

Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza

Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire del Estado de Baja California

[Criterios Generales](#)
[Salud Humana y Medio Ambiente](#)
[Factibilidad Técnica](#)
[Factibilidad Financiera](#)
[Participación Pública](#)
[Desarrollo Sustentable](#)
[Lista de Documentos relevantes](#)

Criterios Generales

1.1 Tipo de Proyecto

La Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas del Estado de Baja California (SAHOPE) propone la pavimentación de calles en las ciudades de Ensenada, Mexicali, Rosarito, Tecate y Tijuana con el fin de reducir las partículas de polvo suspendidas con un diámetro menor a los 10 μg (PM_{10}).

1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se llevará a cabo en las 5 ciudades más importantes del Estado de Baja California: Ensenada, Mexicali, Rosarito, Tecate y Tijuana. La pavimentación de las 5 ciudades será dentro de la franja fronteriza de los 100 km establecida en el criterio general de la COCEF. La Figura 1 presenta la ubicación de las 5 ciudades beneficiadas como parte de este proyecto.

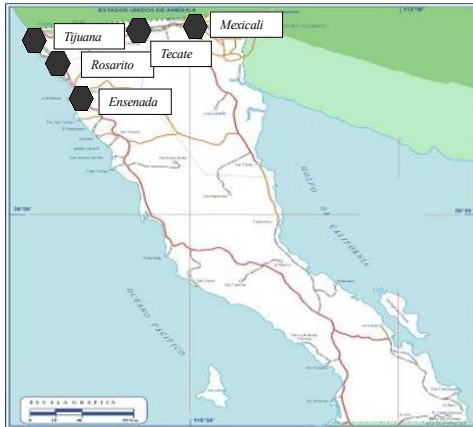


Figura 1 Estado de Baja California

1.3 Descripción del proyecto y tareas

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la pavimentación de aproximadamente 1,780,000 m^2 (222 km con un ancho de calle promedio de 8 m) durante el primer año. El programa integral a 5 años considera la pavimentación de 14,900,000 m^2 (1,860 km) en los 5 municipios. El anexo 1 cuenta con información a detalle con las calles a pavimentar.

Descripción de la comunidad

Las 5 ciudades beneficiadas como parte de este proyecto son: Ensenada, Mexicali, Rosarito, Tecate y Tijuana. El Cuadro 1 presenta la población de acuerdo al censo de las ciudades.

Cuadro 1. Población de las Ciudades del Estado de Baja California

Ciudad	Población
Ensenada	370,730
Mexicali	764,602
Rosarito	63,420
Tecate	77,795
Tijuana	1,210,820

Las comunidades cuentan con un porcentaje de pavimentación de acuerdo a lo expuesto en el Cuadro 2. El objetivo del programa es lograr entre el 80 y el 85 por ciento de pavimentación en los centros urbanos del Estado.

Cuadro 2. Cobertura actual de Pavimentación

Ciudad	Cobertura actual de Pavimentación
Ensenada	38
Mexicali	44
Rosarito	55
Tecate	35
Tijuana	55

1.4 Cumplimiento con Tratados y Acuerdos Internacionales

No existe ningún tratado o acuerdo internacional con referencia a este proyecto. Sin embargo, cabe mencionar que debido a que las cuencas de aire son compartidas en el caso de las ciudades adyacentes a la frontera internacional, el proyecto tendrá impactos positivos en ambos lados de la frontera.

Salud Humana y Medio Ambiente

2.1 Necesidad en Materia de Salud Humana y Medio Ambiente

El PM_{10} se puede definir como partículas sólidas o líquidas, como polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen dispersas en la atmósfera, cuyo diámetro es igual o inferior a $10\text{ }\mu\text{m}$ (1 micrómetro corresponde a la milésima parte de 1 milímetro). Algunas sustancias que pueden estar asociadas a estas partículas son el plomo, arsénico, berilio, cadmio, mercurio, sulfatos, nitratos e hidrocarburos policíclicos aromáticos, todas ellas por deposición sobre el suelo de contaminantes antropogénicos.

El factor determinante en el efecto en salud es el tamaño de las partículas, debido al grado de penetración y permanencia que ellas tienen en el sistema respiratorio. La mayoría de las partículas cuyo diámetro es mayor a $5\text{ }\mu\text{m}$ se depositan en las vías aéreas superiores (nariz), en la tráquea y los bronquios. Aquellas cuyo diámetro es inferior, tienen mayor probabilidad de depositarse en los bronquiolos y alvéolos y a medida que su tamaño disminuye son más dañinas.

Los efectos en salud humana vinculados a la exposición prolongada de material particulado fino (diámetro de partícula $10\mu\text{m}$ y menores) son:

- ❑ Irritación de ojos y nariz
- ❑ Incremento de enfermedades respiratorias
- ❑ Agravamiento en casos de asma
- ❑ Disminución de la función pulmonar
- ❑ Incremento en síntomas respiratorios

Una vez que las partículas se han depositado en el sistema respiratorio, su acción irritante es producto por una parte, de su composición química y su toxicidad y, por otra, de su facilidad de absorber y adsorber otras sustancias en su superficie, produciéndose un efecto sinérgico que incrementa su agresividad.

En 1996 la Agencia de Protección al Ambiente de los estados Unidos (EPA) publica el documento titulado "Air Quality Criteria for Particulate Matter" (PM AQCD), en el que entre otros aspectos referentes la contaminación atmosférica por partículas suspendidas hace una reseña de diversos estudios sobre los efectos de estos contaminantes sobre la salud humana. Este documento entre sus conclusiones señala que la mayor parte de la evidencia epidemiológica disponible sugiere un incremento en la mortalidad humana como consecuencia de la exposición a material particulado (PM) en el aire ambiente tanto de corto como largo plazo, sin embargo, limitaciones en la evidencia disponible imposibilitan la cuantificación de los años de vida perdidos por este incremento en la mortalidad de la población expuesta.

Esta misma fuente también señala entre sus conclusiones que la evidencia de los estudios epidemiológicos sobre los efectos sobre la salud humana relacionados con la exposición humana PM en el aire ambiente es consistente, demostrando la mayor cantidad de estos estudios incrementos en la mortalidad, en hospitalizaciones y en síntomas respiratorios y decrementos en el funcionamiento pulmonar de las poblaciones estudiadas, relativo a diversos índices de exposición a PM. En este sentido, el documento reconoce la complejidad de los efectos sinérgicos (asociación con otros contaminantes, tamaño de partículas, origen del material particulado, edad y susceptibilidad de la población expuesta, etc) que generan variaciones significativas entre los resultados de los diversos estudios sobre exposición humana a contaminantes atmosféricos como el material particulado. No obstante, concluye que los referidos estudios dan razón suficiente para estar preocupados por la existencia de efectos detectables sobre la salud humana atribuibles a la exposición a PM en el aire ambiente aun a niveles por debajo de los estándares nacionales de Estados Unidos.

La Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993 determina los límites máximos de concentración de PM_{10} en el aire ambiente para la protección de la salud pública, siendo estos $50\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio anual para exposición crónica y $150\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas una vez al año para exposición aguda. Cabe señalar que la normatividad para este mismo parámetro en Estados Unidos y a la que hace referencia el párrafo anterior es idéntica.

A continuación se presentan los resultados de la red de monitoreo en Mexicali y Tijuana. Las ciudades de Rosarito y Ensenada no cuentan con una red de monitoreo, mientras que en Tecate se encuentra un muestreador de calidad del aire, cuyos resultados se incluyen en el análisis de Tijuana.

Mexicali

Desde 1996 opera una Red de Monitoreo de la Calidad del Aire Mexicali B.C., los reportes de ésta indican que la contaminación por PM_{10} es uno de los mayores problemas de la calidad del aire en Mexicali. Existe un Inventario de Emisiones para la ciudad de Mexicali realizado con datos de 1996 (www.ine.gob.mx/dgicury/calair/difusion.html), del cual se desprende que el 63% de la contaminación del aire por PM_{10} en la ciudad (53,689 toneladas / año) se debe al levantamiento de polvos por el tránsito de vehículos sobre caminos sin pavimentar. Aproximadamente el 38% de la zona urbana en ese tiempo carecía de vialidades pavimentadas. En 1997 según los datos de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire en Mexicali, se rebasó la Norma para exposición aguda de PM_{10} en 91 días del año.

Por otra parte, esta misma red arroja los siguientes resultados para el promedio anual de PM_{10} en las diferentes estaciones de monitoreo:

Estación	Promedio anual de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	1998	1999	2000	2001
Tecnológico	48	58	62	52
UABC	81	87	96	79
CBTIS 21	49	54	54	45
COBACH-BC	128	151	169	136
CONALEP	67	85	71	67
Col. Progreso	148	194	265	217

Fuente: www.epa.gov/ttn/catc/cica/

Puede apreciarse que en gran medida se sobrepasa el valor máximo permisible normado para exposición crónica de PM_{10} .

De acuerdo a los datos proporcionados por el Consejo de Urbanización Municipal de Mexicali (CUMM), se han logrado los siguientes esfuerzos de pavimentación en los últimos años:

Año	Superficie (m^2)
1997	87,365
1998	80,177
1999	70,147
2000	65,596
2001	73,833
2002	78,375

Los datos anteriores se procesaron a través de la metodología que mas adelante se describirá, obteniéndose estimaciones de la reducción anual de PM_{10} por los esfuerzos de pavimentación que se presentan en el siguiente cuadro:

Año	Reducción PM_{10} (Ton/año)
1997	645
1998	592
1999	518

2000	484
2001	545
2002	579

De los resultados anteriores se tiene que en promedio se logra reducir anualmente aproximadamente 560 toneladas de PM_{10} generadas por el tránsito de vehículos sobre calles sin pavimento en Mexicali. Contrastando esta cantidad contra las 53,689 toneladas anuales de PM_{10} estimadas por el Inventario de Emisiones de Mexicali para esta misma fuente (tránsito sobre calles sin pavimento), resulta que los esfuerzos “normales” de pavimentación logran incidir en reducir apenas el 1% de las emisiones de PM_{10} en la cuenca atmosférica de esta ciudad.

Por tanto, se vuelve evidente la urgente necesidad de un esfuerzo extraordinario para abatir el rezago de pavimentación y por consecuencia la elevada emisión de PM_{10} en Mexicali, buscando llevar la calidad del aire ambiente a los niveles satisfactorios para la protección de la salud pública según la normatividad aplicable.

Tijuana

En la ciudad de Tijuana se tiene una red de monitoreo conformada por seis estaciones de las cuales cuatro miden concentraciones de O_3 , NO_2 , SO_2 y CO , así como temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, además de muestrearse manualmente las partículas PST y PM_{10} . En las dos estaciones restantes únicamente se muestrean las PST y PM_{10} . Las estaciones son: Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT), Rosarito, La Mesa, Playas, Centro de Salud (SSA) y Colegio de la Frontera (COLEF).

En el siguiente cuadro se resumen los datos de esta red de monitoreo para el contaminante PM_{10} en promedio anual. En este sentido, resulta importante mencionar que el monitoreo de este contaminante no se hace de manera continua, sino que se realiza comúnmente una vez cada seis días, por lo que la información presentada debe ser analizada y considerada bajo esa premisa.

Estación	Promedio anual de PM_{10} ($\mu g/m^3$)			
	1998	1999	2000	2001
Tecnológico	48	55	51	45
Centro de Salud	49	58	51	51
La Mesa	65	66	59	65
Playas de TJ	38	42	38	36
Rosarito	-	-	61	51

Fuente: www.epa.gov/ttn/catc/cica/

Esta información derivada del monitoreo directo de la calidad del aire en la ciudad de Tijuana, hace evidente que en buena medida en esta cuenca atmosférica para PM_{10} sobrepasa los 50 $\mu g/m^3$ que la normatividad para la protección de la salud pública señala como promedio anual para exposición crónica.

De acuerdo al Inventario de Emisiones desarrollado para Tijuana dentro del Programa para Mejorar la Calidad del Aire de Tijuana Rosarito 2000 - 2005, las fuentes de área son responsables de generar 23,563 toneladas anuales de PM_{10} , de las cuales el 76 % (17,860 toneladas anuales) son producto del movimiento vehicular sobre calles no pavimentadas, esto debido a que en Tijuana el 40 % de las vialidades no tienen revestimiento. El parque vehicular en esta ciudad para 1998 fue de 363,188 vehículos registrados. Por su parte Rosarito presenta el 95 % de las vialidades sin revestimiento y un parque vehicular para 1998 de 10,767 vehículos registrados (www.ine.gob.mx/dgicurg/calair/difusion.html).

Un aspecto trascendente al considerar el rezago en pavimentación en Tijuana y su relación con la calidad del aire y la salud humana, es el alarmante ritmo de crecimiento de la mancha urbana. En este sentido, aunque no toda la ciudad presenta el mismo ritmo de crecimiento, se tienen identificadas dos zonas (una al oriente y otra al sur de la ciudad) con una tasa media de crecimiento anual poblacional del 17 %. Otras zonas de Tijuana llegan también a tasas medias de crecimiento anual de 10.6 % y 6.2 %, en contraste el resto de la mancha urbana, las áreas más consolidadas, presentan una tasa media de crecimiento anual poblacional del 3.8 %. Esta área consolidada de Tijuana, sin embargo, representa el 80 % de la superficie de la mancha urbana, mientras que las áreas de alto crecimiento antes mencionadas representan el restante 20 % (fuente: Dirección de Planeación Urbana Regional de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas del Estado).

De acuerdo a las tasas de crecimiento poblacional se espera que las áreas de alto crecimiento (mayormente desprovistas de servicios, incluyendo la pavimentación) generen anualmente un mayor número de habitantes que los que se esperaba de la población asentada en las áreas consolidadas (mayormente dotadas de servicios). La pavimentación en Tijuana, reviste entonces una trascendencia primordial para la prevención de la contaminación y conservación de la salud humana ante un escenario crítico de crecimiento poblacional, virtualmente imposible de incorporar al desarrollo urbano sustentable con las capacidades presupuestales de los gobiernos local y estatal sin un programa de gran alcance como lo es el Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire.

Otro aspecto que cabe resaltar al justificar el proyecto de pavimentación para la ciudad de Tijuana, es que no obstante los datos del monitoreo de la calidad del aire actualmente indican que la cuenca atmosférica generalmente se encuentra sobre o muy cercana al límite máximo permisible de PM_{10} para exposición crónica (ver cuadro anterior), es relevante notar que la ubicación geográfica de la red de monitoreo de calidad del aire que genera estos datos se posiciona mayormente en la región consolidada de crecimiento urbano de la ciudad de Tijuana, distante de la influencia que sobre los resultados de calidad de aire pudieran aportar las áreas de alto crecimiento comentadas anteriormente.

Metodología para Estimar la Reducción de PM_{10} por Pavimentación

Se utilizaron los modelos o factores de emisión sugeridos por la Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos (US EPA) en su publicación “AP-42 Compilation of Air Emission Factors”, tanto para emisiones de PM_{10} por el tránsito vehicular sobre calles sin pavimento como sobre calles pavimentadas. La disminución en la contaminación por PM_{10} se determinó entonces como la diferencia entre el factor de emisión de calles sin pavimentar y el factor de emisión de calles pavimentadas.

El modelo utilizado para estimar la emisión de partículas generadas por el tránsito vehicular sobre calles sin pavimento es el siguiente:

$$E = \frac{k (s/L)^a (W/3)^b}{(M/0.2)^c}$$

donde:

E = Emisión de material particulado en lb./VMT (millas transitadas por vehículos)

S = Contenido de arcilla del material superficial (%)

W = Peso promedio de los vehículos transitando por la vialidad (ton)

M = Contenido de humedad del material superficial (%)

Además, k , a , b y c son constantes empíricas derivadas de mediciones directas y relativas al tipo de material particulado que se esté estimando. Para PM_{10} se tienen los siguientes valores:

Constante	PM_{10}
k (lb./VMT)	2.6
A	0.8
B	0.4
C	0.3

Por otra parte, el modelo utilizado para estimar la emisión de partículas generadas por el tránsito vehicular sobre calles pavimentadas es el siguiente:

$$E = k (sL/2)^{0.65} (W/3)^{1.5}$$

donde:

E = Emisión de material particulado en las unidades de “ k ”

k = Factor multiplicador relativo al tamaño de partícula estimada

W = Peso promedio de los vehículos transitando por la vialidad (ton)

sL = Carga de material particulado sobre la vialidad (g/m^2)

El factor multiplicador para “ k ” relativo a PM_{10} y unidades de g/VKT (kilómetros transitados por vehículos), según la misma fuente consultada para el cálculo de estos factores de emisión es de 4.6 (g/VKT)

Estos factores, en unidades de peso por el total de kilómetros transitados, se multiplicaron para cada año por el número de kilómetros pavimentados para obtener la disminución en la aportación de emisiones de PM₁₀ de la siguiente fórmula:

$$D = [E_{\text{Calles Sin Pavimento}} - E_{\text{Calles Pavimentadas}}] \times \text{Km. Pavimentados} \times \text{Tránsito Vehículos} / \text{año}$$

Donde D es la disminución en la emisión de PM₁₀ por el tránsito de vehículos sobre calles sin pavimento en toneladas / año, para el año que corresponda debida a los esfuerzos de pavimentación en dicho año. Los resultados se presentan en la siguiente sección de este estudio.

Modelación de la Disminución de Contaminación por PM₁₀ en Mexicali

Para el caso de Mexicali se consideraron los mismos valores para algunas de las variables en los modelos antes descritos que los utilizados en el Inventario de Emisiones de Mexicali. A saber: porcentaje de arcilla (11%) y de humedad (1.3%) en el material superficial, así como el peso promedio de los vehículos (1.9 toneladas) que transitan por estas vialidades.

Los datos relativos a la pavimentación de calles para el periodo 1997- 2002 se obtuvieron de información proporcionada por Consejo de Urbanización de Municipal Mexicali, principal organismo dedicado a dicha actividad. Estos datos indican la superficie en metros cuadrados pavimentada cada año y las vialidades correspondientes. De esta información se deduce que se trata principalmente de calles vecinales y algunas vialidades secundarias, mismas que según información proporcionada por el Departamento de Ingeniería de Tránsito del Municipio de Mexicali, normalmente son de 6 a 10 metros de ancho y registran tránsito vehicular entre 200 y 800 vehículos diarios. Estos datos nos permiten considerar vialidades de 8 metros de ancho en promedio (con lo que estimamos la longitud de las calles pavimentadas a partir de la superficie reportada) y un tráfico vehicular promedio de 500 vehículos diarios sobre dichas vialidades.

La proyección de pavimentación que hace el Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire se toma para los años del 2003 al 2007, bajo las mismas consideraciones en cuanto al tipo de vialidades.

Año	Km	Tránsito Vehicular		Emisión de PM10 (Ton/año)			
		Día	Año	VKT-año	No Pav.	Pavim.	Disminución
1997	10.92	500	182,500	1,993,014	646.79	1.61	645.18
1998	10.02	500	182,500	1,829,038	593.58	1.48	592.10
1999	8.77	500	182,500	1,600,228	519.32	1.30	518.03
2000	8.20	500	182,500	1,496,409	485.63	1.21	484.42
2001	9.23	500	182,500	1,684,315	546.61	1.36	545.25
2002	9.80	500	182,500	1,787,930	580.24	1.45	578.79
2003	71.51	500	182,500	13,049,708	4,235.02	10.57	4,224.45
2004	73.40	500	182,500	13,395,956	4,347.39	10.85	4,336.54
2005	76.05	500	182,500	13,878,532	4,504.00	11.24	4,492.76
2006	79.78	500	182,500	14,557,090	4,724.21	11.79	4,712.42
2007	77.48	500	182,500	14,139,347	4,588.64	11.45	4,577.19

Aplicando la metodología antes mencionada y los valores recomendados para las constantes en los modelos, así como los valores utilizados en el propio Inventario de Emisiones de Mexicali elaborado en 1996 y tomado como punto de referencia en este estudio, se obtuvieron los siguientes resultados.

El factor de emisión para tránsito sobre **calles sin pavimentos** se calculó resultando en un valor de E = 324.53 g/VKT, lo que representa que por cada kilómetro recorrido por un vehículo sobre una vialidad sin pavimento se “levantan” 324.54 gramos de polvo con tamaño de partículas menores o igual a 10 micras. Resulta importante destacar que el valor para este factor que se utiliza en el Inventario de Emisiones de Mexicali es de 306.53 g/VKT, el que resulta muy similar al encontrado en este trabajo utilizando la modelación antes descrita.

El factor de emisión para tránsito sobre **calles pavimentadas** se calculó resultando en un valor de E = 0.81 g/VKT, lo que representa que por cada kilómetro recorrido por un vehículo sobre una vialidad pavimentada se “levantan” 0.81 gramos de partículas menores o iguales a 10 micras. Este material particulado proviene de diversas fuentes, principalmente del polvo depositado sobre el pavimento, de sustancias dispersas sobre el mismo y de la propia erosión y desgaste tanto del pavimento como de los neumáticos.

El cuadro anterior presenta los resultados anualizados según la pavimentación que se reportó de 1997 al 2002 y según la proyecta el Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire para los años del 2003 al 2007. En ella se observa la gran contribución a la disminución de PM₁₀ del Programa antes referido en el escenario más conservador: que se pavimenten calles vecinales de bajo flujo vehicular (tránsito aproximado = 500 vehículos diario). En realidad el Programa pretende cubrir también vialidades que se pudieran considerar como secundarias y en las cuales el tránsito vehicular es al menos el doble del estimado en esta modelación, incrementando proporcionalmente en estos casos el beneficio en la disminución de emisiones de PM₁₀.

Modelación de la Disminución de Contaminación por PM₁₀ en Tijuana

Para el caso de Tijuana se consideraron los mismos valores para las variables utilizadas para la modelación hecha anteriormente para Mexicali, esto porque aunque deben de existir diferencias entre los tipos de suelo, de vehículos, velocidad e intensidad de tránsito, etc., el análisis de los modelos indica que las diferencias en los resultados de modelación al variar ligeramente estos parámetros no son significativas para proyecciones generales como las que pretende este apartado.

Por la estrategia social y financiera del Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire, retomamos como lo hicimos para Mexicali que se trata principalmente de calles vecinales y algunas vialidades secundarias, normalmente de 6 a 10 metros de ancho, que registran tránsito vehicular entre 200 y 800 vehículos diarios. Estos datos nos permiten considerar entonces vialidades de 8 metros de ancho promedio (con lo que estimamos la longitud de las calles pavimentadas a partir de la superficie reportada) y un tráfico vehicular promedio de 500 vehículos diarios sobre dichas vialidades.

La proyección de pavimentación que hace el Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire se toma para los años del 2003 al 2007, bajo las mismas consideraciones en cuanto al tipo de vialidades. La pavimentación proyectada para Tijuana de acuerdo al Programa y a las características de la vialidades antes mencionadas es la siguiente:

SUPERFICIE		
Año	m ²	km
2003	1,204,048	150.51
2004	1,185,831	148.23
2005	1,167,093	145.89
2006	1,266,730	158.34
2007	1,709,278	213.66

Año	Km	Tránsito Vehicular		Emisión de PM10 (Ton/año)			
		Día	Año	VKT-año	No Pav.	Pavim.	Disminución
2003	150.51	500	182,500	27,467,231	8,913.94	22.25	8,891.69
2004	148.23	500	182,500	27,051,770	8,779.11	21.91	8,757.20
2005	145.89	500	182,500	26,624,309	8,640.39	21.57	8,618.82
2006	158.34	500	182,500	28,897,278	9,378.03	23.41	9,354.63
2007	213.66	500	182,500	38,992,904	12,654.37	31.58	12,622.78

Aplicando la metodología antes mencionada y los valores recomendados para las constantes en los modelos, se obtuvieron los siguientes resultados:

El factor de emisión para tránsito sobre **calles sin pavimentos** se calculó resultando en un valor de E = 324.53 g/VKT, lo que representa que por cada kilómetro recorrido por un vehículo sobre una vialidad sin pavimento se “levantan” 324.54 gramos de polvo con tamaño de partículas menores o igual a 10 micras, mientras que el factor de emisión para tránsito sobre **calles pavimentadas** resultó en un valor de E = 0.81 g/VKT, lo que representa que por cada kilómetro recorrido por un vehículo sobre una vialidad pavimentada se “levantan” 0.81 gramos de partículas menores o iguales a 10 micras.

2.2 Evaluación Ambiental

SAHOPE ha preparado un informe preventivo con el fin de cumplir con la normatividad ambiental del Estado. El dictamen correspondiente se espera a fines de febrero.

2.3 Cumplimiento de las Leyes y Reglamentos Aplicables en Materia Ambiental y de Recursos Culturales

Leyes y Reglamentos Ambientales

La intención del proyecto es mejorar la calidad del aire a través del cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, la cual determina los límites máximos de concentración de PM_{10} en el aire ambiente.

Factibilidad Técnica

3.1 Tecnología Apropiada

Es importante mencionar que en la **cuenca de Imperial** (área de Mexicali) el tipo de pavimento que se utilizará es el **Asfáltico** y en la **cuenca de San Diego** (área de Ensenada, Rosarito, Tecate y Tijuana) el pavimento **Hidráulico**.

Al realizar la pavimentación con concreto asfáltico en las calles de la Ciudad de Mexicali, así como también en las calles principales en sus distintas Delegaciones localizadas en el Valle y Puerto, se tiene como finalidad principal un ahorro considerable en costos de mantenimiento, ya que al ser este pavimento del tipo flexible, sufre en menor grado ruptura o agrietamiento por los efectos de la dilatación y la contracción ocasionada por las temperaturas tan extremas que se registran en esta región.

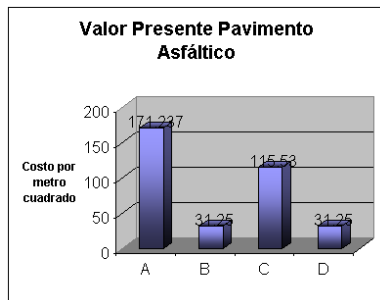
También es importante hacer mención a que la temporada de lluvias que se presenta en el invierno, registran una baja precipitación pluvial, lo cual hace que este factor no sea un problema de importancia para el mantenimiento del pavimento asfáltico.

Por lo que respecta al tipo de suelo de la zona que es del tipo arcilloso altamente reactivo y heterogéneo, es recomendable el pavimento **asfáltico** ya que este al ser flexible absorbe los movimientos del terreno, lo que no sucede con los pavimentos rígidos (hidráulico) que bajo cualquier alteración en el terreno, se agrieta y tiende a levantarse, presentándose la necesidad de cortar losas para hacer las reparaciones correspondientes y a la vez se forman las denominadas juntas frías, para las cuales se debe de tener especial cuidado.

Finalmente debido a la gran cantidad de polvos en el ambiente, si no se efectúa un sellado de juntas adecuado y permanente, se propicia que dichos polvos se introduzcan a las juntas, eliminando la función de las mismas, que es la de absorber los incrementos y decrementos de dimensiones, lo que ocasiona que por las contracciones y dilataciones propias del concreto se presente alabeo, levantamiento, despostillamiento o ruptura de losas, aspectos causantes de la intransibilidad de estas superficies de rodamiento, dado el alto costo de las reparaciones en concreto hidráulico.

Valor presente

Tenemos además que por cuestiones de costo, la utilización de asfalto para la pavimentación resulta más conveniente. Haciendo un análisis a **valor presente** podemos darnos cuenta de que efectivamente resulta más beneficioso la utilización de asfalto en la cuenca de Imperial.



A: Costo de pavimento asfáltico.
B: Riego de sello a los 7 años.
C: Reencarpetado a los 12 años.
D: Riego de sello a los 19 años.

Analizando los costos de pavimentación asfáltica y los de su mantenimiento en un periodo de 20 años y tomando en cuenta una inflación anual promedio de 4% tenemos que el valor presente para este tipo de pavimentación por metro cuadrado es el siguiente:

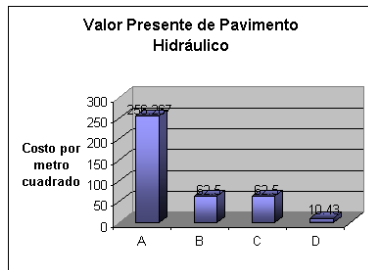
Costo de Pavimento asfáltico: \$171.237

Riego de sello a los 7 años: \$31.25 y a valor presente: \$41.22

Reencarpetado a los 12 años: \$115.53 y a valor presente: \$184.96

Riego de sello a los 19 años: \$31.25 y a valor presente: \$65.83

Sumando todos los costos anteriores podemos determinar el valor presente de los mismos por metro cuadrado de pavimento asfáltico, que es: **\$463.24**



A: Costo de pavimentación hidráulica.
B: Colocación de cintilla y sellado en junta a los 8 años.
C: Colocación de cintilla y sellado a los 16 años.
D: Colocación de concreto hidráulico dañado a los 20 años.

Podemos de igual manera determinar el valor presente para el pavimento de tipo hidráulico, sumando el costo de pavimentación por metro cuadrado a los costos de mantenimiento en valor presente.

Costo de pavimento hidráulico: \$256.27

Colocación de cintilla a los 8 años: \$62.5 y a valor presente: \$85.53

Colocación de cintilla a los 16 años: \$62.5 y a valor presente: \$117.06

Colocación de concreto hidráulico dañado a los 20 años: \$10.43 y a valor presente: \$22.85.

Una vez sumados los costos anteriores tenemos que el costo de pavimentación hidráulica y su mantenimiento es de **\$481.70** por metro cuadrado.

Analizando los costos de mantenimiento a valor presente de ambos tipos de pavimento podemos darnos cuenta que los del asfáltico son mayores a los del pavimento hidráulico. Pero tenemos que una vez sumados los costos de pavimentación y los de mantenimiento resulta más atractivo el pavimento asfáltico porque requerirá de un flujo de efectivo menor al hidráulico. El flujo de efectivo requerido por el pavimento asfáltico, iniciando el proyecto, sería menor en \$85.04 por metro cuadrado.

Capacidad instalada

Tijuana – Rosarito

Las ciudades de Tijuana y Rosarito cuentan con 6 empresas productoras de concreto hidráulico, las cuales tienen capacidad de producir 8,400 m³/día y anualmente 2'184,000 m³. Asimismo cuentan con 5 plantas productoras de concreto asfáltico con una capacidad de producir de 2,140 m³/día y anualmente 556,400 m³.

Ensenada

Cuenta con 5 empresas productoras de concreto hidráulico, las cuales tienen una capacidad de producir 1,080 m³/día y anualmente 280,800 m³. Asimismo cuentan con 2 plantas productoras de concreto asfáltico con una capacidad de producir 480 m³/día y anualmente 124,800 m³.

Tecate

Cuenta con 1 empresa productora de concreto hidráulico, la cual tiene capacidad de producir 400 m³/día y anualmente 104,000 m³. No existen plantas productoras de concreto asfáltico.

Mexicali

Cuenta con 5 empresas productoras de concreto hidráulico, en la ciudad y puerto de San Felipe, las cuales tienen una capacidad de producir 4,520 m³/día y anualmente 1'175,200 m³. Asimismo cuentan con 6 plantas productoras de concreto asfáltico con una capacidad de producir de 2,450 m³/día y anualmente 637,000 m³.

CONCRETO HIDRÁULICO

MUNICIPIO	VOLUMEN REQUERIDO M ³ /AÑO	M ³ / DIA	M ³ / AÑO	% DE UTILIZACION
TIJUANA ROSARITO	329,000	8,400	2,184,000	55
ENSENADA	74,769	1,080	280,800	60
TECATE	24,500	400	104,000	50
MEXICALI	--	4,520	1,175,200	60
TOTALES	428,269		3,744,000	

CONCRETO ASFALTICO

MUNICIPIO	VOLUMEN REQUERIDO M ³ /AÑO	M ³ / DIA	M ³ / AÑO	% DE UTILIZACION
TIJUANA ROSARITO	109,571	2,140	556,400	40
ENSENADA	--	480	124,800	15
TECATE	--	--	--	--
MEXICALI	30,250	2,450	637,000	40
TOTAL	139,821		1,318,200	

3.2 Plan de Operación y Mantenimiento

La operación y el mantenimiento de las calles serán responsabilidad de los municipios donde se lleven a cabo las obras.

3.3 Cumplimiento con las Normas y Reglamentos de Diseño

Existen proyectos ejecutivos tipo para la pavimentación. Como se indicó, se utilizará concreto asfáltico e hidráulico, dependiendo de la ciudad. Existen proyectos ejecutivos para cada tipo de pavimentación.

Factibilidad Financiera

4.1 Factibilidad Financiera

El costo total de la primera etapa del proyecto se estima en \$494,000,000 de pesos (\$47 millones de dólares utilizando un tipo de cambio de \$10.50 pesos por dólar) El costo del proyecto integral de 5 años es de \$4,634,000,000 de pesos. El BDAN llevó a cabo un análisis de crédito para el proyecto. Entre las aportaciones del proyecto se encuentran el Gobierno Federal/Estatal, y los municipios. El crédito del BDAN se utilizará para cubrir la aportación de los vecinos, los cuales tendrán la opción de pagar en un plazo de 12, 24, 36 y 48 meses. Los siguientes cuadros presentan las aportaciones identificadas para la primera etapa del proyecto, así como las aportaciones por parte de los beneficiados.

Costo de Proyecto (en millones de pesos)

Concepto	Monto	Porcentaje
Valor de obras ejecutadas	439.1	100%
Aportación del Estado	123.7	28%
Aportación de los Municipios	123.7	28%
Total de los Gobiernos	247.4	56%
Enganches - Beneficiados	22	5%
Crédito - BDAN	197.6	45%
Total Recursos	466.9	106%*

* Incluye costo adicional por supervisión e imprevistos.

Aportaciones

Costo Pavimentación por Beneficiario Típico: \$12,000		
Aportaciones		
Gobiernos	\$7,200	60 %
Beneficiarios - Costo de obra	\$4,800	40 %
Total	\$12,000	100 %
Cobrado al beneficiado		
Costo Obra	\$4,800	
Costo Administración @ 10%	\$480	
Total	\$5,280	

Pagos por beneficiarios

Costo Pavimentación por Beneficiario Típico: \$12,000		
Total Cobrado a Beneficiario		\$5,280
Cobrado al inicio de la obra (10%)		\$528
Pagado a Plazos al término de la obra (90%)		\$4,752
Total Pagado		\$5,280
Pago a Plazos	Cuota Mensual	Pagos Totales
12 meses	\$442	\$5,310
24 meses	\$244	\$5,861
36 meses	\$179	\$6,445
48 meses	\$147	\$7,063
Costo del Crédito		12 % (anual)
Costo Operación PIPCA		5.7 % (anual)
Costo del Financiamiento al Beneficiario		17.7 % (anual)
		1.48 % (mensual)

4.2 Model tarifario

No se establecerán tarifas para este proyecto.

4.3 Administración del Proyecto

El proyecto será administrado por la Junta de Urbanización del Estado, que es un organismo público descentralizado del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, facultada para ejecutar obras de urbanización bajo el sistema de imposición, así como para gestionar y contratar lo relativo a la ejecución de dichas obras, y concurrir con la personalidad de que se trata ante organismos e instituciones privadas y autoridades Federales, Estatales y Municipales.

La Junta de Urbanización del Estado, tiene jurisdicción en toda la entidad, funciona permanentemente y tiene su sede en la capital del Estado. La Junta se integra por un representante que designa el Gobernador del Estado, que, funge como Presidente de la misma y que actualmente es el Ingeniero Arturo Espinosa Jaramillo, Secretario de Asentamientos Humanos y Obras Públicas del Estado, y por:

1. El Oficial Mayor de Gobierno;
2. El Secretario de Finanzas del Estado;
3. El Secretario de Desarrollo;
4. Un Representante de Inmobiliaria del Estado;
5. Un Representante de la Promotora Estatal para el Desarrollo de las Comunidades Rurales y Populares;
6. Un Representante del Instituto de Vivienda del Estado de Baja California;
7. Un Representante de la Federación Estatal de Cámaras Nacionales de Comercio y Servicios Turísticos constituida en el Estado;
8. Un Representante de las Cámaras Nacionales de la Industria de Transformación o Delegaciones constituidas en el Estado;
9. Un Representante de los Centros Empresariales constituidos en el Estado;
10. Un Representante de los Colegios de Ingenieros y Arquitectos constituidos y domiciliados en la Entidad y que se encuentren registrados en el Departamento de Profesiones, de la Secretaría de Educación y Bienestar Social;
11. Un Representante de los Centros Bancarios, legalmente constituidos en el Estado;
12. Un Representante de las Uniones de Contribuyentes y Usuarios de Servicios Públicos, legalmente constituidas y domiciliadas en el Estado;
13. Un Representante de las Uniones de propietarios de Bienes Raíces o la Junta General de Vecinos constituida ante la autoridad Municipal, domiciliada en el Estado;
14. Un Representante de cada una de las tres Organizaciones Obreras mayoritarias, a juicio de la Dirección del Trabajo y Previsión Social, legalmente constituidas y domiciliadas en el Estado; y
15. Un Representante de cada una de las tres Organizaciones Campesinas mayoritarias, legalmente constituidas y domiciliadas en el Estado.

Asimismo también son integrantes de la Junta de Urbanización del Estado los Presidentes Municipales y los Directores de las Comisiones Estatales de Servicios Públicos.

La Junta de Urbanización del Estado, tendrá un Gerente General, que será nombrado y removido libremente por el Gobernador del Estado. El Gerente General tendrá el carácter de Apoderado General para pleitos y cobranzas y a su cargo estará la coordinación de los recursos materiales y humanos.

Esto garantiza una participación de todos los sectores que en este Programa de Pavimentación y Calidad del Aire participan, lo cual ha de lograr una sinergia de conocimientos y operación.

Atribuciones de la Junta de Urbanización

A continuación se presentan algunas de las atribuciones de la Junta de Urbanización del Estado:

- I. Realizar estudios sobre la conveniencia, necesidad, viabilidad, costo, financiamiento y demás pormenores respecto de la ejecución de las obras, sometiendo los proyectos correspondientes a la consideración de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas del Estado*
- II. Ejecutar directamente o mediante contrato, las obras que sean aprobadas por la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas del Estado, así como realizar las que dicha Dependencia le encomiende;*
- III. Formular las bases, expedir las convocatorias y adoptar las decisiones relativas al concurso para la contratación de obras y servicios en el Municipio que vayan a ser realizados bajo el sistema de imposición, conforme a la Ley de Obra Pública correspondiente;*
- IV. Contratar directamente los financiamientos y suscribir los títulos de crédito y demás documentos necesarios que de ello se deriven y dar en fideicomiso o constituir en garantía los Impuestos de plusvalía;*
- V. Suscribir los contratos para la realización de las obras y vigilar su cumplimiento, fijando las garantías que deban otorgar los contratistas; deducir las acciones sobre responsabilidades, derivadas de los contratos que celebren;*
- VI. Fijar la derrama del impuesto de plusvalía entre las propiedades comprendidas en las zonas de afectación; y*
- VII. Cobrar el costo de las obras.*

Participación Pública

Inicio del Proceso Público: En el marco de la Ley de Planeación del Estado, y en tanto el alcance de este proyecto de carácter estatal, dado que en él participan los 5 Municipios de la entidad, se decidió establecer primeramente una “Comisión Estatal de Seguimiento”, como el órgano con carácter estatal para apoyar el proceso público que en cada municipio que se realizaría

Esta “Comisión Estatal de Seguimiento” se integró el 21 de noviembre de 2002 y está conformada en su mayoría por integrantes de los Subcomités de Desarrollo Urbano y Ecología del Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado (COPLADE), así como de los representantes de cada Municipio (designados por su Presidente Municipal), y por los Presidentes de los Comités Ciudadanos Municipales que para este efecto se eligieron.

Comité Ciudadano: Los Comités Ciudadanos de cada uno de los Municipios, se instalaron en noviembre y a lo largo del mes de diciembre de 2002 en las siguientes fechas y designando como presidente en cada uno de ellos a las siguientes personas, todas ellas con reconocido prestigio y representatividad social:

- Rosarito, BC: el 3 de noviembre de 2002, designado como Presidente del Comité Ciudadano al Sr. Ing. Miguel Ángel Cubillas .
- Ensenada, BC: el 10 de diciembre de 2002, designando como Presidente del Comité Ciudadano al Sr. CP. Héctor Covarrubias.
- Tecate, BC: el 6 de diciembre de 2002, designando como Presidente del Comité Ciudadano al Sr. José Palafox.
- Mexicali, BC: el 7 de diciembre de 2002, designando como Presidente del Comité Ciudadano al Dr. Andres Ramón Díaz Velásquez.
- Tijuana, BC: el 9 de diciembre de 2002, designando como Presidente del Comité Ciudadano al Sr. Jorge Alberto Gutiérrez Topete.

Plan Integral de Participación Comunitaria: Desarrollado por la “Comisión Estatal de Seguimiento” el Plan Integral de Participación Comunitaria se recibió el 12 de septiembre de 2002 y fue aprobado por la COCEF el día 16 de diciembre del mismo año.

Información Pública: La información se ha distribuido a través de trípticos y volantes. Asimismo, se realiza la promoción del proyecto utilizando las estaciones de radio y televisión que escuchan y ve las comunidades, destacando la coordinación de los Comités Ciudadanos Municipales con el Promotor por parte del Gobierno de Estado y la Coordinación del COPLADE.

Reuniones Públicas:

1ras. Reuniones Públicas: Cumpliendo con el criterio de ser anunciadas con 30 días de anticipación estas reuniones, los respectivos Comités Ciudadanos de cada Municipio utilizaron la estrategia de realizar esta ronda de reuniones a lo largo de todo el Estado de manera seguida e intensa. Los 5 Comités Ciudadanos Municipales realizaron sus respectivas 1ra. Reuniones Públicas con una asistencia promedio de más de 800 asistentes en cada una de ellas, con lo que se demuestra la atención que la comunidad ha tenido en el proyecto y el trabajo a fondo de los Comités Ciudadanos; las fechas de realización de estas reuniones fueron:

- Ensenada y Rosarito el 14 de Enero de 2003.
- Tijuana el 15 de Enero de 2003.
- Mexicali el 16 de Enero de 2003.
- Tecate el 17 de Enero de 2003.

Se contó con una activa participación de los asistentes; prevaleciendo el interés de conocer cual sería el precio que pagarían los beneficiarios y cuando se podrían iniciar las obras. En estas reuniones se ha observado que de manera amplia y decidida la comunidad apoya el proyecto.

2da. Reunión Pública: Estas 2das. Reuniones Públicas, también se desarrollan de la misma manera, con una ronda con las siguientes fechas de realización:

- Mexicali, BC: 28 de Enero de 2002.
- Ensenada, BC: 29 de Enero de 2002.
- Tecate, BC: 29 de Enero de 2002.
- Tijuana, BC: 30 de Enero de 2002.
- Rosarito, BC: 30 de Enero de 2002.

Desarrollo Sustentable

El proyecto se desarrolló dentro del marco del desarrollo sustentable. El desarrollo sustentable integra las necesidades ambientales, sociales y económicas a través de la protección de los recursos naturales.

Definición y Principios

El proyecto se desarrolló de acuerdo a los principios del desarrollo sustentable:

Principio 1 del criterio de desarrollo sustentable indica que el proyecto debe producir un beneficio para la salud humana. El proyecto cumple con este principio:

El proyecto mejorará la calidad del aire en los municipios de Ensenada, Mexicali, Rosarito, Tecate y Tijuana.

El principio 2 establece que un proyecto debe instrumentarse de tal manera que provea un desarrollo justo y equitativo en el presente y el futuro. El proyecto cumple con este principio:

El proyecto permitirá la eliminación de partículas de polvo, mejorará la circulación en las calles de la ciudad y promoverá desarrollo económico.

El principio 3 establece que un proyecto debe tener un componente integrado de protección ambiental. El proyecto cumple de la siguiente manera:

La reducción de las partículas PM_{10} en la zona.

El principio 4 establece que los residentes deben participar en el desarrollo y la instrumentación del proyecto:

Se han llevado a cabo reuniones públicas para presentar el proyecto a la comunidad. Los beneficiarios pagarán el 40 por ciento del costo del proyecto apoyados por un crédito del BDAN.

Fortalecimiento de la Capacidad Institucional y Humana

El proyecto será operado por la Junta de Urbanización del Estado. Se establecerá un fideicomiso donde se recibirán las aportaciones de las varias dependencias que financiarán el proyecto.

Adecuación a los Planes Municipales y Regionales de Conservación y Desarrollo

El proyecto cumple con los programas municipales de desarrollo.

Desarrollo Comunitario

El proyecto promoverá el desarrollo comunitario al pavimentar las calles y reducir la incidencia de enfermedades respiratorias.

Lista de documentos relevantes:

- Resumen de Obras.
- Documento de Certificación.
- Proyecto Ejecutivo Tipo para la Pavimentación.
- Programa Integral de Participación Pública para el Proyecto Integral de Calidad del Aire y Pavimentación.