subterránea

Disminución de la recarga vertical a los acuíferos debido a la modificación de la estructura original del suelo por desmonte y despalme

Debido a que las zonas desmontadas y despalmadas serán ocupadas por las obras de ampliación de carriles, el impacto en esos sitios no se puede mitigar.

Dinámica geomorfológica

Posible incremento en los procesos de erosión y remoción en masa en sitios donde se realice desmonte y despalme y posible incremento de los procesos de depósito aguas abajo de esos sitios

Construir las obras de acuerdo al calendario establecido para evitar la presencia de zonas expuestas a procesos erosivos por largos periodos de tiempo así como establecer presas de decantación.

Vegetación

Desmonte y despalme de vegetación secundaria e introducida a todo lo largo del tramo de carretera dentro del actual derecho de vía

Realizar actividades de desmonte y despalme sólo en las áreas estrictamente necesarias, tanto en el derecho de vía como en los sitios de rectificación de curvas.

Desmonte y despalme de vegetación de matorral espinoso-cardonal-nopalera y vegetación secundaria por la rectificación de curvas fuera del derecho de vía a la altura del Km 164+800

Realizar labores de roturado o remoción de la capa de asfalto en los tramos de carretera abandonados a fin de efectuar acciones de restauración de vegetación en esos lugares.

Desmonte de árboles introducidos de diferentes especies a la altura del Km 180+400

Realizar labores de reforestación fuera del derecho de vía a la altura del Km 180+400 a fin de contar con una cortina que aisle contra el ruido al fraccionamiento San Gil.

Desmonte y despalme en bancos de material

Desmontar y despaltar sólomente las superficies estrictamente necesarias en los bancos de material

Conservar adecuadamente el material producto del despalme para posteriores labores de restauración vegetal en taludes, derecho de vía y bancos de material.

A fin de compensar el efecto global causado por la pérdida de vegetación, será necesario realizar plantaciones

con especies apropiadas en el derecho de vía, sitios de rectificación de curvas, tramos de carretera abandonados y bancos de material, de acuerdo al programa de restauración que se presenta al final de este capítulo.

Fauna

Afectación a la posible fauna que aún se pudiera encontrar en el matorral ubicado a la altura del Km 164+800, por labores de desmonte y despilme

Se estima que no es posible mitigar impacto.

Paisaje

Deterioro de la vegetación en el derecho de vía por el desmonte y despilme en áreas de construcción, así como la destrucción de los pavimentos ubicados en establecimientos comerciales

Prever, desde el inicio de las obras, el almacenamiento adecuado del material producto del despilme, a fin de implementar el programa de restauración.

Realizar el acondicionamiento de las áreas de servicios pavimentadas que hayan sido afectadas.

Medio socioeconómico

Afectación de 1.35 ha en las zonas de rectificación de curvas en los Km 158+700 y 164+800

Efectuar un programa de pago de las indemnizaciones correspondientes a los propietarios de estos terrenos (Sr. Pedro Montoya y Ejido San Francisco).

Afectación en áreas de servicios pavimentadas localizadas a todo lo largo del tramo frente a los establecimientos comerciales existentes

Se recomienda que los trabajos de desmantelamiento de pavimentos existentes frente a establecimientos comerciales se realicen por etapas, a fin de que los nuevos carriles (en esos lugares) sean construidos inmediatamente y se restablezcan las actividades.

Disposición inadecuada de materiales producto del desmonte y del despalme

Impedir la colocación del material fuera del derecho de vía y manejarlo adecuadamente para no contaminarlo o perderlo.

ETAPA: Construcción

Aire

Emisiones a la atmósfera por el funcionamiento de motores de combustión interna de equipo y maquinaria.

Proporcionar mantenimiento adecuado a equipo y maquinaria procurando que éste se encuentre en óptimas condiciones de operación.

Suelo

Aumento en la erodabilidad de los suelos debido a excavaciones, nivelaciones, construcción de obras de drenaje, explotación de bancos de material y cortes

Suavizar las pendientes de los terraplenes, taludes de bancos de material y cortes para poder cubrirlos posteriormente con suelo fértil proveniente del despalme.

Realizar labores de revegetación en taludes, terraplenes y bancos de material.

Para los bancos de material, deberá haber un programa de restauración apropiado el que se iniciaría en las áreas que dejen de ser explotadas, aunque el banco se encuentre todavía en funcionamiento.

Realizar las pruebas de mecánica de suelos necesarias para tener elementos suficientes para realizar un diseño adecuado de los taludes en todos aquellos sitios en los que se vayan a realizar los cortes.

Respetar, siempre que sea factible, el patrón de drenaje natural.

Respetar, siempre que sea factible, el patrón de drenaje natural.

Afectaciones a la calidad del suelo por derrames accidentales de grasas y aceites en plantas de asfalto y concreto, así como de combustibles en depósitos

Mejorar las medidas de seguridad en esos sitios a fin de evitar accidentes.

Se recomienda que los depósitos de combustibles sean colocados sobre superficies impermeables que cuenten con un dique de contención con capacidad para retener todo el diesel o gasolina que se almacene, lo que evitará que el suelo se contamine y que el combustible derramado sea recuperado.

Agua superficial

Cambios en la calidad del agua debido a la presencia de sólidos en suspensión provenientes de sitios en los que se realicen actividades tales como cortes, excavaciones, nivelaciones y explotación de bancos de material

Establecer presas de decantación para que los sedimentos queden detenidos en ellas.

Dinámica geomorfológica

Los cortes a lo largo del trazo y la explotación de bancos de material provocan que haya inestabilidad en sitios con material poco consolidado y que se intensifiquen procesos de erosión

El diseño de los taludes que quedarán en aquellos sitios donde haya cortes, debe realizarse apoyándose en estudios de mecánica de suelos suficientes con lo que el talud tendrá una pendiente muy similar a la que presentan, en estado de reposo, los materiales de que se trate, evitando así derrumbes, deslaves, caídas y permitiendo la revegetación para disminuir la erosión.

La estabilización de los cortes dependerá del sitio donde sean realizados así como de los materiales que queden ex-

puestos.

El material de despalme deberá ser debidamente almacenado y protegido a fin de evitar que se contamine con residuos durante la construcción de los carriles de ampliación, así como que pierda sus propiedades químicas y biológicas.

En la etapa final de la construcción de los terraplenes, se deberá colocar el material de despalme para cubrir los taludes, lo que permitirá el establecimiento de la vegetación.

Vegetación

Afectaciones a la vegetación de matorral subinermé, matorral espinoso, pastizal, vegetación secundaria y tierras destinadas a la agricultura por diversas actividades propias de la construcción tales como caminos provisionales, cortes, explotación de bancos de material y patios de plantas trituradoras, de asfalto y de concreto

Realizar labores de remoción de la vegetación única y exclusivamente en los sitios estrictamente necesarios, sobre todo a la altura del Km 164+800.

En los nuevos bancos de material cuya explotación se inicie para las obras de ampliación del tramo de carretera, deberá guardarse el producto del despalme a fin de utilizarlo en las labores de restauración y restitución de la vegetación de acuerdo a lo previsto en el programa que se presenta al final de este capítulo.

En general, los bancos de material deberán ser restaurados de acuerdo al programa mencionado.

Los caminos provisionales que no se vayan a utilizar al término de las obras deberán ser acondicionados a fin de propiciar el crecimiento de pastos en forma natural.

Los sitios de ubicación de plantas tritu-

radoras, de asfalto y de concreto deberán ser acondicionados a fin de eliminar la compactación del terreno y propiciar el crecimiento de la vegetación en forma natural.

Fauna

Afectaciones a la fauna por actividades propias de la etapa de construcción tales como apertura de caminos provisionales, excavaciones, cortes, explotación de bancos de material, acarreo de material, operación de maquinaria y equipo y presencia temporal de plantas trituradoras, de asfalto y de concreto

Debido a que la fauna en los alrededores de la carretera es muy escasa, se sugiere que, en caso de que algunos animales queden expuestos, éstos no sean sacrificados innecesariamente. Es probable que salgan de sus madrigueras algunos pequeños mamíferos, así como reptiles.

Las labores de restitución de suelo y revegetación mencionadas en el apartado de vegetación, podrán favorecer el restablecimiento de hábitats para la fauna de la región.

Paisaje

Impacto visual por cambio de trazo en el mejoramiento de las curvas proyectadas en los Km 158+700 y 164+800

Los tramos de carpeta asfáltica abandonados en estos sitios deberán ser levantados y acondicionados para mejorar su apariencia, propiciar el crecimiento de vegetación y evitar, que en lo futuro causen confusión a los conductores de vehículos.

Impacto negativo en el área de las obras por los residuos generados en esta etapa

Una vez que se hayan terminado las labores de ampliación de la autopista, se hará la limpieza de acabado a fin de recoger del derecho de vía los desperdicios y materiales excedentes de la construcción.

Deterioro visual en los sitios de explotación de los bancos de material para terracerías y aumento

Los bancos explotados con anterioridad no cuentan con restauración alguna por lo que, al hacer una ampliación del cor-

en las áreas afectadas en los que ya tienen frente abierto como son los que se encuentran en los Km 159+400, 171+750, 199+200, 210+400, 211+400, 213+200 y 213+900

te para extraer material, las áreas a ser restauradas serán mayores. Se propone que los bancos sean restaurados en su totalidad.

Creación de hondonadas en los bancos de material en los que se va a iniciar la extracción

Deberá especificarse el acabado necesario en bancos de material para lograr una buena apariencia, con taludes suaves y sin líneas rectas que ayuden a las labores de reforestación posteriores.

Deterioro del paisaje en las áreas de ubicación de los bancos de material para pavimentos en los Km 160+700, 161+400, 164+400 y 204+500

El impacto visual negativo en bancos de material podrá ser mejorado con ayuda de las labores de restitución de suelo y vegetación.

Estos bancos seguramente se seguirán explotando por lo que sólo se realizarán labores para impedir que en la etapa de explotación se derramen combustibles, asfalto, concreto y otros residuos.

Medio socioeconómico

Incremento de población en las localidades seleccionadas para el establecimiento de campamentos, almacenes y oficinas que podrían ser Puerta de Palmillas, San Juan del Río, Pedro Escobedo, El Colorado y la ciudad de Querétaro

Estas poblaciones cuentan con la infraestructura necesaria para cubrir la demanda eventual de servicios generada por la población flotante, sin perjudicar a los residentes.

Contaminación potencial de áreas de cultivo colindantes con los carriles de ampliación de la carretera por disposición inadecuada de desechos sólidos o por derrames accidentales

Vigilar las actividades de construcción a fin de evitar que residuos sólidos contaminen áreas colindantes y que los desechos líquidos se infiltren al subsuelo.

Perturbaciones temporales a la salud de la población aledaña al trazo por emisiones de humo, gases, polvo y ruido

Realizar los acarreos de materiales en vehículos cubiertos con lonas, controlar las emisiones de hidrocarburos y de ruido de la maquinaria y equipo de cons-

Riesgo de accidentes para trabajadores y habitantes de las poblaciones colindantes al trazo de los carriles de ampliación, así como para los usuarios de la actual autopista

trucción.

Intensificar medidas de prevención para evitar accidentes durante la construcción; proporcionar a los trabajadores equipo apropiado como cascos, guantes y cinturones de seguridad entre otros.

Incremento en la demanda de agua para la construcción; aumento de desechos sólidos municipales

Colocar señalamientos a todo lo largo del tramo en obra en los que se advierta de la existencia de zonas de riesgo.

Con respecto a la extracción de agua, no se cuenta con una medida específica; las empresas constructoras o concesionarias solicitarán los permisos correspondientes y cubrirán los costos del abastecimiento de agua.

Oferta de aproximadamente 1,200 empleos temporales entre obreros, operadores de maquinaria y camiones, personal técnico y administrativo

Los desechos generados durante la construcción de las obras deberán ser dispuestos en los sitios asignados por los municipios para este fin.

Emplear fundamentalmente mano de obra de la región y regular los salarios para no causar desequilibrio económico cuando se termine la obra.

Interferencia entre los derechos de vía de la carretera y de ductos de Petróleos Mexicanos

Solicitar a PEMEX planos de la ubicación precisa de las obras tales como sódutos, oleoductos, gasolinoductos, carboductos y/o poliductos existentes en el área del proyecto, así como información relativa a los que estén en operación y a los que se encuentren fuera de servicio.

Para identificar posibles puntos críticos en materia de riesgo, es necesario solicitar a PEMEX sus estudios de riesgo ambiental de los ductos que estén en operación y que se encuentren a menos

de 200 metros del derecho de vía de la carretera, ya que en ellos se pueden encontrar los radios de afectación o de influencia para estas obras en caso de una contingencia.

ETAPA: Operación y mantenimiento

Aire

El tránsito vehicular ocasiona incremento en los niveles de contaminación del aire

Realizar un programa de señalización adecuado que permita que el tránsito vehicular sea fluido y que la velocidad sea constante en zonas interurbanas. Se deberá contar con señales con las recomendaciones adecuadas para alcanzar estos objetivos.

Vegetación

Deterioro de la vegetación aledaña a los nuevos carriles, así como a la que sea introducida en camellones y derecho de vía

Contar con señales apropiadas para identificar zonas de restauración de vegetación.

Contar con un programa que permita dar mantenimiento y seguimiento a las labores de reforestación en camellones, derecho de vía y bancos de material.

Paisaje

Impacto visual benéfico en el derecho de vía y en las zonas de explotación de bancos de material que hayan sido reforestados

Conservar las áreas reforestadas en camellones, derecho de vía y bancos de material restaurados.

Medio socioeconómico

Impacto secundario a la salud de los habitantes de las localidades aledañas a la carretera debido a

Como parte del programa de reforestación, colocar cortinas de árboles en las zonas urbanas más cercanas a la am-

las emisiones generadas por el tránsito vehicular

pliación de la actual carretera como son el fraccionamiento San Gil y en las localidades de El Sauz, San Pedro Escobedo, La Palma y San Isidro Miranda.

Riesgo de accidentes para los habitantes de las áreas colindantes a la carretera

Implementar el programa de señalización de acuerdo con el proyecto geométrico de la carretera, mismo que es desarrollado para todas las carreteras y autopistas construidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

5

PROGRAMA DE RESTAURACION DE DAÑOS

El programa que se presenta a continuación tiene por objeto restaurar las zonas afectadas por la explotación de bancos de material, desmonte y despalme en el derecho de vía del tramo de carretera Palmillas - Querétaro, por las obras de ampliación de carriles en sus dos cuerpos.

Los objetivos generales son los siguientes:

- Evitar la erosión del suelo en las áreas perturbadas
- Establecer, en el menor tiempo posible, la cubierta vegetal para la protección de dichas zonas
- Ayudar a los procesos de formación de suelo y restablecimiento de vegetación en el corto y mediano plazos
- Propiciar condiciones adecuadas para el establecimiento de hábitats para la fauna de la región
- Mejoramiento del paisaje principalmente en los sitios cercanos y más visibles desde la autopista

Las medidas propuestas son de tipo mecánico y biológico.

Medidas mecánicas

- Cuando se efectuen excavaciones importantes, se deberá nivelar el terreno para evitar la presencia de grandes hondonadas que impliquen un riesgo para los pobladores de las zonas cercanas a la carretera y el ganado, principalmente.
- En los lugares en los que se realicen cortes en las laderas de cerros cercanos y, con el objeto de evitar la presencia de corrientes superficiales violentas en la época de lluvias que pudieran provocar deslaves y erosión del suelo, se recomienda nivelar el terreno ya sea disminuyendo la inclinación de la pendiente a no ser mayor del 5 % o, en su caso, siguiendo las curvas de nivel.
- Realizar labores de nivelación del terreno con el fin de introducir vegetación para conformar zonas con un diseño de paisaje adecuado.
- Redistribuir el suelo orgánico presente en el material de despalme en aquellas zonas que lo requieran a fin de propiciar el crecimiento de la vegetación.

Medidas biológicas

Estas medidas están relacionadas al empleo de especies vegetales adecuadas para la zona donde se llevarán a cabo las obras de ampliación del tramo de carretera motivo de esta manifestación de impacto ambiental.

En el caso particular de la reforestación de las áreas contenidas dentro del derecho de vía, es necesario observar las propiedades físicas del suelo, las características climáticas que se presentan en el trayecto a reforestar, así como la disponibilidad de agua. Todos estos factores son importantes de ser considerados en la selección de las plantas para el buen éxito de la reforestación.

Al analizar las características que poseen las áreas que constituyen el derecho de vía y zonas contiguas se observó que, en el tramo Palmillas - Querétaro existen diversos tipos de suelos en ambas márgenes de la carretera, lo que condujo a cuantificar la longitud de cada una de las unidades edáficas presentes.

Los suelos vertisol se caracterizan por ser de color negro, arcillosos y pesados; en la región presentan textura media y se distribuyen a lo largo de 30 Km del tramo de carretera.

Por otro lado, los suelos de tipo feozem se encuentran distribuidos a lo largo de 27 Km; son blandos, de color oscuro, ricos en materia orgánica y nutrientes y presentan distintas características dependiendo de la topografía. Algunos tienen en su capa superficial una acumulación de arcillas, mientras que otros se caracterizan por un mayor desarrollo de suelo en el horizonte B.

En la región de esta carretera, presentan una capa de tepetate o de caliche endurecido a los 50 cm de profundidad por lo que son suelos adecuados para la introducción de vegetación de raíces someras.

Los suelos planosol se encuentran a lo largo de 3 Km y se caracterizan por presentar una capa superficial blanda de color oscuro, rica en materia orgánica y nutrientes, de textura media. Tienen acumulación de arcilla pesada la que ocasiona un drenaje deficiente.

Los litosoles se distribuyen a lo largo de 3 Km y se caracterizan por tener un espesor menor a los 10 cm sobre roca o tepetate.

En lo que a vertizoles y feozems se refiere, permiten la posibilidad de establecer distintos tipos de árboles tales como: alamillo, fresno, grevilla, álamo plateado, paraíso y trueno, entre otros.

Los suelos que presentan mayores limitantes para el establecimiento de vegetación son los litosoles. En ellos es conveniente respetar al máximo las especies arbustivas y arbóreas nativas, además de seleccionar especies resistentes a suelos someros como eucaliptos, casuarinas, tamarix y pirul, entre otros.

Algunas de estas especies han sido utilizadas tradicionalmente para las reforestaciones por su rápido crecimiento, resistencia a condiciones de sequía y de suelos someros. Es, sin embargo, de gran importancia el poder definir las ventajas y desventajas que representan para el sitio en donde se les quiere introducir.

Por ejemplo, el eucalipto común (*Eucalyptus globulus*) es un árbol de madera suave y raíces someras que causa problemas como desgajamiento de ramas en época de lluvias o por la acción del viento. En otras ocasiones, si son sembrados muy cerca del acotamiento de las carreteras, pueden ser derribados por el coleo o por la acción de trailers o camiones que se recargan sobre ellos.

Uno de los principales problemas de la reforestación en derechos de vía de las carreteras, es el mantenimiento que debe darse cuando menos durante los dos primeros años, el cual consiste de prácticas tales como el riego, el tutoreo, la poda y la formación de cajete, lo que implica la necesidad de contar con recursos humanos y financieros para llevarlas a cabo.

Si se cuenta con el mantenimiento se pueden introducir también especies arbustivas y herbáceas de tipo ornamental que pueden imprimir belleza escénica como la bugambilia y la rosa laurel, entre otras.

También existen especies nativas en la zona del tramo Palmillas - Querétaro que pueden introducirse, aunque son de lento crecimiento como el granjeno (*Celtis pallida*), tullidora (*Karwinskia humboldtiana*), huizache (*Acacia farnesiana*), nopales (*Opuntia* spp.) y uña de gato (*Mimosa biuncifera*). Todas ellas presentan el problema de no encontrarse disponibles de manera comercial por lo que debe solicitarse su producción, con cierto tiempo de anticipación, a los viveros establecidos en la región.

Para el derecho de vía de este tramo de carretera no se recomienda la siembra de pastos, ya que de manera natural se establecen especies nativas adecuadas a cada tipo de suelo, constituyendo las denominadas especies ruderales.

Con respecto a los bancos de material, en la región se pueden observar dos tipos diferentes; los primeros se desarrollan en laderas que establecen taludes de fuertes pendientes con cortes casi a 90 grados. En la mayoría de los casos, se extraen de ellos arenas.

El segundo tipo de bancos de material es el que se desarrolla en superficies planas y que normalmente forman depresiones de uno a cuatro metros de profundidad y, en ocasiones hasta de diez o quince metros.

Para restaurar los bancos excavados en laderas, sería conveniente la formación de terrazas o bien suavizar los cortes con material de desecho de la propia explotación, como por ejemplo, la colocación de un lente de tepetate en un banco de arena.

Una vez suavizadas las pendientes, se deben cubrir con el suelo producto del despalme, los taludes para posteriormente introducir las plantas apropiadas. De preferencia se recomienda que inicialmente se establezcan los taludes con algún tipo de pasto y posteriormente se inicie la reforestación con arbustos leñosos, nopales o con especies arbóreas que sean tolerantes a los suelos someros como son el eucalipto, la casuarina y el pirul común.

Es importante hacer hincapié en el hecho de que, aún cuando especies como el eucalipto y la casuarina presentan serias desventajas en cuanto a su introducción, en zonas como las que atraviesa el tramo de carretera estudiado suelen ser adecuadas debido a las condiciones climáticas y de falta de agua existentes. El eucalipto ayuda a la formación de suelo por lo que es apropiado en etapas tempranas de la reforestación, siendo conveniente sustituirlo por otras especies una vez que el suelo se ha desarrollado mejor y puede permitir el establecimiento de otro tipo de plantas.

En bancos de material someros en los cuales se extrae tepetate, el que se usa normalmente para la formación de terraplenes, se presentan taludes pronunciados. En la región, este tipo de bancos se localizan cerca de tierras de cultivo, por lo que se debería evaluar su permeabilidad a fin de conocer la factibilidad de convertirlos en cuerpos de almacenamiento de agua para emplearla en riego, o como sitios de abrevadero para el ganado.

Normalmente, en estos bancos el suelo producto del despalme se encuentra amontonado formando una barrera alrededor de los mismos y en el que se ha desarrollado vegetación secundaria. En caso de no utilizarse como abrevaderos, el suelo puede depositarse en el fondo e intentar establecer cultivos nuevamente, como se ha hecho en otros sitios de la región.

En caso de que no puedan formarse cuerpos de agua y que no se puedan cultivar especies agrícolas, la reforestación puede contemplar plantar especies tanto en el perímetro como en el fondo de esos bancos, que retengan suelo y que posean raíces superficiales. Entre las que se pueden recomendar se encuentran la casuarina, eucalipto, pirul común y pirul chiro y, en el estrato arbustivo, nopales y agaves.

Es recomendable que se respeten las especies nativas que ahí se desarrollan como pudiera ser el mezquite, el huizache, el palo bobo y la uña de gato, entre otras.

Las labores de mantenimiento más importantes a realizar serían el riego durante las primeras etapas de la reforestación para lograr el establecimiento de las plantas, las podas de formación y la eliminación de malezas para evitar posibles incendios que pudieran afectar a los arbustos y árboles.

Recomendaciones para la plantación

De preferencia, la plantación debe realizarse cuando haya condiciones de alta humedad atmosférica y el coeficiente de evaporación sea mínimo, por lo que se recomiendan los meses de junio a agosto e, inclusive, septiembre.

La edad que deben tener las plantas con las que se llevará a cabo la reforestación es variable y depende de la especie de que se trate; sin embargo, se alcanzan porcentajes de sobrevivencia mayores al 80% cuando las plantas producidas en envase tienen alrededor de 12 a 15 meses y se plantan con cepellón. Para especies de crecimiento rápido, se sugiere que éstas alcancen cuando menos 1.50 metros.

La formación de las cepas dependerá del tamaño de las raíces del árbol que se desee plantar, observando que ésta tenga una profundidad de el triple de lo que miden las raíces, y de ancho, el doble de lo que mide el cepellón. Por lo general se recomienda que como mínimo la cepa mida 0.40 m de ancho, largo y profundo.

Los primeros 20 cm de suelo contienen mayor cantidad de materia orgánica que el resto, por lo que éstos deberán colocarse junto a las raíces.

Para el establecimiento de la plantación en los suelos que presentan una capa dúrica o petrocalcica, será necesario hacer la cepa de manera que ésta sea roturada.

Es necesario que los árboles recién plantados tengan suficiente agua disponible durante las dos primeras estaciones de crecimiento después de la plantación; 20 litros por semana por árbol es lo mínimo recomendable. El agua debe ser aplicada lentamente para permitir su penetración. Después del riego, es recomendable cubrir con hojas secas para reducir la evaporación.

Los árboles jóvenes y recién plantados que posean un tronco débil, que el peso de su copa los haga arquearse, o bien que el viento no les permita permanecer erectos, deben ser tutorados. El tutor no debe penetrar o clavarse en el cepellón y nunca debe usarse alambre para sujetar el tronco al tutor ya que

éste, con el paso del tiempo, puede llegar a estrangularlo. Lo mejor es utilizar material plástico que dé de sí.

Debe tenerse cuidado, al realizar las labores de deshierbe de los derechos de vía, de no dañar los árboles que en ocasiones han sido cubiertos por las malezas; asimismo, éstas deben ser eliminadas para evitar competencia por luz y nutrientes lo que inhibe su crecimiento.

Con respecto a los viveros se tiene que, para la realización de esta actividad, en el área se cuenta con cuatro viveros, tres oficiales y uno particular, que se pueden tomar en cuenta para la adquisición de las plantas. Las características de cada uno de ellos son las siguientes:

Vivero Ignacio Pérez.- Se encuentra en la localidad de Calamanda, municipio de El Marqués, sobre la autopista México - Querétaro, a la altura del Km 180; su administración está a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP); tiene una capacidad de producción anual de 2.5 millones de plantas.

Actualmente se están produciendo únicamente 400,000 plantas siendo las principales especies las siguientes:

<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro blanco
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
<i>Ligustrum japonicum</i>	Trueno
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	Jacaranda
<i>Schinus molle</i>	Pirul común
<i>Grevillea robusta</i>	Grevilla
<i>Populus alba</i>	Alamo plateado
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina
<i>Fraxinus sp.</i>	Fresno

Además de las anteriores especies, se tiene prevista la reproducción de frutales como el limón.

Viveros de San Juan del Río.- Este municipio cuenta con tres viveros dentro de la cabecera municipal; dos de ellos pertenecen al municipio y el tercero es de carácter particular.

Uno de los viveros municipales se encuentra ubicado en los terrenos aledaños al relleno sanitario de ese municipio sobre la carretera a Tequisquiapan, mientras que el otro se localiza en la calle Alpes Apeninos esq. con Av. Lomas de San Juan, en la colonia Lomas de San Juan. Actualmente, en este último se lleva a cabo una producción anual estimada en 50,000 plantas de las siguientes especies:

<i>Ligustrum japonicum</i>	Trueno
<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro blanco
<i>Schinus terebintifolius</i>	Pirul chino
<i>Eucaliptus globulus</i>	Eucalipto
<i>Fraxinus</i> sp.	Fresno
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	Jacaranda
<i>Rosa</i> sp.	Rosa
<i>Bougambilea spectabilis</i>	Bugambilia

Se espera iniciar los trabajos de producción en el vivero aledaño al relleno sanitario a partir del año 1996, con lo que se verá incrementada la producción de especies arbóreas.

El vivero particular se localiza sobre la calle de Corregidora dentro de la cabecera municipal; su producción es más variada e incluye muchas plantas de ornato como: azalea, bugambilia, rosa, ciprés, bambú, tuya, ficus, laurel de la India, así como eucalipto, fresno, pirul chino, grevilla, jacaranda, alamillo, álamo plateado y frutales como el manzano, aguacate y durazno.

En general, la planta que se tiene en este vivero es de más de un metro de altura y en ocasiones alcanza hasta tres metros, existiendo una considerable disponibilidad de planta y a buen precio si se compra por mayoreo. Entre las plantas susceptibles de ser utilizadas en la reforestación de las carreteras se encuentran:

Eucaliptus globulus
Casuarina equisetifolia
Jacaranda mimosaeifolia
Schinus molle
Schinus terebintifolius
Populus alba
Populus tremuloides
Fraxinus sp.
Ligustrum japonicum
Bougambilea spectabilis
Melia azedarach
Delonix regia

Existen además, otras plantas que actualmente no se reproducen en los viveros y que también pueden ser utilizadas para este fin y que pudieran reproducirse ex-profeso para esta actividad, como el *Tamarix afila* (tamaris), *Prosopis* sp. (mezquite), *Acacia farnesiana* (huizache), pata de cabra, fraile, eucalipto dolar, *Acacia semperflorens* (acacia australiana), *Casia* sp. (lluvia de oro), *Yuca farnesiana* (yuca), entre otras.

CONCLUSIONES

El proyecto de ampliación a seis carriles del tramo Palmillas - Querétaro de la Autopista México - Querétaro contará con la rectificación de dos curvas así como con un pavimento de concreto en los dos cuerpos.

Las obras de ampliación ocasionarán algunos impactos ambientales, la mayoría de los cuales pueden ser mitigados con ayuda de medidas apropiadas, sin embargo, se considera que los impactos más significativos ocurrieron cuando la autopista fue construida hace varios años.

Los principales impactos ocurrirán en los sitios donde se encuentran bancos de material así como en el derecho de vía y en el sitio de rectificación c.e la curva ubicada en el Km 164+800.

La puesta en marcha de las medidas de mitigación así como del programa de restauración de daños, permitirá minimizar los impactos ocasionados, al evitar la erosión, restaurar la vegetación, corregir las afectaciones a las áreas de servicios existentes a lo largo de la carretera, contar con una mejor integración de las obras al paisaje y evitar accidentes por la presencia de ductos de PEMEX a los lados de la carretera.

BIBLIOGRAFIA

CEMEX. (1995). *Proyecto ejecutivo preliminar del pavimento rígido de la Autopista México - Querétaro, tramo Palmillas - Querétaro*. México.

CONSEJO DE RECURSOS MINERALES. (1992). *Monografía geológico-minera del estado de Querétaro*. Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. Subsecretaría de Minas e Industria Básica. México D.F.

DIRECCION DE ECOLOGIA DEL GOBIERNO DEL ESTADO. (1992). *Sistema de áreas naturales protegidas en el Estado de Querétaro*. Ed. del Gobierno del Estado de Querétaro. México.

FLORES, S., R. M. (1993) *Manifestación de impacto ambiental de la Autopista Gómez Palacio - Límite de Estados*. Impulsora y Operadora de Autopistas del Estado de Durango, S.A. de C.V.

GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERETARO. (Agosto de 1992). *Código Urbano para el Estado de Querétaro*. Ed. La Sombra de Arteaga.

GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERETARO. *Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Diario Oficial de la Federación del 26 de mayo de 1988. Gaceta Ecológica V. I Num. 1 (Junio de 1989). Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERETARO. *Plan de Desarrollo Integral Querétaro 1992-1997*. Ed. del Gob. del Edo. de Qro. (1992).

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO. (1987). *Informe técnico descriptivo de construcción de tuberías*.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA. (1994). *Instructivos para la preparación del Informe Preventivo y de la Manifestación de Impacto Ambiental en sus modalidades general, intermedia y específica para los proyectos de obras de oleo, gas y carboconductos*. Dirección General de Normatividad Ambiental. Consultores y Asesores ABSA, S.A. de C.V. (Estudio inédito). México, D.F.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA. (1995). *Bases técnicas para la incorporación de la Política Ecológica Nacional en el Programa Sectorial Energético - Subsector Petróleos*. Dirección General de Planeación Ecológica. (Estudio inédito). México, D.F.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA. (1995). *Bases técnicas para la incorporación de la Política Ecológica Nacional en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes*.

Dirección General de Planeación Ecológica. (Estudio inédito elaborado por Julieta Pisanty Levy, et. al.). México, D.F.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. (1994). *Anuario Estadístico del Estado de Querétaro de Arteaga*. Ed. del Gobierno del Estado de Querétaro. México.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. (1991). *Querétaro, perfil sociodemográfico*. XI Censo General de Población y Vivienda 1990. Primera Edición. México.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. (1991). *Querétaro - Resultados definitivos por Localidad*. XI Censo General de Población y Vivienda 1990. México.

PETROLEOS MEXICANOS. (1989). *Normas de seguridad en las tuberías de PEMEX*.

PETROLEOS MEXICANOS. (1991). *Sistema de tuberías de transporte y recolección de hidrocarburos*. Norma No. 2.421.01 de PEMEX, Tomos 1, 2 y 3.

PETROLEOS MEXICANOS. (1992). *Sistemas de transporte de tubería*. Norma 3.374.01 de PEMEX.

RZEDOWSKI, J. (1981). *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, D.F.

SANCHEZ, M. E. (1994). *Especies amenazadas de la flora del estado de Querétaro*. Revista Bimestral NTHE No. 5. Cultura Científica y Empresarial. CONCYTEQ. México.

SANCHEZ, M. E. (1987). *Recursos faunísticos del estado de Querétaro*. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro y Centro de Bio-Ingeniería PAUS. México.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. (1988). *Normales climatológicas (1941-1970)*. Dirección General de Estudios, Información y Estadística Sectorial. México, D.F.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. (1988). *Sinópsis geohidrológica del estado de Querétaro*. Subsecretaría de Infraestructura Hidráulica. Dirección de Administración y Control de Sistemas Hidrológicos. México D.F.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. *Fotografías aéreas e información sobre el proyecto de ampliación del tramo Palmillas - Querétaro de la Autopista México - Querétaro*. México, 1995.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. *Normas para la construcción e instalaciones de carreteras*. Libros No. 3 y 4. México.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. *Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos*. Diario Oficial de la Federación del 7 de abril de 1993. Gaceta Ecológica V. V Num. 23 (Junio de 1993). Secretaría de Desarrollo Social. México, D.F. P. 20-35.

SECRETARIA DE DESARROLLO ECONOMICO. (1992). *Anuario Económico de Querétaro*. México.

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, rara y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección*. Diario Oficial de la Federación del lunes 16 de mayo de 1994. México, D.F.

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL. *Norma Oficial Mexicana NOM-041-ECOL-1993 que establece los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de gases contaminantes provenientes de los escapes de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible*. Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1994.

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL. *Norma Oficial Mexicana NOM-045-ECOL-1993 que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humos provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible*. Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1994.

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL. *Norma Oficial Mexicana NOM-047-ECOL-1993 que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos*. Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1994.

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL. *Norma Oficial Mexicana NOM-050-ECOL-1993 que establece los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural, u otros combustibles alternos como combustibles*. Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1994.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. *Instructivo para desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad general al que se refieren los artículos 9° y 10° del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y*

la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental. Gaceta Ecológica. V I No. 3. Septiembre de 1989. p. 88-93.

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA. Acuerdo por el que se establece el calendario cinegético correspondiente a las temporadas 1995-1996 y 1996-1997. Diario Oficial de la Federación del viernes 4 de agosto de 1995. Segunda Sección. México, D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1973). Carta Edafológica Querétaro F-14-C-65. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1973). Carta Edafológica La Estancia F-14-C-76. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1973). Carta Edafológica San Juan del Río F-14-C-77. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1973). Carta Edafológica Villa del Marqués F-14-C-66. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1973). Carta Geológica Querétaro F-14-C-65. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1973). Carta Geológica La Estancia F-14-C-76. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1973). Carta Geológica San Juan del Río F-14-C-77. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1973). Carta Geológica Villa del Marqués F-14-C-66. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1972). Carta Topográfica Querétaro F-14-C-65. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1972). Carta Topográfica La Estancia F-14-C-76. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1972). Carta Topográfica San Juan del Río F-14-C-77. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1972). Carta Topográfica Villa del Marqués F-14-C-66. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1973). *Carta de Uso del Suelo Querétaro F-14-C-65*. Escala 1:50,000. México D.F. (Tercera impresión 1979).

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1974). *Carta de Uso del Suelo La Estancia F-14-C-76*. Escala 1:50,000. México D.F. (Segunda impresión 1982).

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1974). *Carta de Uso del Suelo San Juan del Río F-14-C-77*. Escala 1:50,000. México D.F. (Segunda impresión 1979).

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1973). *Carta de Uso del Suelo Villa del Marqués F-14-C-66*. Escala 1:50,000. México D.F.

SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. CETENAL. (1981). *Guías para la interpretación de cartografía. Uso del Suelo*. México D.F. (Primera reimpresión 1989).

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS. (1976) *Atlas del Agua de la República Mexicana*. México, D.F.

ZAMUDIO, R. S., J. RZEDOWSKI, et. al. (1992) *La vegetación en el estado de Querétaro*. Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío y CONCYTEQ. México.

ANEXO II - A

RELACION DE OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS

ANEXO II - A

RELACION DE OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS

LOCALIZACION	TIPO DE OBRA	MATERIAL	DIMENSIONES (METROS)		OBSERVACIONES
			ANCHO-ALTURA	DIAMETRO	
DOS CUERPOS					
156 + 735.10	ESTRUCTURA	CONCRETO	1.50 X 1.00		P.S.V. 1 VIA
156 + 962.90	LOSA	CONCRETO			
157 + 217.25	TUBO	CONCRETO			
157 + 574.15	TUBO	CONCRETO			
158 + 273.90	TUBO	CONCRETO			
158 + 384.30	TUBO	CONCRETO			
158 + 952.40	TUBO	CONCRETO			
158 + 866.90	2 TUBOS	CONCRETO			
159 + 085.50	2 TUBOS	CONCRETO y LAMINA			
159 + 244.95	TUBO	LAMINA			
159 + 535.16	TUBO	CONCRETO	0.75		
159 + 719.04	ESTRUCTURA	CONCRETO	1.50 X 1.00		P.S.V. 1 VIA
159 + 902.65	LOSA	CONCRETO			
CUERPO IZQUIERDO					
157 + 528.20	TUBO	CONCRETO	2.50 X 1.00	0.75	
158 + 496.68	LOSA	CONCRETO			
158 + 678.48	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00	0.75	
158 + 962.34	TUBO	CONCRETO			
159 + 472.10	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
DOS CUERPOS					
160 + 243.00	LOSA	CONCRETO	4.00 X 1.00	0.60	P.S.V. 1 VIA
160 + 483.15	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
160 + 476.50	ESTRUCTURA	CONCRETO	1.50 X 1.00		
160 + 523.00	LOSA	CONCRETO			
160 + 633.50	LOSA	CONCRETO	1.50 X 1.00		
160 + 723.90	TUBO	CONCRETO	2.00 X 1.50		
160 + 918.05	ESTRUCTURA	CONCRETO			
161 + 342.98	LOSA	CONCRETO	0.90		
161 + 485.10	TUBO	CONCRETO			
161 + 678.70	TUBO	CONCRETO			

ANEXO II - A
(CONTINUACION)

LOCALIZACION	TIPO DE OBRA	MATERIAL	DIMENSIONES (METROS)		OBSERVACIONES
			ANCHO-ALTURA	DIAMETRO	
162 + 380.00	ESTRUCTURA	CONCRETO	2.50 X 1.50	0.60	P.S.P. P.S.P. y G.
163 + 343.20	LOSA	CONCRETO			
164 + 220.40	TUBO	CONCRETO			
CUERPO IZQUIERDO					
161 + 676.70	TUBO	CONCRETO		0.75	
162 + 856.17	LOSA	CONCRETO	5.50 X 3.00		
163 + 309.82	BOVEDA	CONCRETO	2.50 X 1.00		
163 + 969.95	LOSA	CONCRETO	5.50 X 3.00		
164 + 808.14	2 TUBOS	CONCRETO		0.75	
165 + 029.19	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
165 + 530.52	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
166 + 303.62	TUBO	CONCRETO		0.75	
166 + 439.30	BOVEDA	CONCRETO	1.50 X 1.00		
166 + 467.15	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.S. FFCC.
DOS CUERPOS					
165 + 149.34	TUBO	CONCRETO		0.60	
165 + 490.65	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
166 + 426.10	BOVEDA	CONCRETO	1.50 X 1.00		
166 + 459.00	ESTRUCTURA	CONCRETO	29.00		P.S.FFCC. P.S.V. 1 VIA P.S.V. 1 VIA
167 + 023.80	ESTRUCTURA	CONCRETO			
167 + 263.00	ESTRUCTURA	CONCRETO			
167 + 564.63	LOSA	CONCRETO	2.50 X 1.00		
167 + 751.00	TUBO	PEMEX			
168 + 183.20	TUBO	CONCRETO		0.60	
168 + 384.47	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
168 + 491.15	LOSA	CONCRETO	3.00 X 3.00		
168 + 687.10	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.S.V. 2 VIAS
168 + 963.50	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
169 + 118.85	LOSA	CONCRETO	3.00 X 2.50		
169 + 161.47	PUENTE	CONCRETO			PUENTE RIO SAN JUAN
169 + 233.71	SIFON	CONCRETO	3.50 X 2.00		

ANEXO II - A
(CONTINUACION)

LOCALIZACION	TIPO DE OBRA	MATERIAL	DIMENSIONES		OBSERVACIONES
			ANCHO-ALTURA	(METROS) DIAMETRO	
169 + 331.32	ESTRUCTURA	CONCRETO	3.00 X 2.50	0.90	P.S.V. 2 VIAS OBRA MAYOR
169 + 485.70	ESTRUCTURA	CONCRETO			
169 + 555.90	LOSA	CONCRETO			
169 + 644.85	ESTRUCTURA	CONCRETO			
169 + 901.30	ESTRUCTURA	CONCRETO			
169 + 964.30	BOVEDA	CONCRETO			
170 + 101.15	TUBO	CONCRETO			
170 + 150.70	ESTRUCTURA	CONCRETO			
170 + 263.34	LOSA	CONCRETO			
170 + 502.73	LOSA	CONCRETO			
170 + 882.55	LOSA	CONCRETO	0.60		
171 + 082.70	LOSA	CONCRETO			
171 + 392.34	LOSA	CONCRETO			
171 + 502.58	TUBO	CONCRETO			
171 + 593.85	LOSA	CONCRETO			
171 + 772.00	LOSA	CONCRETO			
171 + 843.30	LOSA	CONCRETO			
172 + 161.10	ESTRUCTURA	CONCRETO			
172 + 185.30	TUBO	CONCRETO			
172 + 269.00	2 DUCTOS	PEMEX		0.90	
172 + 326.00	CAMINO	—			
172 + 612.95	BOVEDA	CONCRETO			
172 + 781.36	LOSA	CONCRETO			
173 + 069.69	ESTRUCTURA	CONCRETO			
173 + 096.65	DUCTO	PEMEX			
173 + 260.00	CAMINO	—			
173 + 314.00	ESTRUCTURA	METALICA			

ANEXO II-A
(CONTINUACION)

LOCALIZACION	TIPO DE OBRA	MATERIAL	DIMENSIONES (METROS)		OBSERVACIONES
			ANCHO-ALTURA	DIAMETRO	
CUERPO IZQUIERDO					
172 + 195.38	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
172 + 589.70	BOVEDA	CONCRETO	3.50 X 1.50		
172 + 592.00	DUCTOS	PEMEX			
DOS CUERPOS					
175 + 507.40	TUBO	CONCRETO		0.75	
176 + 007.12	TUBO	CONCRETO		0.75	
176 + 499.40	LOSA	CONCRETO	6.00 X 4.50		
176 + 988.50	LOSA	CONCRETO	4.00 X 2.00		
177 + 507.70	LOSA	CONCRETO	1.50 X 1.00		
177 + 578.10	LOSA	CONCRETO	5.00 X 2.50		
177 + 840.73	LOSA	CONCRETO	2.00 X 1.00		
178 + 207.00	TUBO	CONCRETO		0.75	
178 + 562.70	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.I.V. 2 VIAS
178 + 623.49	LOSA	CONCRETO	3.00 X 1.00		
178 + 806.73	LOSA	CONCRETO	2.00 X 1.00		
179 + 078.70	LOSA	CONCRETO	2.00 X 1.00		
179 + 646.40	TUBO	CONCRETO		0.75	
179 + 783.43	TUBO	CONCRETO		0.75	
179 + 925.80	BOVEDA	CONCRETO	1.50 X 1.00		
180 + 279.67	PUENTE	CONCRETO	long. = 30.00 m		
180 + 694.08	TUBO	CONCRETO		0.90	
180 + 826.80	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.I.V. 2 VIAS
181 + 166.23	TUBO	CONCRETO		0.75	
181 + 673.25	LOSA	CONCRETO	4.00 X 2.00		
181 + 965.17	LOSA	CONCRETO	1.50 X 1.50		
182 + 451.10	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
182 + 706.60	LOSA	CONCRETO	1.50 X 1.00		
182 + 836.35	DUCTO	PEMEX			
183 + 053.60	LOSA	CONCRETO	4.00 X 1.00		
183 + 328.70	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
183 + 621.60	PUENTE	CONCRETO	long. = 7.00 m		

ANEXO II-A
(CONTINUACION)

LOCALIZACION	TIPO DE OBRA	MATERIAL	DIMENSIONES (METROS)		OBSERVACIONES
			ANCHO-ALTURA	DIAMETRO	
184 + 206.30	TUBO	CONCRETO		0.75	
184 + 894.45	LOSA	CONCRETO	1.50 x1.50		
185 + 326.04	TUBO	CONCRETO		0.75	
185 + 594.40	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.I.V. 2 VIAS
185 + 704.06	LOSA	CONCRETO	2.50 X 1.00		
186 + 139.12	TUBO	CONCRETO		0.75	
186 + 406.07	TUBO	CONCRETO		0.75	
186 + 738.10	PUENTE	CONCRETO	long. = 30.00 m		
186 + 896.90	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
187 + 161.35	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
187 + 448.00	TUBO	CONCRETO		0.75	
187 + 731.80	TUBO	CONCRETO		0.75	
188 + 063.55	TUBO	CONCRETO		0.75	
188 + 168.00	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.I.V. 1 VIA
188 + 372.53	TUBO	CONCRETO		0.75	
188 + 604.28	TUBO	CONCRETO		0.75	
189 + 000.42	TUBO	CONCRETO		0.75	
189 + 228.65	LOSA	CONCRETO	2.00 X 1.00		
189 + 562.24	TUBO	CONCRETO		0.75	
189 + 883.22	TUBO	CONCRETO		0.75	
190 + 293.96	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.S.V. 1 VIA
190 + 698.87	TUBO	CONCRETO		0.75	
190 + 935.85	TUBO	CONCRETO		0.75	
190 + 986.86	LOSA	CONCRETO	2.00 X 1.00		
191 + 312.00	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.I.P.
191 + 315.92	TUBO	CONCRETO		0.75	
191 + 368.44	TUBO	CONCRETO		0.75	
191 + 705.55	TUBO	CONCRETO		0.75	
192 + 008.25	TUBO	CONCRETO		0.75	
192 + 268.36	TUBO	CONCRETO		0.75	
192 + 288.00	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.I.V. 2 VIAS
192 + 472.34	DUCTOS	PEMEX			
192 + 487.02	TUBO	CONCRETO		0.75	
192 + 689.40	LOSA	CONCRETO	1.50 X 1.00		

ANEXO II-A
(CONTINUACION)

LOCALIZACION	TIPO DE OBRA	MATERIAL	DIMENSIONES (METROS)		OBSERVACIONES
			ANCHO-ALTURA	DIAMETRO	
192 + 926.40	TUBO	CONCRETO		0.75	OBRA MAYOR
193 + 206.45	TUBO	CONCRETO		0.75	
193 + 640.60	PUENTE	CONCRETO			
193 + 886.14	TUBO	CONCRETO		0.75	
194 + 266.08	TUBO	CONCRETO		0.75	
194 + 643.36	TUBO	CONCRETO		0.75	
194 + 660.80	ESTRUCTURA	METALICA		0.75	PASO PEATONAL LA PALMA
195 + 025.93	TUBO	CONCRETO		0.75	
195 + 405.90	TUBO	CONCRETO		0.75	
196 + 125.60	TUBO	CONCRETO		0.75	
196 + 645.80	TUBO	CONCRETO		0.75	
196 + 845.68	TUBO	CONCRETO		0.75	
197 + 225.55	TUBO	CONCRETO		0.75	
197 + 605.35	TUBO	CONCRETO		0.75	
198 + 064.76	TUBO	CONCRETO		0.75	
198 + 704.86	TUBO	CONCRETO		0.75	
199 + 304.86	TUBO	CONCRETO		0.75	
199 + 604.70	TUBO	CONCRETO		0.75	
199 + 924.53	TUBO	CONCRETO		0.75	
200 + 324.38	TUBO	CONCRETO		0.75	
201 + 023.50	TUBO	CONCRETO		0.75	
201 + 252.64	TUBO	CONCRETO		0.75	P.I.V. 2 VIAS
201 + 544.00	ESTRUCTURA	CONCRETO			
201 + 583.90	TUBO	CONCRETO		0.75	
201 + 861.27	LOSA	CONCRETO	5.00 X 1.00		
201 + 881.00	PUENTE	CONCRETO	long. = 8.50 m		
202 + 081.00	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.I.V. 2 VIAS
202 + 156.26	TUBO	CONCRETO		0.75	
202 + 684.62	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
202 + 893.80	LOSA	CONCRETO	2.00 X 1.00		
203 + 000.21	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
203 + 064.70	ESTRUCTURA	METALICA			PASO PEATONAL
203 + 572.80	TUBO	CONCRETO		0.75	

ANEXO II-A
(CONTINUACION)

LOCALIZACION	TIPO DE OBRA	MATERIAL	DIMENSIONES (METROS)		OBSERVACIONES
			ANCHO-ALTURA	DIAMETRO	
203 + 694.37	BOVEDA	CONCRETO	3.50 X 2.00		P.S.V. 2 VIAS
203 + 743.00	ESTRUCTURA	CONCRETO			
203 + 883.00	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
204 + 102.80	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		P.I.V. 2 VIAS
204 + 503.13	TUBO	CONCRETO		0.75	
204 + 822.94	TUBO	CONCRETO		0.90	
205 + 158.82	TUBO	CONCRETO		0.75	P.I.V. 2 VIAS
205 + 432.70	ESTRUCTURA	CONCRETO			
205 + 867.92	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
206 + 196.70	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		P.S.P.G.
206 + 534.00	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
206 + 896.37	TUBO	CONCRETO		0.75	
207 + 271.40	LOSA	CONCRETO	4.00 X 2.50		P.S.P.G.
207 + 640.93	TUBO	CONCRETO		0.75	
207 + 941.07	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
208 + 688.85	TUBO	CONCRETO		0.75	P.S.P.G.
208 + 250.12	TUBO	CONCRETO		0.75	
208 + 364.05	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
208 + 618.30	TUBO	CONCRETO		0.75	P.S.P.G.
208 + 866.97	TUBO	CONCRETO		0.75	
209 + 235.45	TUBO	CONCRETO		0.75	
209 + 491.30	TUBO	CONCRETO		0.75	P.S.P.G.
209 + 607.78	TUBO	CONCRETO		0.75	
209 + 860.35	TUBO	CONCRETO		0.75	
210 + 095.10	LOSA	CONCRETO	4.00 X 1.00		P.S.P.G.
210 + 180.63	LOSA	CONCRETO	2.00 X 1.00		
211 + 124.14	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
211 + 572.15	ESTRUCTURA	CONCRETO			P.S.V. 1 VIA
212 + 607.43	LOSA	CONCRETO	0.75 X 0.75		
213 + 064.30	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
213 + 263.80	LOSA	CONCRETO	1.00 X 0.75		P.S.P.G.
213 + 493.07	BOVEDA	CONCRETO	2.00 X 1.50		
214 + 071.30	BOVEDA	CONCRETO	2.00 X 1.50		
214 + 545.34	BOVEDA	CONCRETO	1.00 X 1.00		P.S.P.G.
214 + 748.70	TUBO	CONCRETO		0.75	
215 + 323.68	TUBO	CONCRETO		0.75	
215 + 685.00	TUBO	CONCRETO		0.75	P.S.P.G.
216 + 094.75	BOVEDA	CONCRETO	1.50 X 1.50		
216 + 833.75	LOSA	CONCRETO	1.00 X 1.00		
217 + 007.15	TUBO	CONCRETO		0.75	P.S.V. 6 VIAS
217 + 314.80	ESTRUCTURA	CONCRETO			

P.S.V. PASO SUPERIOR VEHICULAR
P.I.V. PASO INFERIOR VEHICULAR
P.S.P. PASO SUPERIOR PEATONAL
P.I.P. PASO INFERIOR PEATONAL
P.S.P. y G. PASO SUPERIOR PEATONAL Y GANADERO
P.S. FF.CC. PASO SUPERIOR FERROCARRIL

ANEXO II - B
BANCOS DE MATERIAL

ANEXO II-B

BANCOS DE MATERIAL

UBICACION Km	DESVIACION m	AREA Ha	TIPO DE MATERIAL	USO
156 + 100	1,500 (I)	3	Limo arenoso semicompacto gris claro	Cuerpo de terraplen, transición y subrasante
159 + 400	100 (I)	1	Toba limo arenosa color café	Transición y subrasante
159 + 400	150 (D)	2	Toba limo arenosa color café	Cuerpo de terraplen, transición y subrasante
160 + 700	500 (D)	*	Roca alterada y fracturada color gris y café	Subbase, base y carpeta
161 + 400	1,600 (D)	*	Toba reolítica poco alterada color gris y café rojizo	Subbase, base, carpeta y concreto hidráulico
164 + 400	500 (I)	*	Roca alterada y fracturada, origen basáltico	Subbase y base hidráulica
165 + 200	150 (I)	1.4	Roca alterada, fracturada y desintegrada	Cuerpo de terraplen, transición y subrasante
171 + 750	200 (D)	1	Tobas color rosa estratificadas	Cuerpo de terraplen, transición y subrasante
175 + 600	1,500 (I)	2	Toba calcárea, estratificada café rojiza	Cuerpo de terraplen transición y subrasante
199 + 200	100 (D)	1.5	Arena arcillosa color café rojiza	Cuerpo de terraplen
201 + 100	6,770 (D)	3	Brecha volcánica color rojizo y negro	Cuerpo de terraplen, transición y subrasante
204 + 500	1,000 (I)	*	Basalto poco alterado color café oscuro	Subbase, base, carpeta y concreto hidráulico
210 + 400	100 (D)	1.5	Toba limo arenosa estratificada	Cuerpo de terraplen y transición
211 + 400	300 (D)	0.6	Toba calcarea color gris	Subrasante
213 + 200	70 (I)	0.8	Tezontle rojo bien cementado y estratificado	Cuerpo de terraplen, transición y subrasante
213 + 900	100 (I)	0.5	Toba arenolimsa con grava color gris	Cuerpo de terraplen transición y subrasante

Fuente : Dirección de Proyecto de Carreteras. Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

* Son bancos para pavimento ya explotados con anterioridad. No se cuenta con la superficie que se explotara para este proyecto.

(D) DERECHA
(I) IZQUIERDA

ANEXO FOTOGRAFICO

ANEXO FOTOGRAFICO

- 1) Vista parcial del paso inferior vehicular de dos vías localizado en el Km 185+594, el cual será ampliado para alojar los dos carriles que contempla el proyecto.
- 2) Obra de drenaje existente en el Km 159+535 la cual será ampliada al igual que todas aquéllas con las que cuenta la actual autopista.
- 3) Paso inferior vehicular de dos vías ubicado en el Km 169+331, el cual será ampliado sobre la zona de corte.
- 4) Vista parcial de la actual autopista a la altura del Km 159+700 en la que se observan zonas planas y lomeríos en los cuales se efectuarán las labores de ampliación a 6 carriles.
- 5) Vista parcial de la autopista en el Km 158+700 correspondiente a la primera curva que será rectificada. Se observa la presencia de basura, alumbrado público, escasa vegetación y una construcción.
- 6) Vista parcial de la autopista en el Km 164+800 correspondiente a la segunda curva que será rectificada.
- 7) Vista parcial de la carretera a la altura del Km 194+500 correspondiente a una zona suburbana en el cruce con el poblado La Palma.
- 8) Vista parcial de zonas rurales por las que pasa la actual autopista a la altura del Km 210+200.
- 9) Vista parcial de la autopista México - Querétaro, tramo Palmillas - Querétaro a la altura del Km 210+000. La propia autopista será la principal vía de acceso a las obras de ampliación.
- 10) Camino de acceso a un banco de material que se encuentra a la altura del Km 171+000.
- 11) Zona de despalme para la construcción de uno de los carriles de ampliación a la altura del Km 194+400.
- 12) Zona que seguramente será desmontada para alojar el carril de ampliación a la altura del Km 180+400.
- 13) Vista parcial del derecho de vía de la actual autopista, en el que será construido el tercer carril en el Km 159+300.

14) Vista parcial del terreno aledaño a la autopista a la altura del Km 159+400 en donde se aprecia un área afectada por la explotación de un banco de material fuera del derecho de vía, así como un camino de acceso.

15) Vista parcial de un banco de material para terracerías en el Km 210+400 desviación derecha 100 m.

16) Vista parcial del banco de material para terracerías localizado en el Km 159+400 desviación izquierda 100 m. En las áreas contiguas se aprecia la existencia de cultivos, pastizal y vegetación de matorral.

17) Banco de material para terraplén, transición y subrasante ubicado a la altura del Km 171+750 desviación derecha 200 m de la actual autopista.

18) Vista parcial de la vegetación existente a la altura del Km 158+800. Se observa la presencia de matorral subinorme asociado con nopales del género *Opuntia* y con vegetación secundaria. Se aprecia, asimismo, el grado de deterioro en el que se encuentra la vegetación en algunas zonas colindantes con la carretera.

19) Vista parcial de la vegetación existente en el Km 158+800 la cual está compuesta por *Opuntia leucotricha* (nopal), *Mimosa* sp. (uña de gato) y pastos. La vegetación secundaria se encuentra asociada a vegetación nativa de matorral xerófilo subinorme. Se aprecian las instalaciones del Parador San Pedro.

20) Ejemplares de *Acacia amentacea* localizados aproximadamente a la altura del Km 159+000. En este sitio se observaron también pastos de diversas especies, nopales y agaves.

21) Vista parcial de la actual carretera a la altura del Km 164+800 en donde en el lado izquierdo del cuerpo derecho (fuera del derecho de vía) se encuentra una zona de matorral espinoso asociado con nopalera, cardonal y vegetación secundaria que será afectado por las obras de rectificación de esta curva. Dentro del derecho de vía se aprecia solamente la presencia de herbáceas.

22) Vista parcial de la vegetación existente aproximadamente a la altura del Km 170+000 en donde se observaron árboles de los géneros *Salix*, *Schinus*, *Taxodium* y *Alnus*, así como gramíneas y compuestas que seguramente serán removidos por las obras de ampliación del tercer carril en el cuerpo derecho de la carretera.

23) Ejemplar de *Schinus molle* (pirul) localizado junto a una obra de drenaje a la altura del Km 170+000 aproximadamente.

24) Vegetación introducida en el derecho de vía a la altura del Km 180+400, representada por una gran cantidad de ejemplares de eucalipto, así como de rosa laurel, pirul y casuarina; también se observó la presencia de vegetación secundaria. Estos árboles parecen estar actuando como barrera contra el ruido para el fraccionamiento San Gil y seguramente serán desmontados para poder realizar las obras de ampliación del tercer carril en el cuerpo derecho de la carretera.

25) Vista parcial de terrenos dedicados a la agricultura en los que se siembra maíz y sorgo a la altura del Km 185+000 aproximadamente. Se observa también la existencia de vegetación secundaria.

26) Vista parcial de la vegetación existente a la altura del Km 210+000 la cual está constituida por matorral espinoso, nopalera y cardonal asociado con vegetación secundaria. En este sitio se observaron ejemplares de huizache, mezquite, uña de gato y nopales principalmente, aunque también abundan las herbáceas y compuestas.

27) Vista parcial de la vegetación existente a los lados del cuerpo izquierdo de la actual autopista en el Km 203+400 en donde se pudo apreciar la existencia de pastizal inducido y matorral espinoso asociado con vegetación secundaria.

ANEXO DE PLANOS

ANEXO

METODOLOGIA DE TRABAJO

METODOLOGIA DE TRABAJO

- Recopilación y análisis de información

Una de las primeras actividades desarrolladas fue la recopilación y análisis de la información disponible lo que permitió, por un lado, conocer con mayor detalle las obras a ser realizadas y, por el otro, las características del ambiente fisicoquímico, biológico y socioeconómico de la zona donde se ubicarán las obras de ampliación del tramo de carretera Palmillas - Querétaro.

En esta etapa se contó con material proporcionado por la Dirección de Proyecto de Carreteras, Dependencia a la que le fue solicitada la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental. Al mismo tiempo se consultó material bibliográfico en diversas fuentes de información como bibliotecas, dependencias gubernamentales y centros de investigación.

La fotografía aérea de la zona fue de gran utilidad en la ubicación precisa de la actual autopista México - Querétaro y, en particular, del tramo Palmillas - Querétaro en el cual se realizarán las obras de ampliación a tres carriles de circulación en ambos cuerpos. En ellas se observaron las poblaciones existentes a lo largo del tramo, zonas agrícolas, caseta de cobro, sitios en los que se efectuarán rectificaciones a algunas curvas, así como los rasgos físicos y biológicos presentes.

Una vez que se obtuvieron los datos necesarios, se procedió a ordenarlos, clasificarlos y seleccionarlos a fin de tomar en consideración sólo aquellos que son útiles para el estudio.

- Visitas de campo

Las visitas de campo tuvieron por objeto realizar reconocimientos de las características ambientales prevalecientes a lo largo del trazo de las obras de ampliación, verificar las actividades presentes a los lados de la actual autopista, observar los rasgos físicos e identificar los tipos de vegetación así como las especies de plantas presentes.

Durante las visitas se tomaron fotografías, algunas de las cuales se encuentran incluidas en el ANEXO FOTOGRAFICO y se mencionan en diversos capítulos de este estudio.

- Descripción de las obras a ser llevadas a cabo y de los factores ambientales

Las obras previstas en el proyecto de ampliación del tramo de carretera Palmillas - Querétaro, así como las actividades necesarias para su construcción y funcionamiento, fueron descritas e ilustradas con tablas, fotografías y planos. Las características del ambiente también fueron exhaustivamente explicadas e ilustradas para su mejor comprensión.

El estudio en su totalidad se basó en el "Instructivo para desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental en la modalidad general al que se refieren los artículos 9 y 10 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental".

- Identificación de impactos ambientales

La identificación, evaluación e interpretación de impactos ambientales puede ser realizada con ayuda de diversos tipos de técnicas desarrolladas exprofeso o adaptadas para este fin.

En el caso que nos ocupa, algunas de estas técnicas como son la sobreposición de mapas, listados simples de verificación y una matriz de interacción de impactos fueron empleadas una vez que se tuvo un buen conocimiento de las obras previstas y de los aspectos prevalecientes en el derecho de vía de la actual autopista y de sus alrededores.

En lo que se refiere a la sobreposición de mapas, ésta tuvo por objeto correlacionar las obras de ampliación de carriles, explotación de bancos de material, ubicación de campamentos y de caminos provisionales, con diversos aspectos geológicos, edafológicos y vegetales de la zona e identificar así, los impactos ambientales potenciales, así como delimitar su área de influencia.

Con respecto a los listados simples de verificación, se elaboró uno relativo a las actividades inherentes a las etapas de preparación del sitio, construcción y de operación y mantenimiento. El segundo listado incluye los factores y atributos ambientales presentes en el área de estudio.

Con ayuda de los listados se elaboró la matriz de interacción con la cual fueron identificados los impactos de una manera cualitativa, es decir, los valores asignados reflejan las posibles interrelaciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales. La simbología empleada fue la siguiente: **A** si el impacto es adverso; **B** si es benéfico; **1** si se considera que el impacto es no significativo; **2** si es medianamente significativo y **3** si es significativo.

La identificación y asignación de valores cualitativos a los posibles impactos se efectuó de manera interdisciplinaria; los impactos identificados se describieron en forma detallada, mencionando la etapa del proyecto en que se podrían originar y el factor ambiental afectado.

Tanto las listas de verificación como la matriz de interacción de impactos se encuentran en el capítulo V de esta manifestación.

- Delimitación de áreas

Las áreas consideradas en este estudio fueron:

AREA DE PROYECTO.- Corresponde al derecho de vía de la actual autopista dentro del cual se proyecta realizar las obras de ampliación de tramo Palmillas - Querétaro.

AREA DE INFLUENCIA.- Se trata del área en la cual es posible detectar impactos directos e indirectos debido a las obras a ser llevadas a cabo y a su funcionamiento.

AREA DE ESTUDIO.- Corresponde al área que tuvo que ser analizada a fin de poder describir el ambiente fisicoquímico, biológico y socioeconómico en la zona y sus alrededores, así como delimitar el alcance de las interacciones entre las obras y el ambiente.

El área de influencia del proyecto se observa en el PLANO N° 7 y fue delimitada tomando en consideración los escurrimientos superficiales y bancos de material principalmente.

gasolina y diesel, combustibles que podrán ser adquiridos en las gasolineras que se encuentran a lo largo del tramo de la carretera, por lo que no será necesario almacenarlos. Se estima que la camioneta podría consumir 40 litros de gasolina por día; para cada uno de los camiones de volteo se considera un consumo diario de 40 litros de diesel.

4.5 Requerimiento de agua

El agua para satisfacer las necesidades de consumo humano y de limpieza en la caseta de cobro, así como para el suministro a los depósitos de auxilio instalados a lo largo de la carretera, se ha estimado en 4,000 litros diarios. Actualmente, el abastecimiento de agua se hace de la red del poblado de Puerta de Palmillas.

4.6 Residuos

- Emisiones a la atmósfera

Debido a que la Autopista México - Querétaro se encuentra en funcionamiento, existen emisiones provenientes de los escapes de los vehículos automotores. Tanto en el momento actual como a futuro cuando entren en operación las obras de ampliación, las emisiones deberán ser menores a los niveles máximos permitidos en las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por el Instituto Nacional de Ecología y que son de observancia obligatoria para los usuarios de los vehículos automotores a nivel nacional; dichas normas se enuncian a continuación: NOM-041-ECOL/1993; NOM-045-ECOL/1993; NOM-047-ECOL/1993; NOM-050-ECOL/1993.

- Descargas de aguas residuales

En la caseta de cobro se desechará un 70% del agua requerida que representa 2,800 litros diarios de los cuales el 50% (1,400 litros) escurrirá superficialmente y se evaporará debido a las labores de limpieza y el 50% restante desfogará mediante líneas de drenaje en fosas sépticas instaladas a 50 m como mínimo a cada lado de la caseta.

- Residuos sólidos

Estarán constituidos por los desechos propios de los viajeros (llantas, cartón, plástico, alimentos, etc.), los que deberán ser recolectados en tambos metálicos convenientemente distribuidos a lo largo de la carretera y en la caseta de cobro.

4.7 Factibilidad de reciclaje

Debido al origen y tipo de los residuos sólidos y su cantidad, no se considera necesario un programa de reciclaje.

4.8 Disposición de residuos

Los residuos sólidos se colectarán tanto en el trayecto de autopista como en la caseta de cobro con ayuda de los camiones de mantenimiento de la misma y se llevarán finalmente a los tiraderos municipales de las poblaciones cercanas.

4.9 Niveles de ruido

Las emisiones de ruido de los vehículos de 3 a 10 toneladas no deberán exceder el nivel máximo permisible, que es de 81 a 84 dB (A) respectivamente, de acuerdo a lo establecido en el artículo 29 del "Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido", publicado el 29 de noviembre de 1982.

4.10 Posibles accidentes y planes de emergencia

Se deberá contar con la vigilancia de la Policía Federal de Caminos y corporaciones de tránsito regionales.

Para prestar auxilio ante la posibilidad de accidentes se contará con los servicios de urgencias médicas y de rescate de las poblaciones cercanas al trayecto de la autopista.

Dado que el tramo de autopista analizado en este estudio corresponde a una vía de jurisdicción federal, el transporte de substancias peligrosas deberá efectuarse de acuerdo al "Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos" publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de abril de 1993.

5. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

Se considera que en el caso de las carreteras no hay abandono del sitio ya que, con las actividades de mantenimiento, éstas siguen funcionando.

CAPITULO III

ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO

I. RASGOS FISICOS

1. CLIMATOLOGIA

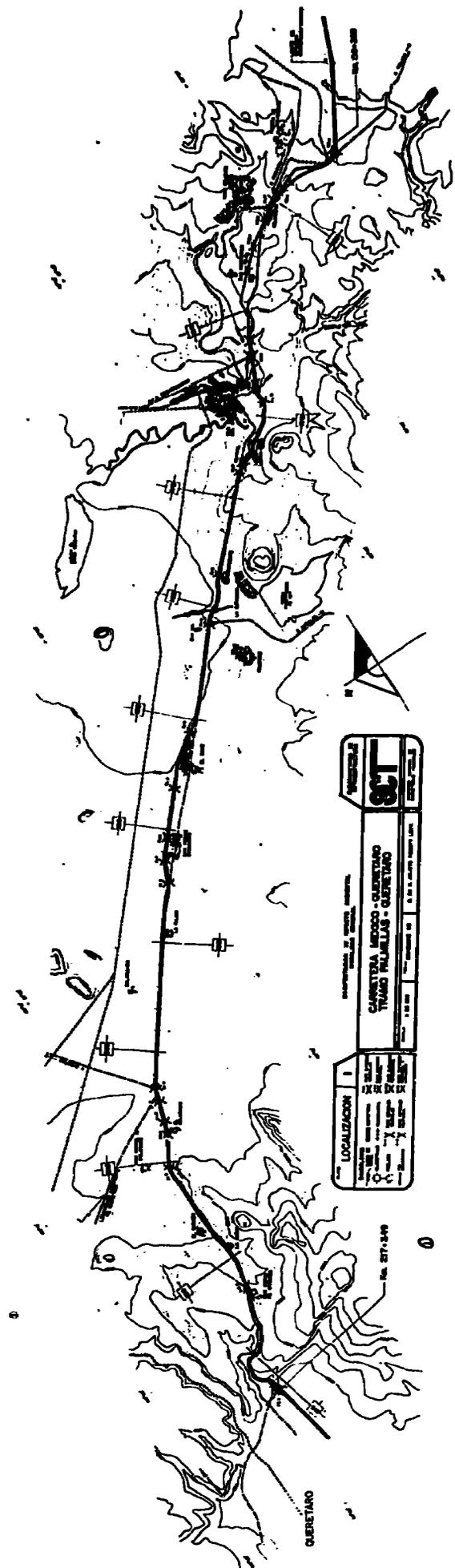
1.1 Tipo de clima

La mayor parte del trayecto de la autopista de cuota México - Querétaro, tramo Palmillas - Querétaro pasa a través materiales aluviales cuya expresión morfológica constituye superficies casi planas; sin embargo, en el tramo de la caseta de Palmillas a la ciudad de San Juan del Río hay varias prominencias constituidas por derrames lávicos de basalto, brechas básicas y tobas que pueden hacer variar las condiciones climatológicas en relación con el resto del tramo carretero estudiado; lo mismo sucede de la localidad El Colorado a la ciudad de Querétaro. Por esta razón, y porque la altitud del trazo va disminuyendo conforme se acerca a la ciudad de Querétaro, se seleccionaron cuatro estaciones climatológicas para realizar el análisis de los diferentes fenómenos meteorológicos y definir los tipos de climas existentes. En la TABLA N° III - 1 se presentan los datos de estas estaciones y del tramo para el que son representativas.

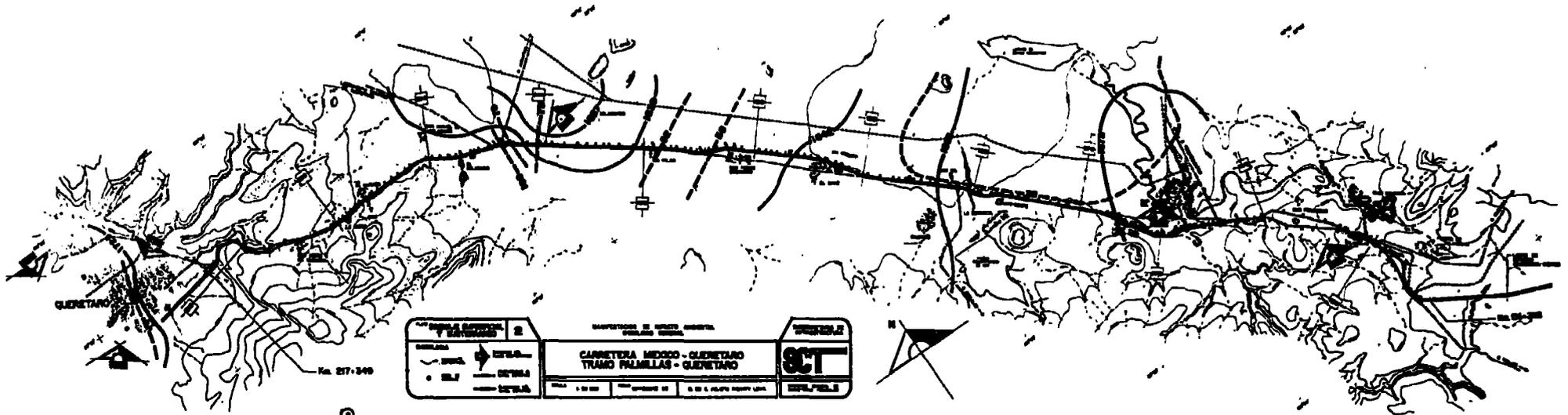
TABLA N° III - 1

ESTACIONES CLIMATOLOGICAS SELECCIONADAS PARA EL ANALISIS DE LOS FENOMENOS METEREOLÓGICOS

ESTACION	ALTITUD	COORDENADAS		TRAMO PARA EL QUE ES REPRESENTATIVA Km - Km
	m.s.n.m.	Latitud	Longitud	
San Juan del Río	1,920	20° 23'	100° 00'	157 + 000 al 173 + 260
Presa Constitución	1,910	20° 25'	100° 05'	173 + 260 al 186 + 000
Pedro Escobedo	1,915	20° 30'	100° 08'	186 + 000 al 193 + 000
Querétaro	1,850	20° 36'	100° 23'	El Colorado - Qro



LOCALIZACION 1. Lugar: ... 2. ... 3. ... 4. ...		INDICACION 1. ... 2. ... 3. ... 4. ...	
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS CARRISTERA MEXICO - QUETZARÓ - QUETZARÓ TRAMO PALMILLAS - QUETZARÓ			
Escala: 1:50,000 Proy. UTM Datum: ...		No. 271-249 0	



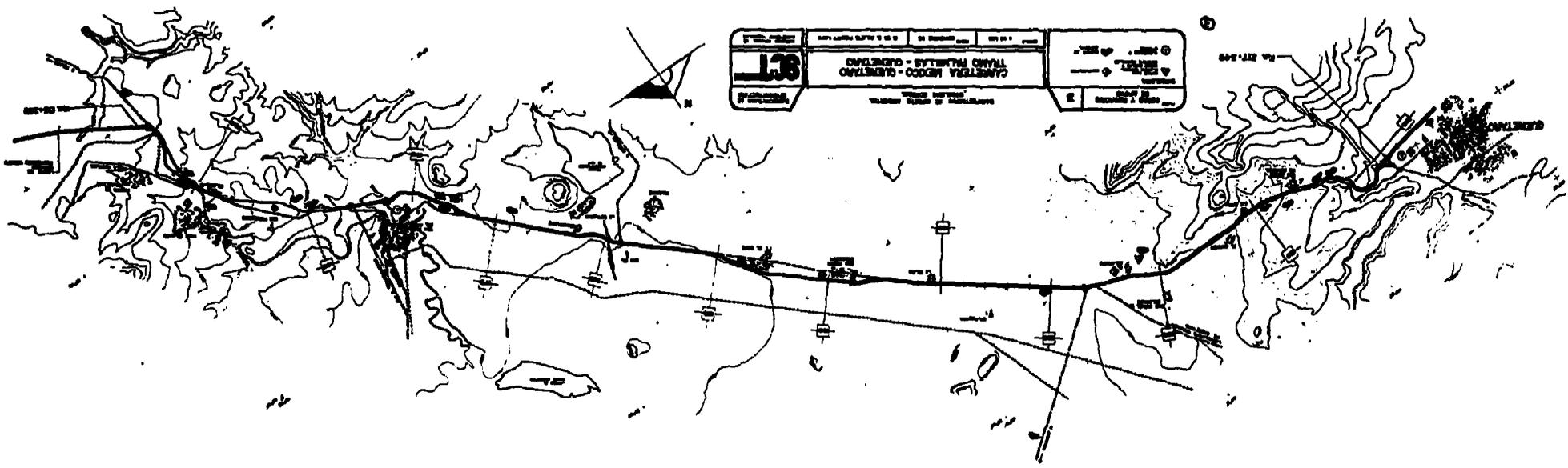
GUENTARO

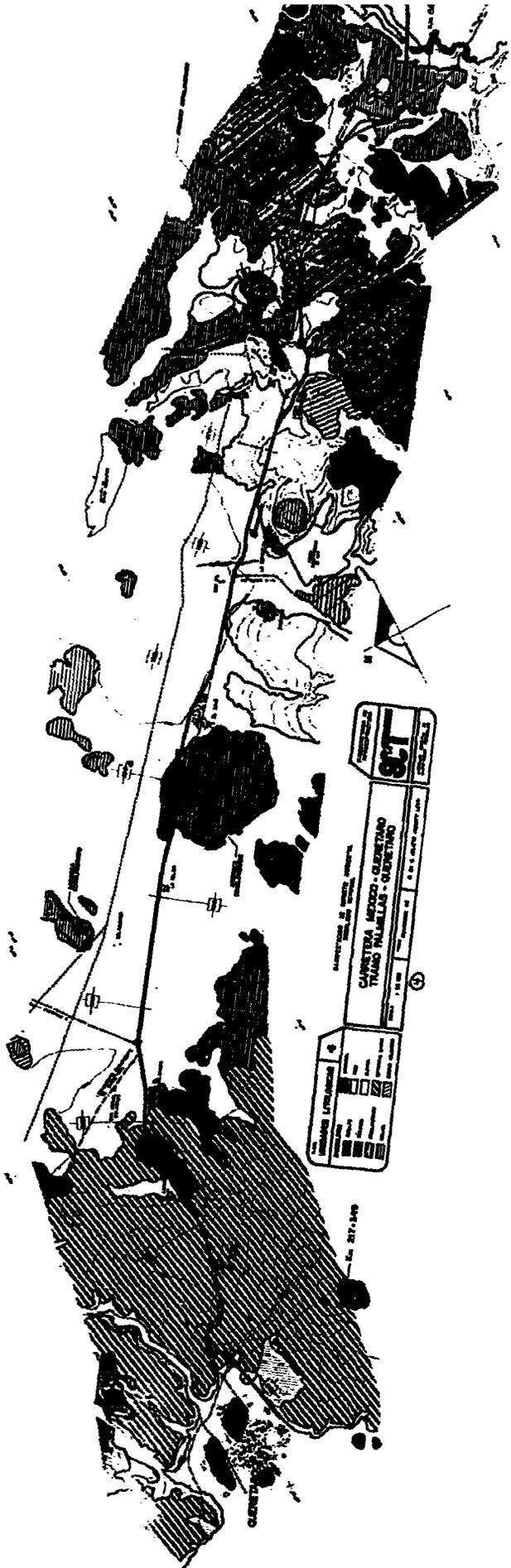
No. 217-349

1:50,000 ESCALA 1:50,000		MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS DISEÑO Y CONSTRUCCION		1:50,000 ESCALA 1:50,000	
LEGENDA - - - - - CAMINO - - - - - CERRILLO - - - - - CERRILLO		CARRETERA MEDCO - GUENTARO TRAMO PALMILLAS - GUENTARO		1:50,000 ESCALA 1:50,000	



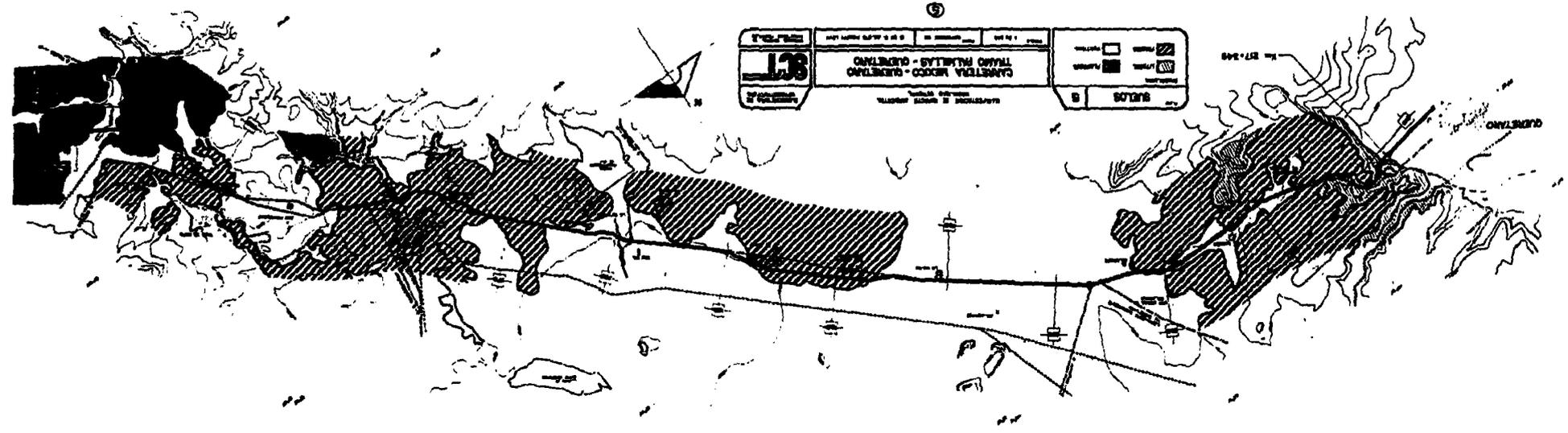
3





ESTADO DE SONORA
CARRETERA MEXICO - GUAYMAS
TIANGUI PALMILLAS - GUAYMAS
Escala 1:50,000
1950

1:50,000



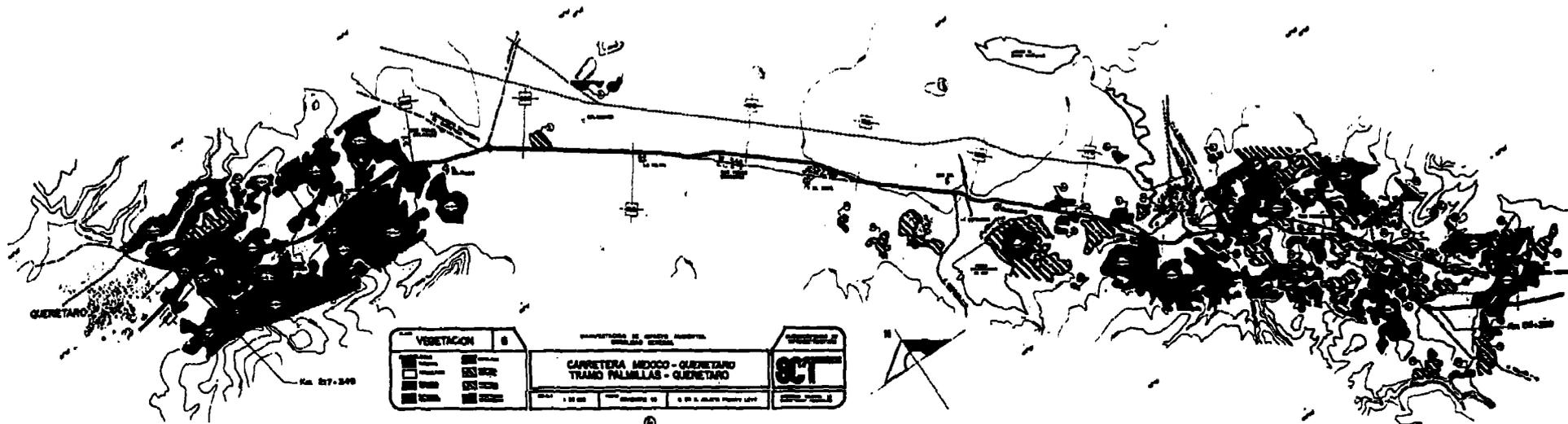
PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y MEJORA
CARRETERA MEXICO - QUERETANO
TRAMO PUEBLAS - QUERETANO
PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y MEJORA

LEYENDA

	CALLE
	CALLE DE TRAFICO UNIDIRECCIONAL
	CALLE DE TRAFICO BIDIRECCIONAL
	CALLE DE TRAFICO UNIDIRECCIONAL CON VENTANA DE GIRO
	CALLE DE TRAFICO BIDIRECCIONAL CON VENTANA DE GIRO
	CALLE DE TRAFICO UNIDIRECCIONAL CON VENTANA DE GIRO Y VENTANA DE GIRO
	CALLE DE TRAFICO BIDIRECCIONAL CON VENTANA DE GIRO Y VENTANA DE GIRO

ESCALA 1:500

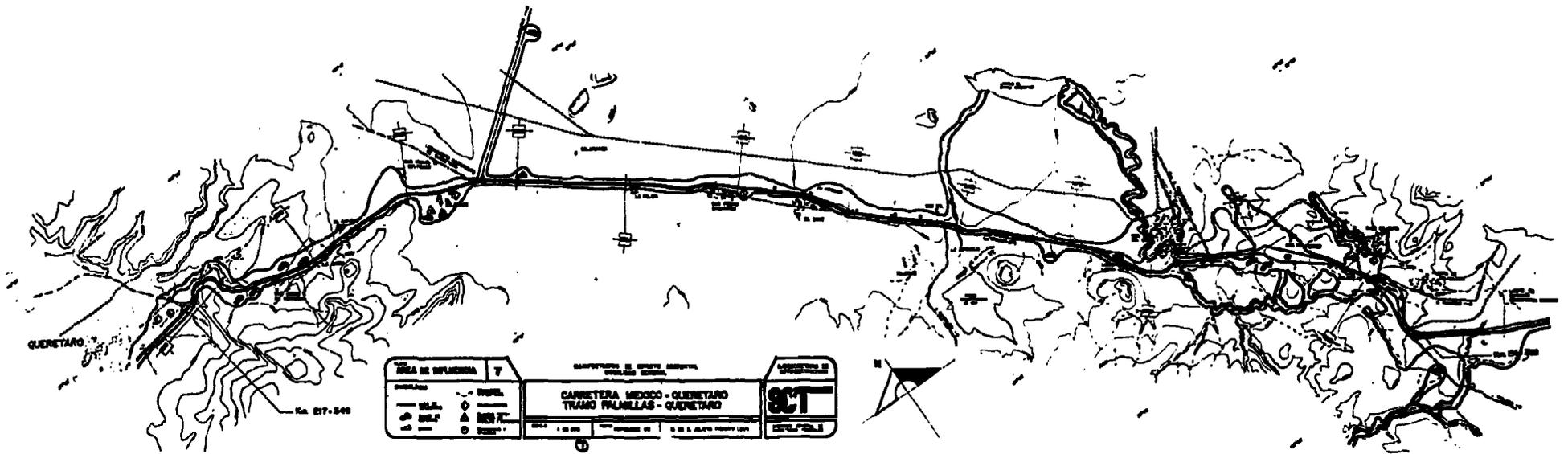
QUERETANO



GUETZARO

Km. 27-249

VEGETACION		INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES GUATEMALA, GUATEMALA		ESCALA 1:50,000
[Symbol] Bosque [Symbol] Matorral [Symbol] Pasto [Symbol] Cultivos	[Symbol] Bosque [Symbol] Matorral [Symbol] Pasto [Symbol] Cultivos	CARRERA MEDICO - GUETZARO TRAMO PALMITAS - GUETZARO		[Symbol] Camino 1:50,000



QUERÉTARO

No. 217-246

ESCALA DE INFLUENCIA 7		COMISIÓN DE SERVICIOS TÉCNICOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS	
CARRERA MEDIO - QUERÉTARO TRAMO PALMITAS - QUERÉTARO		SCT		ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	
LEGENDA --- CARRETERA FEDERAL --- CARRETERA ESTADAL --- CARRETERA MUNICIPAL --- CARRETERA PRIVADA --- CARRETERA DE TERCIERAS CLASES	--- RÍO --- CERRILLO --- CERRILLO DE 70 M. --- CERRILLO DE 100 M.	--- RÍO --- CERRILLO --- CERRILLO DE 70 M. --- CERRILLO DE 100 M.	--- RÍO --- CERRILLO --- CERRILLO DE 70 M. --- CERRILLO DE 100 M.	--- RÍO --- CERRILLO --- CERRILLO DE 70 M. --- CERRILLO DE 100 M.	--- RÍO --- CERRILLO --- CERRILLO DE 70 M. --- CERRILLO DE 100 M.



