

**LIBRO BLANCO: IMPACTOS EN LA SALUD DE LOS CRUCES FRONTERIZOS EN MÉXICO –
ESTADOS UNIDOS PUERTOS DE ENTRADA:
DEFICIENCIAS, NECESIDADES Y RECOMENDACIONES PARA ACCIONES**

**REPORTE DE LA CONFERENCIA DEL IMPACTOS EN LA SALUD DE LOS CRUCES FRONTERIZOS 2012
3 Y 4 DE MAYO, 2012 EN SAN YSIDRO, CA**



Penelope JE Quintana

Paula Stigler

San Diego State University Graduate School of Public Health

Gabriela Muñoz Meléndez

El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana

Margarito Quintero-Núñez

Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali

José Guillermo Rodríguez Ventura

Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana

Este trabajo fue patrocinado por el Consorcio del Suroeste para la Investigación y Política Ambiental (SCERP) a través de un acuerdo de cooperación con la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.. SCERP puede ser contactado para obtener más información a través de www.scerp.org y scerp@mail.sdsu.edu

Resumen Ejecutivo

Este libro blanco (entendido como un documento que contienen propuestas de acción comunitaria en un ámbito bajo análisis) analiza los efectos potenciales en la salud de la población cercana a los cruces realizados en la frontera México – Estados Unidos, especialmente los concernientes a la exposición de las emisiones derivadas del tráfico vehicular.

El pasado 3 y 4 de mayo de 2012, las partes interesadas de ambos lados de la frontera México – Estados Unidos, se reunieron en San Ysidro, California para escuchar las presentaciones sobre exposición a las emisiones derivadas del congestionamiento vehicular en la frontera, los efectos en la salud derivados de la exposición a contaminantes derivados de la operación de las garitas, las soluciones potenciales, la identificación conjunta de áreas de oportunidad, y necesidades para la elaboración de recomendaciones de política pública que minimicen los impactos en la salud derivados de los cruces internacionales (para mayor información visitar la página de la conferencia “HealthyBorders2012” en www.healthyborders.com).



La frontera México – Estados Unidos es una región única en donde gente de diferentes orígenes se reúnen y cruzan fronteras geopolíticas. Esta es una región dinámica, con una población que tiene crecientes necesidades sociales y de salud, con altas tasas de personas sin seguridad social, con elevados índices de migración, con condiciones de salud inequitativas y una alta tasa de pobreza. Los residentes que viven y trabajan a lo largo de la frontera provienen de diferentes orígenes económicos y políticos, sin embargo comparten un entorno común y enfrentan exposiciones similares a contaminantes dañinos que se generan en los cruces fronterizos. Los residentes de la frontera de Estados Unidos son en su mayoría hispanos y tienen ingresos más bajos que el promedio nacional de los EE.UU., con la excepción del condado de San Diego. Sin embargo, la zona fronteriza de San Diego, especialmente San Ysidro, es pobre e hispana. Estas características de las comunidades fronterizas de Estados Unidos presentan problemas de justicia ambiental importantes, los cuales deben ser abordados.

Existen 43 puertas de entrada (PDE) en la frontera entre México y Estados Unidos. En 2011, más de 4.8 millones de camiones comerciales, 61.2 millones de vehículos automotores privados y 40.2 millones de peatones cruzaron hacia el norte por los PDE estadounidenses. Los cruces más transitados para camiones comerciales fueron Laredo, Texas (1.7 millones de cruces de camiones), y Otay Mesa, CA (0.7 millones). Para vehículos automotores privados los cruces más transitados fueron San Ysidro, CA (12.4 millones) y El Paso, TX (9.1 millones). Estas últimas también fueron las garitas más transitadas por peatones; San Ysidro con 8.5 millones y El Paso con 6.2 millones. Largas esperas de vehículos comerciales y privados son comunes en muchas PDE; estos cruces fronterizos congestionados presentan retos en los ámbitos económicos, sociales y de salud pública, en ambos lados de la frontera.

La exposición a las emisiones del tráfico derivado de los cruces fronterizos ocurre cuando las personas esperan en la línea para cruzar ya sea en un vehículo o a pie; la exposición también se da en las comunidades que se encuentran cerca de la garita o a los afectados por el tráfico de camiones u otro tipo de tráfico hacia y desde los cruces fronterizos. La exposición a las emisiones derivadas del tráfico han sido

relacionadas con una serie de impactos adversos en la salud de niños, mujeres embarazadas y ancianos; por ejemplo problemas respiratorios, efectos cardiovasculares -tales como un incremento en el riesgo de padecer infartos-, cáncer y padecimientos natales.

Exposiciones altas a corto y largo plazo han sido relacionadas con efectos adversos en la salud. Adicionalmente, las exposiciones derivadas por la cercanía con las PDE acrecentan la exposición a condiciones existente de mala calidad en el aire a lo largo de la frontera México - Estados Unidos.

Durante la Conferencia se formaron grupos de trabajo – conformados por los asistentes al Taller Técnico y miembros de la comunidad - en cuatro líneas temáticas: 1) Planeación y Diseño, 2) Políticas para la Reducción de Emisiones, 3) Exposición y Salud, y 4) Mejorando la Experiencia de Cruzar la Frontera. Los resultados de la Conferencia incluyen identificación de carencias y necesidades urgentes así como recomendaciones de acciones específicas, todas fueron sometidas a consulta y a un proceso de selección; las más sobresalientes se resumen a continuación:

Resumen de Deficiencias, Necesidades y Recomendaciones de Impactos en la Salud de los Cruces Fronterizos 2012

Conference May 3 and 4, 2012



Desarrollo y Planeación

Disminuir en el tiempo de espera en los cruces fronterizos. Todos los grupos de trabajo identificaron este como un tema clave. Existe la necesidad de encontrar una solución costo efectiva y segura para reducir el tiempo de espera en los cruces como un esfuerzo para disminuir la exposición a las emisiones.

Crear zonas de amortiguamiento. Esta sugerencia consideró tanto implementar zonas de amortiguamiento entre las carreteras y las comunidades/peatones; como crear políticas para asegurar que los planificadores involucrados en rediseñar los cruces fronterizos cumplan con una zonificación determinada.

Mejorar las vías para el comercio de bienes. Entender el impacto que tienen estas vías en las comunidades locales a fin de identificar y desarrollar rutas alternas que pasen por áreas comerciales en lugar de vecindarios, como un esfuerzo para reducir la exposición a los contaminantes en las comunidades.

Diseñar para reducir el impacto. Diseñar o re-diseñar los cruces fronterizos para reducir el impacto económico y de salud en la región.

Mejorar la coordinación. Las agencias locales, estatales y federales deben trabajar en conjunto para mejorar la planeación en el transporte en ambos lados de la frontera, dicha medida puede ayudar a reducir el impacto negativo de los cruces fronterizos.

Incrementar el financiamiento para la mejora de la infraestructura de los cruces fronterizos. Incluir asociaciones público-privadas como una fuente potencial de financiamiento para mejorar la infraestructura de los cruces fronterizos.



Investigaciones

Incrementar la recopilación de datos y facilitar su consulta. Medir la exposición a las emisiones derivadas del tráfico en las personas que viven en las comunidades aledañas a los cruces, en las personas que cruzan la frontera a pie frecuentemente y en las personas que trabajan en las garitas.

Entender las diferencias socioeconómicas y de infraestructura. Toda la investigación sobre los efectos en la salud de los cruces fronterizos se ha llevado a cabo en la frontera EUA – Canadá. La región fronteriza México – Estados Unidos tiene una dinámica socioeconómica, clima e infraestructura distinta que su contraparte al norte. Estas diferencias y cómo impactan a los habitantes de la región no son bien entendidas en la actualidad.

Estudiar cambios en la infraestructura que reduzcan la contaminación del aire. Investigar el efecto de barreras de vegetación, zonas de amortiguamiento y re-diseño de los cruces puede incrementar nuestro conocimiento sobre cómo estas influyen en la salud pública.

Investigar indicadores de desarrollo. Generar indicadores específicos y útiles que ayuden a evaluar la exposición a contaminantes y la efectividad de las políticas implementadas.





Establecer protocolos de salud armonizados a ambos lados de la frontera. Estos protocolos pueden ser utilizados para registrar enfermedades relacionadas con la exposición a contaminantes tales como enfermedades respiratorias y asma.

Reducir los tiempos de espera para reducir las emisiones. Llevar a cabo estudios para cuantificar las emisiones derivadas de los cruces fronterizos y calcular la reducción de emisiones debidas a disminuciones en los tiempos de espera.

Implementar programas de uso de diesel limpio. Implementar programas de diesel limpio a lo largo de la región fronteriza México – Estados Unidos, especialmente para los camiones comerciales utilizados en el transporte de bienes en la región.

Identificar emisores extremos. Investigar el impacto y factibilidad de diferentes programas para la eliminación de emisores extremos en las carreteras.

Aplicar el sistema de créditos de reducción de emisiones. Estudiar el potencial de aplicación del Sistema de Comercio de Créditos de Reducción de Emisiones de AB32 en la región fronteriza.

Implementar programas de gestión de la calidad del aire. Identificar mecanismos (AQM) que podrían ser implementados en la región fronteriza para mitigar los impactos de los cruces fronterizos.

Identificar contaminadores mayores. Identificar el tipo de vehículos que emiten la mayor cantidad de contaminantes en las diversas regiones de la frontera para dirigir esfuerzos de control.

Proveer comodidades para los peatones que esperan en la línea para cruzar. Proveer infraestructura básica para los ancianos y discapacitados (i.e. asientos, sombra, sanitarios).

Promover un sistema de fichas de espera para el cruce. Considerar un sistema de fichas de espera para las personas que físicamente no pueden estar de pie por mucho tiempo haciendo la fila en el cruce.

Contenidos

RESUMEN EJECUTIVO	2
CONTENIDOS.....	7
FIGURAS.....	8
CUADROS	8
REGIÓN MÉXICO – ESTADOS UNIDOS	9
CALIDAD DEL AIRE EN LA REGIÓN FRONTERIZO MÉXICO – ESTADOS UNIDOS	10
CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES DEL AIRE EN LUGARES CERCANOS A FUENTES DE TRÁFICO VEHICULAR	13
CRUCES EN LA FRONTERA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS	15
ESTIMACIONES DE EMISIONES EN LOS CRUCES FRONTERIZOS	19
EFFECTOS EN LA SALUD DERIVADOS DE LAS EMISIONES DEL TRÁFICO VEHICULAR	20
JUSTICIA AMBIENTAL Y EXPOSICIÓN AL TRÁFICO.....	23
LA EXPOSICIÓN AL TRÁFICO Y SUS EFECTOS EN LA SALUD EN LAS PDE FRONTERIZAS.....	24
ESTUDIOS DE EMISIONES RELACIONADAS CON EL TRÁFICO Y CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES EN O CERCA DE LOS	
CRUCES FRONTERIZOS	24
EXPOSICIONES DE LAS PERSONAS QUE CRUZAN LA FRONTERA	25
ESTRATEGIAS DE MITIGACION PARA REDUCER LA EXPOSICIÓN	26
ACCIONES DE POLÍTICA	29
DEFICIENCIAS, NECESIDADES Y RECOMENDACIONES DE LA CONFERENCIA	31
PLANEACIÓN Y DESARROLLO.....	32
EXPOSICIÓN Y SALUD	33
POLÍTICAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES	34
MEJORAR LA EXPERIENCIA DE CRUZAR LA FRONTERA	35
BIBLIOGRAFÍA	37
LISTA DEL APÉNDICE FIGURAS Y CUADROS	42

Figuras

FIGURA 1: LA REGIÓN FRONTERIZA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS DEFINIDA POR LOS ACUERDOS DE LA PAZ.	9
FIGURA 2: CRECIMIENTO POBLACIONAL EN LA REGIÓN FRONTERIZA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS, 1900-2008.	10
FIGURA 3: CUENCAS ATMOSFÉRICAS Y ÁREAS QUE MONITOREAN LOS CONTAMINANTES A LO LARGO DE LA FRONTERA MÉXICO – ESTADOS UNIDOS.	11
FIGURA 4: MAPA DE CRUCES FRONTERIZOS TOTALES, CON EL PORCENTAJE DE CRUCES DE CAMIONES DE CARGA, Y AUTOBUSES	16

Cuadros

CUADRO 1: CRONOLOGÍA DE ACUERDOS BINACIONALES RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL AIRE EN LA REGIÓN FRONTERIZA MÉXICO–ESTADOS UNIDOS	12
CUADRO 2: ALGUNOS DE LOS CONTAMINANTES RELACIONADOS CON EL TRÁFICO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES QUE SE ENCUENTRAN EN MAYORES CONCENTRACIONES CERCA DE CARRETERAS Y ÁREAS CONGESTIONADAS.	13
CUADRO 3: DECAIMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES CERCA DE LAS CARRETERAS.	14
CUADRO 4: PRIMERAS 10 PUERTAS DE ENTRADA (PDE) SEGÚN LA CLASIFICACIÓN ESTABLECIDA POR EL NÚMERO DE CRUCES DE CAMIONES DE CARGA, VEHÍCULOS PRIVADOS Y PEATONES PARA LA FRONTERA MÉXICO–ESTADOS UNIDOS PARA EL AÑO 2011, ESTIMADO POR EL DOT (NO INCLUYE CRUCES HACIA EL SUR / MÉXICO).	15
CUADRO 5: ALGUNAS PUBLICACIONES RECIENTES QUE ESTUDIAN LOS EFECTOS EN LA SALUD DE LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES DERIVADOS DEL TRÁFICO VEHICULAR	21
TABLE 6: SELECCIÓN DE POBLACIONES VULNERABLES A EXPOSICIONES DE CONTAMINANTES CERCANAS AL TRÁFICO	23
CUADRO 7: ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN SELECCIONADAS PARA REDUCIR LA EXPOSICIÓN DE CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL TRÁFICO VEHICULAR DE LA FRONTERA MÉXICO–ESTADOS UNIDOS	27
CUADRO 8: ACCIONES ESTATALES Y LOCALES RECIENTES RELACIONADAS CON EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN BAJA CALIFORNIA.....	29
CUADRO 9: ACCIONES BINACIONALES RELACIONADAS CON LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y LA SALUD	30



Región México – Estados Unidos

La frontera México–Estados Unidos tiene una longitud aproximada de 3,138 kilómetros y es el hogar a más de 12 millones de personas. Como resultado de los Acuerdos de La Paz, entre México y Estados Unidos sobre la *Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Región Fronteriza*, se definió a la “región fronteriza” como el área comprendida a 100 kilómetros (62.5 millas) de cada lado de la frontera internacional. [1]. La mayor parte de la población fronteriza (90%) reside en catorce zonas metropolitanas gemelas interdependientes en ambos países, así como regiones tribales. Existen 25 condados entre California, Nuevo México y Texas del lado de Estados Unidos. Del lado Mexicano se encuentran 35 municipios entre Baja California, Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas.



Figura 1: La región fronteriza México – Estados Unidos definida por los acuerdos de La Paz.
Fuente: página web Frontera 2020 de EPA localizada en <http://www.epa.gov/usmexicoborder/>

Esta región comparte sistemas ambientales y límites ambientales transnacionales tales como cuencas atmosféricas e hidrológicas. En la zona existe una serie de relaciones complejas entre los dos países asociadas con los recursos naturales compartidos, pero se extienden a vínculos sociales y culturales, y transacciones económicas [2].

La región fronteriza de México–Estados Unidos ha experimentado un crecimiento significativo (Figura 2), en tanto los recursos y la planeación para sostener tan grande crecimiento poblacional se han quedado rezagados [3]. El rápido crecimiento poblacional en las áreas urbanas localizadas a lo largo de la frontera México–Estados Unidos también ha creado un desarrollo sin planeación y ha incrementado la congestión del tráfico no solamente en las regiones metropolitanas sino también en los cruces fronterizos. Las tasas de crecimiento poblacional estimadas para la región fronteriza exceden las tasas promedio de crecimiento anticipadas para los Estados Unidos (en algunos casos en más de 40 por ciento). Este crecimiento, especialmente en los últimos 20 años ha sido resultado de un número creciente de industrias relacionadas

con el programa maquilador y el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLCAN), los cuales proveen incentivos económicos para la instalación de plantas ensambladoras foráneas en la región fronteriza del lado Mexicano [4]. Como resultado de esta situación, la calidad del medio ambiente se ha visto afectada y muchos residentes de la frontera están propensos a desarrollar problemas de salud, especialmente aquellos relacionadas con la contaminación del aire, tales como las enfermedades respiratorias [2].

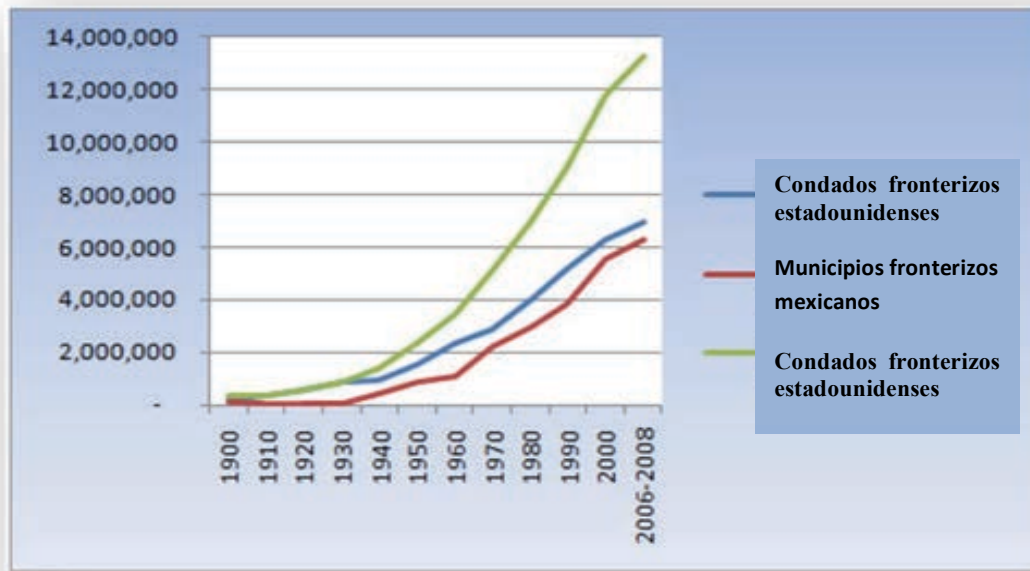


Figura 2: Crecimiento Poblacional en la Región Fronteriza México – Estados Unidos, 1900-2008.

Fuente: <http://www.borderpartnership.org/ourstory/border.html>

Calidad del Aire en la Región Fronterizo México – Estados Unidos

Una cuenca atmosférica está definida como una área geográfica común que comparte el mismo flujo de aire. La región fronteriza México–Estados Unidos comparte cuencas atmosféricas bajo marcos regulatorios distintos, lo ocasiona que una gestión de la calidad del aire conjunta sea un reto especialmente desafiante. El que cada estado, condado y ciudad fronteriza tenga distintas regulaciones y estándares de calidad del aire complica la colaboración en la búsqueda de soluciones compartidas a problemas comunes. Existen muchas fuentes de contaminación del aire en la región fronteriza México–Estados Unidos aparte de los vehículos comerciales y de pasajeros, por ejemplo: instalaciones industriales, plantas de generación eléctrica, ladrilleras, polvo generado en caminos sin pavimentar, quema de basura y prácticas agrícolas [5].

México y los Estados Unidos poseen sus propios estándares de calidad del aire: *National Ambient Air Quality Standards* (NAAQS) y Normas Oficiales Mexicanas (NOM); respectivamente [6]. Los contaminantes regulados son partículas (PM₁₀, PM_{2.5} en México y PM_{2.5} en los Estados Unidos), dióxido de azufre, plomo, óxidos de nitrógeno, ozono y monóxido de carbono. Además, el estado de California ha impuesto estándares adicionales que son más estrictos [7]. El Cuadro A-1 del Apéndice presenta los estándares nacionales de México y Estados Unidos para los contaminantes regulados. A pesar de que se han realizado

mejoras, la contaminación del aire sigue siendo una preocupación a lo largo de la región fronteriza México–Estados Unidos. En comparación con la frontera Estados Unidos-Canadá, las condiciones meteorológicas en la otra frontera son diametralmente distintas, tales que favorecen la formación de capas de inversión térmica, las cuales atrapan a los contaminantes cerca del piso. Además, la abundante luz del sol contribuye a la formación de ozono. Estas y otras características dificultan el control de la contaminación del aire en la región fronteriza México–Estados Unidos. Adicionalmente a las condiciones naturales existe el reto del acelerado crecimiento poblacional y los marcos regulatorios diferentes.

Los registros históricos sobre la calidad del aire en la región fronteriza México – Estados Unidos se conservan en el Centro México–Estados Unidos de Información sobre la Contaminación del Aire (CICA por sus siglas en inglés) y en la Red de Transferencia Tecnológica [8].

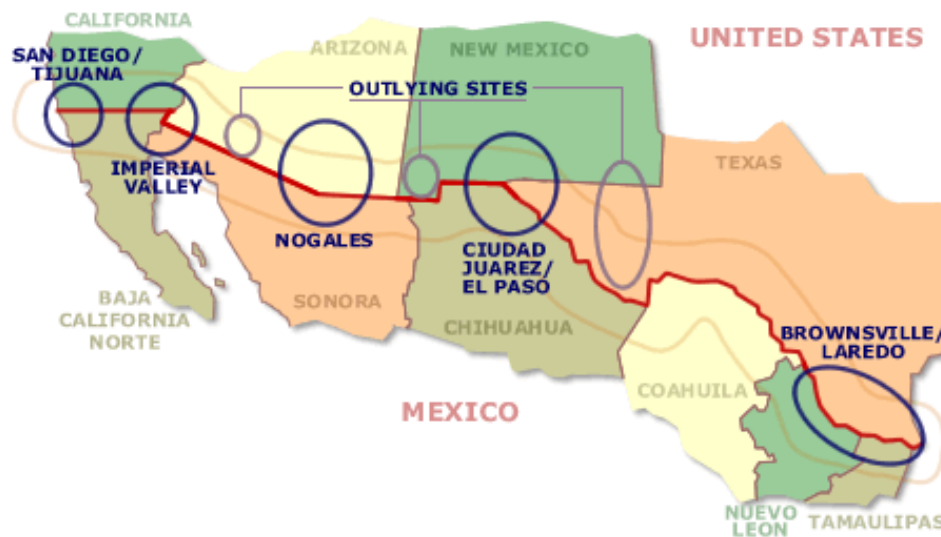


Figura 3: Cuencas atmosféricas y áreas que monitorean los contaminantes a lo largo de la frontera México – Estados Unidos.

Fuente: http://www.epa.gov/ttn/catc/cica/geosel_e.html

Consultando los valores que excedieron los estándares federales de la EPA para 2007 (el año más reciente para el cual se tiene información), se identificaron zonas a lo largo de la frontera México – Estados Unidos que reportaron valores por arriba de los establecidos por la EPA para al menos alguna de las estaciones de monitoreo, estas zonas correspondieron a El Paso ($PM_{2.5}$ y ozono), Ciudad Juárez (ozono y PM_{10}), Valle Imperial (ozono), Mexicali (PM_{10} , ozono y monóxido de carbono), San Diego ($PM_{2.5}$ and ozono), Tijuana (PM_{10}), y Nogales (PM_{10}). La Figura 3 muestra algunas de las cuencas atmosféricas que proporcionan información a esta red. Algunas estaciones no miden $PM_{2.5}$ por lo que no se sabe si se exceden los límites permitidos para este contaminante.

No obstante, existen ejemplos excelentes de cooperación binacional para hacer frente al problema de la calidad del aire. Para el área metropolitana de Ciudad Juárez / El Paso, un esfuerzo binacional para controlar la calidad del aire ha sido implementado desde mediados de los años noventa. El Comité Consultivo Conjunto (JAC por sus siglas en inglés) para la mejora de la Calidad del Aire en El Paso del Norte, es una organización binacional compuesta por representantes locales, estatales y federales así como de otros representantes regionales; es un modelo de cooperación binacional necesaria para enfrentar este

tipo de retos complejos.[9]. Los programas ambientales de la EPA implementados bajo el acuerdo de La Paz de 1983: Frontera XXI, Frontera 2012 y Frontera 2020 han puesto al problema de la contaminación del aire como una meta prioritaria a atender en la región fronteriza México–Estados Unidos. [10]. El Cuadro 1 muestra la cronología de los acuerdos relativos a la calidad del aire en la región fronteriza México–Estados Unidos. Es importante resaltar que en el programa Frontera 2020, la Meta 1 del Objetivo 1 menciona explícitamente reducir las emisiones del tráfico vehicular en las PDE (ver Cuadro 1).

Cuadro 1: Cronología de Acuerdos Binacionales Relacionados con la Calidad del Aire en la Región Fronteriza México–Estados Unidos

Acuerdo o Programa	Descripción General
Acuerdos de La Paz (1983)	Acuerdo Ambiental Binacional. Define a la región fronteriza México – Estados Unidos como el área situada a 100 kilómetros en ambos lados de la frontera. Este acuerdo considera la calidad del aire en su Anexo IV, en particular el impacto de las fundidoras de cobre localizadas en la región fronteriza. Esta consideración permitió convocar a grupos de expertos e instalar estaciones de monitoreo en las ciudades fronterizas.
Plan Integral Ambiental Fronterizo (PIAF, 1992)	Este programa fue creado por un decreto presidencial entre México y Estados Unidos. Autoriza a la Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDUE/México), a la Secretaría de Energía y a la Agencia de Protección Ambiental (EPA/EUA) para programar actividades conjuntas en la región Tijuana – Rosarito – San Diego. Entre estas actividades se encuentra la caracterización de la calidad de aire en la región.
Comité Consultivo Conjunto para la mejora de la Calidad del Aire en El Paso del Norte (JAC, 1996).	El Apéndice I del Anexo V de los Acuerdos de La Paz concede autoridad formal a la JAC como un grupo consultivo binacional sobre la cuenca atmosférica compartida.
Frontera XXI (1996)	Este es un programa de la EPA implementado bajo el auspicio de los Acuerdos de La Paz. Su objetivo principal era promover el desarrollo sustentable. Está reconocido como el primer intento binacional para generar indicadores ambientales del desarrollo. En este programa la calidad del aire está reconocida como un problema de salud pública para los residentes de la frontera que están expuestos a la contaminación del aire.
Frontera 2012 (2002)	Seguimiento de Frontera XX. El principal objetivo es la reducción de la contaminación en el agua, aire y tierra en la región fronteriza. El Instituto Nacional de Ecología (INE/México) y la EPA crearon estrategias nacionales para mejorar la calidad del aire, y homologaron estándares de calidad del aire para ozono (O ₃), dióxido de azufre (SO ₂), dióxido de nitrógeno (NO ₂), monóxido de carbono (CO), partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 micras (PM ₁₀), PM _{2.5} ; y plomo (Pb).
Frontera 2020 (2010)	Expande a Frontera 2012 con un incremento en el énfasis en la comunicación. Incluye planes de acción de dos años. El mejoramiento de la calidad del aire en la frontera es la Meta 1 y el Objetivo 1, el cual explícitamente señala que “para el año 2020, en concordancia con el TLCAN, promover la reducción del número de vehículos que no cumplen con los estándares de emisiones vehiculares y reducir las emisiones vehiculares en las PDE por medio de medidas anti-ralentí y otras medidas factibles”.
Memorándum de Cooperación para el Monitoreo de la Calidad del Aire entre USEPA, SEMARNAT, CAL/EPA, y el Gobierno de Baja California	Este memorándum tiene el objetivo de establecer procedimientos de transferencia de responsabilidades del monitoreo de la calidad del aire a una agencia gubernamental mexicana dentro de dos años en los municipios de Tijuana, Rosarito, Mexicali, Ensenada y Tecate. Durante los próximos dos años la Secretaría de Protección Ambiental de Baja California entrenará a estos municipios para operar, mantener las estaciones de monitoreo, validar la información obtenida de las estaciones de monitoreo y el envío de la misma a las bases de datos de la EPA.

Concentraciones de Contaminantes del Aire en Lugares Cercanos a Fuentes de Tráfico Vehicular

La contaminación ambiental del aire a escala regional está monitoreada por algunas estaciones regionales que se encuentran ubicadas -a propósito- alejadas de las fuentes de contaminación local. Como tales, estas mediciones reflejan la escala de la contaminación regional y no retratan fielmente la verdadera variabilidad espacial de los contaminantes en el aire en las comunidades. Las mediciones de contaminantes cerca de áreas con tráfico en ralentí y de vías de comunicación principales pueden ser mucho más altas que áreas alejadas del tráfico en la misma ciudad. Al reconocer la importancia de controlar la variabilidad espacial debida al tráfico, la EPA recientemente impuso un estándar de 100 ppb (por 1 hora) de dióxido de nitrógeno que incluye el requisito de monitorear cerca de carreteras [11]. El Cuadro 2 muestra algunos de los principales contaminantes que tienen niveles altos cerca de las carreteras. Algunos de estos son contaminantes criterio, i.e. monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno. Sin embargo, muchos de estos contaminantes no son monitoreados cotidianamente; estos incluyen benceno -un conocido agente carcinógeno-, carbón negro (CN) -un marcador de escape de diesel-, y partículas ultrafinas -nanopartículas muy pequeñas implicadas en los efectos a la salud que van desde cardiovasculares a neurológicas-. Tampoco son medidos otros contaminantes con consecuencias negativas tales como las partículas de latex provenientes de desechos de neumáticos, metales y otros compuestos que también se encuentran cerca de las carreteras [12].

Cuadro 2: Algunos de los contaminantes relacionados con el tráfico de vehículos automotores que se encuentran en mayores concentraciones cerca de carreteras y áreas congestionadas.

Contaminante	Abreviatura	Tipo de tráfico	Contaminante criterio?
Gases y Vapores			
Monóxido de carbono	CO	Camiones antiguos o carros con mantenimiento deficiente, arranque frío	Si
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	Camiones y carros	Si
Benceno	Benceno	Carros (gasolina)	No
Partículas			
Partículas de menos de 2.5 micrometros de diámetro aerodinámico	PM _{2.5}	Camiones (diesel)	Si
Partículas ultrafinas	UFP	Camiones y carros especialmente cuando aceleran o cuando paran y siguen	No
Carbón negro	CN	Camiones (diesel)	No
Tóxicos en forma de partículas			
Hidrocarburos poliaromáticos (también existen como vapores)	PAHs	Camiones (diesel) y carros	No
Ruido			No

Distancia de las carreteras con niveles altos de contaminantes

Las zonas circundantes a las carreteras con presencia de contaminantes relacionados con el tráfico, despliegan concentraciones más altas que los niveles observados en toda la región, dichas concentraciones varían en función del contaminante, las condiciones climáticas y la hora del día. El siguiente cuadro (Cuadro 3) presenta información - adaptada de Karner *et al.*- sobre contaminantes relacionados con el tráfico y las distancias de las carreteras a las cuales los altos niveles de contaminantes alcanzan concentraciones de fondo [13]. Los autores analizaron muchos estudios realizados cerca de carreteras y agruparon los contaminantes en las siguientes categorías: contaminantes con decaimiento rápido (decaimiento > 50% a los 150 metros), contaminantes que presentaron un decaimiento menos rápido, y aquellos que no presentan una diferencia clara cerca de las carreteras (Cuadro 3). Vale la pena notar que estas distancias se derivaron de estudios realizados durante el día y no representan las distancias en las que se dispersan los contaminantes durante la noche [14]. Por ejemplo, Hu *et al.* [15] encontraron que las partículas ultrafinas asociadas con las carreteras son elevadas a más de un kilómetro de distancia cuando se miden antes del amanecer.

Cuadro 3: Decaimiento de las concentraciones de contaminantes cerca de las carreteras (adaptado y condensado de Karner et al. 2010 que revisa información provenientes de 41 artículos publicados en revistas académicas).

Contaminante	Multiplicador aproximado por encima del fondo al borde del camino	Distancia aproximada para alcanzar la concentración en el fondo, en metros	
Decaimiento rápido (decaimiento >50% a los 150 metros)			
Monóxido de carbono	21.0 x	(>285 metros)	
Partículas ultrafinas número (> 3 nm)	4.0 x	189	
Deposición de Metal	2.9x	161	
Decaimiento menor			
Benceno	2.1 x	280	
Carbón elemental (similar al carbón negro)	1.7 x	420	
NO ₂	2.9 x	380	
Partículas ultrafinas número (> 15 nm)	4.8 x	910	
PM ₁₀ (partículas menores a 10 micrometros de diámetro dinámico)	1.3	176	
Ninguna tendencia alrededor de las carreteras			
PM2.5	-	-	

Cruces en la Frontera México – Estados Unidos

Existen 43 puertas de entrada (PDE) en la frontera entre México y Estados Unidos. En el año 2011, más de 4.8 millones de camiones de carga, 61.2 millones de vehículos de transporte privado y 40.2 millones de peatones cruzaron hacia el norte a través de las PDE estadounidenses [16]. El Cuadro 4 que se presenta a continuación muestra las diez PDE más activas para camiones comerciales (de carga), vehículos de transporte privado y peatones (datos de cruces hacia el norte solamente, para el año 2011). Las dos garitas más activas para los camiones de carga fueron Laredo, Texas (1.7 millones de cruces) y Otay Mesa (0.7 millones). Para vehículos de transporte privado, las garitas más activas fueron San Ysidro, CA (12.4 millones) y El Paso, TX (9.1 millones). Estas mismas PDE fueron las más utilizadas por peatones con 8.5 millones para San Ysidro y 6.2 millones para El Paso en 2011 (ver Cuadro 4).



Cuadro 4: Primeras 10 Puertas de Entrada (PDE) según la clasificación establecida por el número de cruces de camiones de carga, vehículos privados y peatones para la frontera México–Estados Unidos para el año 2011, estimado por el DOT (no incluye cruces hacia el Sur / México).

Posición	PDE	Camiones de carga	PDE	Vehículos Privados	PDE	Peatones
1	TX: Laredo	1,695,916	CA: San Ysidro	12,373,011	CA: San Ysidro	8,454,391
2	CA: Otay Mesa	744,929	TX: El Paso	9,148,377	TX: El Paso	6,172,346
3	TX: El Paso	714,699	TX: Hidalgo	4,878,003	CA: Calexico	4,451,119
4	TX: Hidalgo	453,235	TX: Laredo	4,746,355	AZ: Nogales	3,525,540
5	CA: Calexico East	312,973	CA: Otay Mesa	4,213,804	TX: Laredo	3,089,561
6	AZ: Nogales	287,091	TX: Brownsville	4,122,648	AZ: San Luis	2,762,696
7	TX: Brownsville	208,021	CA: Calexico	4,095,450	CA: Otay Mesa	2,478,409
8	TX: Eagle Pass	106,046	CA: Calexico East	2,784,769	TX: Brownsville	2,113,425
9	NM: Santa Teresa	71,362	AZ: Nogales	2,641,068	TX: Hidalgo	1,998,203
10	TX: Del Rio	62,723	TX: Eagle Pass	2,271,836	AZ: Douglas	1,030,357

Fuente: Consultas a la Base de Datos de Cruces Fronterizos, provista por la *Research and Innovative Technology Administration* (RITA), página de internet del Departamento de Transporte de los Estados Unidos U.S. Department of Transportation (DOT por sus siglas en inglés) http://transborder.bts.gov/programs/international/transborder/TBDR_BC/TBDR_BC_QuickSearch.html

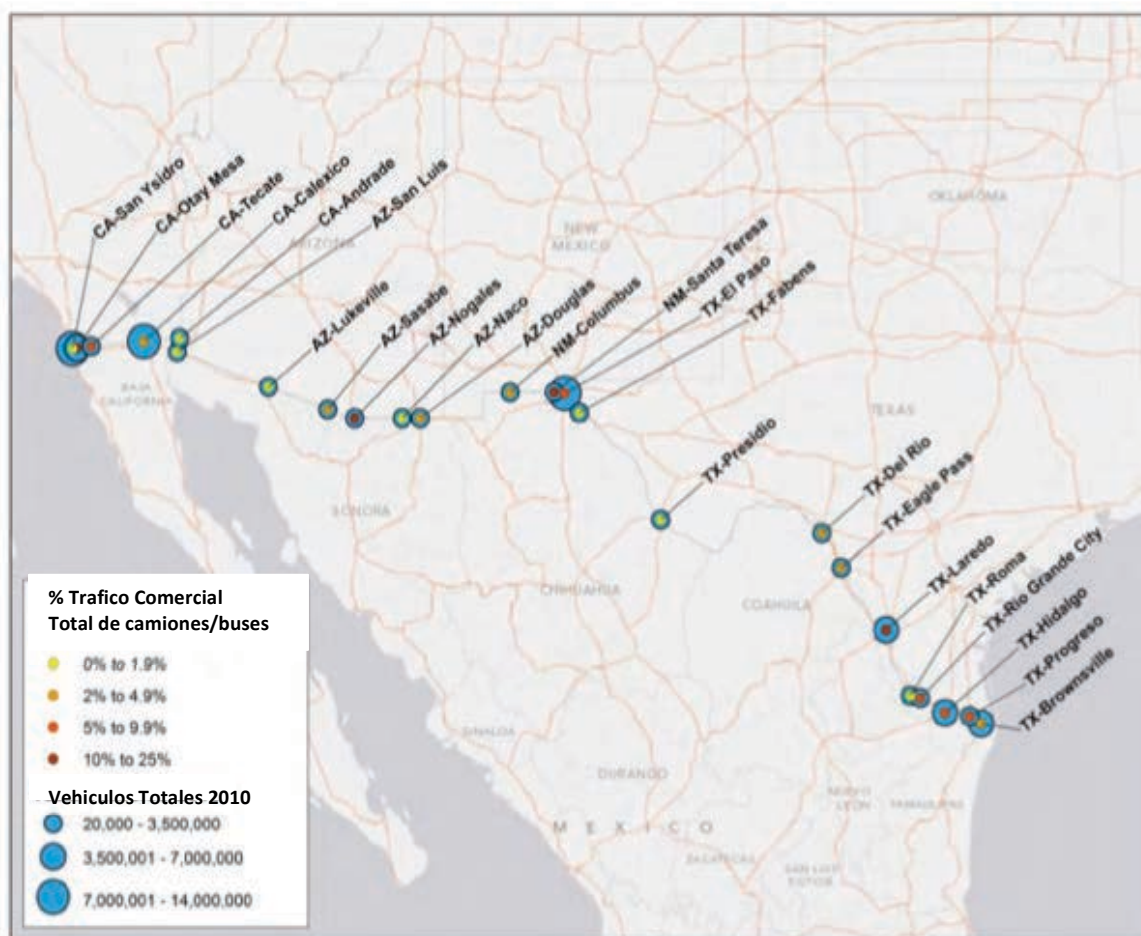


Figura 4: Mapa de Cruces Fronterizos Totales, con el porcentaje de cruces de camiones de carga, y autobuses. Fuente: Kear, Thomas, Cambridge Systematics, bajo el contrato DTFH61-11-D-00030-T11-002 (EN 1002): Emisiones y el análisis del tiempo de espera en la frontera, de US DTO utilizado con permiso de la fuente.

La Figura 4 muestra el volumen aproximado de cruces fronterizos en todas las PDE de México–Estados Unidos. También muestra el porcentaje del volumen de cruces de los camiones de carga en cada PDE. Se puede observar que algunas PDE son utilizadas principalmente por vehículos privados, tales como San Ysidro, que está separada del cruce de camiones en Otay Mesa, CA. Algunas PDE son utilizadas principalmente para cruces de camiones de carga, como es el caso de Nogales, AZ.

Retrasos Fronterizos/ Teimpos de Espera en los Cruces Fronterizos

Esperar en línea a pie o en un vehículo privado de pasajeros o comercial para cruzar la frontera es frecuentemente una experiencia frustrante y potencialmente evitable. Los tiempos de espera en cada garita y el número de vehículos en ralentí varían por temporada, tipo de uso (comercial o de pasajeros) y rumbo. Se identifica que los cruces hacia el norte usualmente, pero no siempre, son los que tienen los tiempos de espera más largos. El tiempo de retraso es también llamado “tiempo de espera en la frontera”,

y ha sido definido formalmente por grupos de trabajo de EUA y de Canadá como “ el tiempo que se tarda, en minutos, un vehículo en llegar a la cabina de inspección primaria de la CBP después de haber alcanzado el final de la cola” [17]. Los tiempos de espera, así como el número de puertas abiertas para cada PDE, son reportadas por Aduanas y Seguridad Fronteriza (*Customs and Border Protection* / CBP por sus siglas en inglés) en su página de internet y en una aplicación móvil en tiempo real [18]. En 2010, la Oficina de Rendición de Cuentas del Gobierno (*Government Accountability Office* / GAO por sus siglas en inglés) llevó a cabo un análisis de los tiempos de espera del transporte de carga en la frontera Estados Unidos–Canadá como parte de una evaluación de las mejoras del sistema de Comercio Libre y Seguro (*Free and Secure Trade* / FAST por sus siglas en inglés) puesto en marcha en 2002. La GAO declaró que “los oficiales de la CBP, las partes interesadas de 13 cruces fronterizos, importadores, y organizaciones de comercio entrevistadas cuestionaron la precisión y confiabilidad de la base de datos de tiempos de espera de la CBP” [19]. Ellos recomendaron que se obtenga más información para evaluar mejor los tiempos de espera en los cruces fronterizos y los efectos de las intervenciones. En Abril de 2012, el Senador Kay Bailey Hutchinson de Texas pidió que se realizara un estudio sobre los cruces comerciales en la frontera México–Estados Unidos; la US GAO actualmente está llevando a cabo esta evaluación [20]. Tanto las estaciones de radio como las de televisión en ambos lados de la frontera reportan los tiempos de espera junto con los reportes del tráfico. Calit2, hospedado en la Universidad de California, San Diego (UCSD), ha desarrollado una aplicación para teléfonos móviles que provee información sobre los tiempos de espera en cada PDE diariamente; esta aplicación también permite a los usuarios reportar tiempos de espera y compararlos con la información oficial de CBP ([21]).

Evaluación de tiempo de espera.

La forma en que se evalúa el tiempo de espera es variable. Por ejemplo, en la PDE de San Ysidro, los tiempos de espera son evaluados por la CBP mediante una combinación de estimaciones visuales del largo de la fila, preguntas a los conductores y peatones sobre cuánto tiempo tienen esperando para cruzar, y el juicio de los agentes.

En las agencias de noticias de Tijuana, los tiempos de espera son frecuentemente reportados como número de vehículos en la fila de espera, algunas veces estimados por medios aéreos. Para los cruces comerciales, los tiempos de espera se evalúan por el largo de la fila, preguntas a los conductores, y medios más sofisticados como el rastreo por GPS de los vehículos, reconocimiento de las placas de circulación, e identificación automatizada de los vehículos.

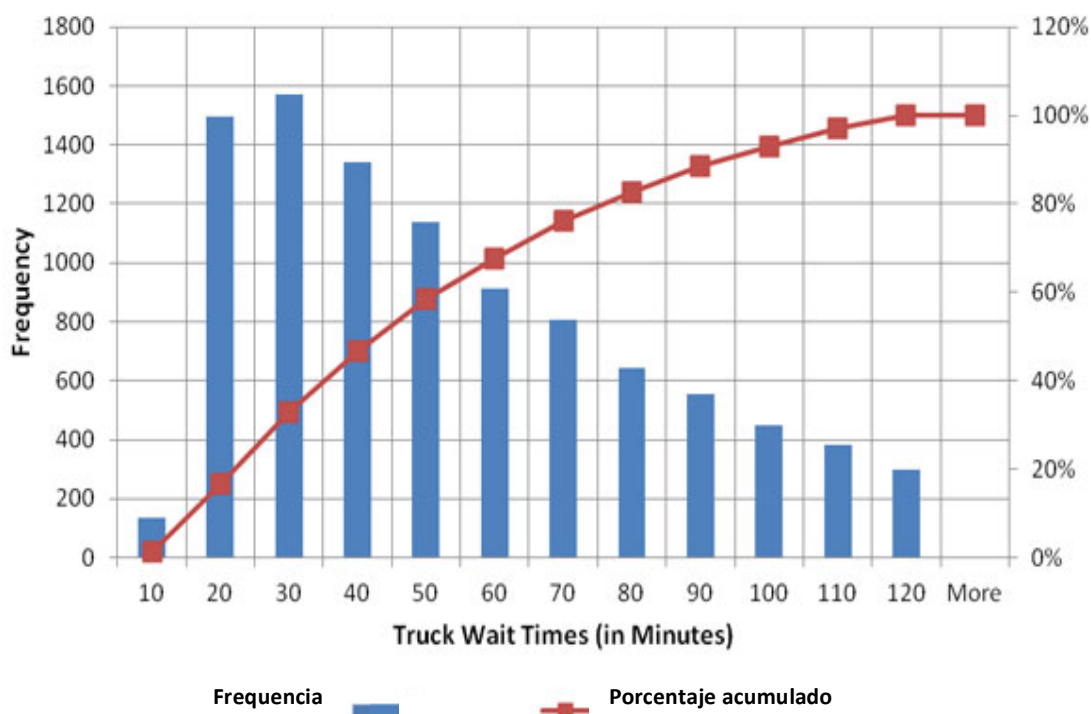


Figura 5: Tiempos de espera de camiones de carga (en minutos)
Fuente: http://www.ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop12049/ch7.htm#ss3_2

La US FHA/DOT ha patrocinado proyectos piloto de implementación tecnológica para evaluar y estudiar el tiempo de espera, los resultados de tales estudios se encuentran resumidos y disponibles en [22]. A pesar de que la efectividad del GPS -evaluado en la PDE comercial de Otay Mesa [23]-, un sistema pasivo RFID system recientemente probado, mostró ser una opción tecnológica más prometedora [24]

Impactos económico y social del tiempo de espera

El aspecto económico de los tiempos de espera en el cruce fronterizo fue el tema de una columna reciente en el New York Times (Escobar, 2013), y esta señalaba que un movimiento eficiente en el cruce fronterizo debía ser parte de cualquier discusión sobre la reforma migratoria. Varios estudios han examinado los costos sociales y económicos de los tiempos de espera en la frontera México–Estados Unidos. En California, la Asociación de Gobiernos de San Diego (*San Diego Association of Governments* / SANDAG por sus siglas en inglés) ha llevado a cabo análisis del efecto económico de los tiempos de espera en viajes personales transfronterizos (2005) y en el comercio de carga en un estudio titulado “Impactos Económicos de los tiempos de espera en la región fronteriza Baja California–San Diego” [25]. En este trabajo se estima que los retrasos en el transporte de carga costaron en total 6 mil millones de dólares por año y el



equivalente a más de 50,000 trabajos para la economía binacional, lastimando significativamente la competitividad de la región. En 1998 la US DOT patrocinó un estudio titulado “Estudio de Planeación y Programación Binacional, y la Fase II Productos, Misión 10, impactos económicos detallados de los tiempos de espera [26]. Fuentes y del Castillo [27] calcularon que los costos anuales directos de 745,975 vehículos con un tiempo de espera de tres horas es de 139,870,200 dólares anuales o 466,236 dólares por día. Para los impactos sociales, se han realizado encuestas entre los individuos que cruzan la frontera en las PDE y se encontró que los tiempos de espera en la frontera incrementan el estrés, crean una barrera para visitar parientes y amigos, provocan preocupación con respecto a su seguridad física, malestar físico y llevan a la percepción de una actitud discriminatoria por parte de los agentes de la CBP, entre otros temas [28].

Relación del tiempo de espera con el número de vehículos en ralentí en la fila de espera

El tiempo de espera no es una medida directa de las emisiones, esto se debe a que las emisiones están relacionadas con el número total de vehículos en ralentí esperando en la fila, el tipo de vehículos, así como de la velocidad de los vehículos y de su carga. El número de líneas abiertas también afecta los tiempos de espera. Esto es porque una PDE con pocas líneas abiertas puede reportar una larga espera para cruzar pero puede tener menores emisiones que la misma PDE con un tiempo de espera menor pero con todas las puertas abiertas. El tipo de vehículos afecta las emisiones, los camiones de carga emiten más contaminantes que los vehículos de pasajeros. Por lo tanto, el número de puertas abiertas y el tiempo de espera, junto con el tipo de vehículos en cada PDE, pueden usarse para estimar de manera cruda las emisiones atmosféricas. Para obtener una estimación más sofisticada, la proporción exacta de tipos, modelo y registro de los vehículos, velocidad promedio, deslizamiento en ralentí vs ralentí puro, grado y tipo de combustible, así como otras consideraciones influyen en la precisión de las estimaciones obtenidas mediante modelos o mediciones directas [29, 30].

Estimaciones de emisiones en los cruces fronterizos

Una estimación exhaustiva de las emisiones de todas las PDE en la frontera México–Estados Unidos, que incluyan las emisiones en deslizamiento en ralentí y ralentí puro en una fila, aún no ha sido realizada. Sin embargo, este esfuerzo se está llevando a cabo en la actualidad bajo la dirección de la US DOT (ver resultados preliminares [29] abajo). Algunas estimaciones iniciales por contribuciones del tiempo de espera han sido realizadas. Cálculos de contaminantes criterio y de gases de efecto invernadero en los cruces hacia el norte fueron realizadas para todos las PDE del Condado de San Diego (los cruces de vehículos y autobuses de pasajeros en la PDE de San Ysidro, los cruces comerciales en la PDE de Otay Mesa, y el cruce localizado en Tecate que da servicio a ambos tipos de vehículos [31], [32]). Los tiempos de espera oficiales publicados por la CBP fueron utilizados para las estimaciones del año 2009. Los resultados indican que el tipo de cruce que más contribuyó a las emisiones estimadas para 2009 es diferente para los gases de efecto invernadero, respecto a los contaminantes criterio $PM_{2.5}$, CO, etc. Para los gases de efecto invernadero, el PDE de San Ysidro registró una contribución estimada de 76% derivada de los tiempos de espera, debido al gran volumen de vehículos y largas esperas ([31], Apéndice Figura 1). Por otro lado, en las emisiones de $PM_{2.5}$ estimadas en la PDE Otay Mesa, contribuyeron con 63 %, esto es debido al hecho que los camiones de carga emiten mucha más contaminación de partículas por vehículo ([32], Apéndice Figura 2A). La distribución también cambia para cada contaminante; por ejemplo, las motocicletas en San Ysidro contribuyeron con solo el 0.4% de $PM_{2.5}$, pero con el 15.4 % de CO durante los tiempos de espera en los

cruces hacia el norte en San Diego. Las emisiones de motocicletas se debe a la ausencia de controles en el escape ([32] Apéndice Figura 2B).

La US DOT en colaboración con Cambridge Systematics comenzó a realizar un estudio en 2012 para estimar las emisiones en todos los PDE en la frontera México–Estados Unidos, e identificar opciones para reducir las emisiones [29]. El puerto Ysleta – Zaragoza cerca de El Paso fue utilizado como caso de estudio (información de 2010) para demostrar el enfoque que va a ser utilizado en todos los cruces fronterizos (Figura 6, abajo). Los contaminantes criterio establecidos por la US EPA, $PM_{2.5}$ y NO_x , fueron calculados para cuatro escenarios: 1. Escenario “Sin espera” en donde los vehículos pasan por la PDE como si ésta no existiera, 2. Escenario “sin acción”, 3. “Estrategia de Vehículos de Propiedad Privada” que desplaza vehículos a las líneas rápidas SENTRI, 4. “Estrategia de Vehículos Comerciales” que supone que las inspecciones a la carga transportada, sean combinadas entre EU y de México, a fin de eliminar inspecciones redundantes. Como se nota, los escenarios coinciden en reducir el tiempo de espera, ya que este parámetro ha sido identificado en estimaciones iniciales como la fuente de la mayoría de las emisiones vehiculares. Por lo cual, una reducción en el tiempo de espera es una medida de control efectiva para reducir las emisiones.

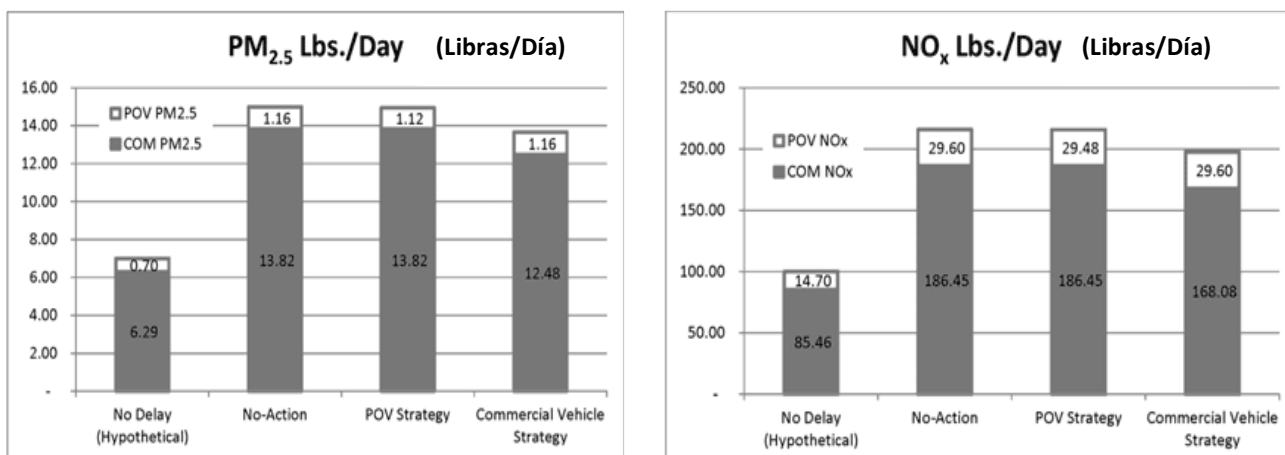


Figura 6: Caso de estudio: Estimación de emisiones diarias de $PM_{2.5}$ y NO_x para 2010 en el puerto Ysleta-Zaragoza cerca de El Paso bajo diversos escenarios de reducción de emisiones. POV = Vehículos de Propiedad Privada, No delay (hypothetical) = Sin espera (hipotética), No-Action = Sin acción, Commercial Vehicle Strategy = Estrategia de vehículos comerciales
Fuente Kear et al., (2012)

http://www.fhwa.dot.gov/planning/border_planning/us_mexico/publications/emissions_and_border/sec01.cfm#fig12

Efectos en la salud derivados de las emisiones del tráfico vehicular

Antes de considerar los efectos potenciales en la salud por los cruces fronterizos, empecemos por revisar brevemente los efectos en la salud por la contaminación del tráfico. Recientemente, se ha documentado que las exposiciones a contaminantes derivadas del tráfico causan diversas afectaciones en la salud. Las enfermedades respiratorias, asma, enfermedades cardiovasculares, incremento en la mortalidad y resultados adversos en recién nacidos son algunas de las consecuencias negativas en la salud por vivir y trabajar cerca de áreas de tráfico automotor abundante [12, 33-35]. Incluso la exposición breve a altos niveles de contaminación relacionada con el tráfico puede tener efectos negativos en la salud y se ha

demostrado que está asociado a eventos cardíacos [36]. El Cuadro 5 enumera algunos artículos y reportes que revisan la literatura científica vinculada a la exposición a contaminantes derivadas del tráfico con efectos adversos en la salud. Esta es un área activa de investigación para la cual surgen semanalmente fondos de financiamiento y publicaciones.

Cuadro 5: Algunas publicaciones recientes que estudian los efectos en la salud de la exposición a contaminantes derivados del tráfico vehicular

Año	Título	Referencia
2007	Near-highway pollutants in motor vehicle exhaust: A review of epidemiologic evidence of cardiac and pulmonary health risks.	Brugge, (2007)[37].
2010	Traffic-related air pollution: a critical review of the literature on emissions, exposure, and health effects	HEI (2010)[12].
2011	Black carbon as an additional indicator of the adverse health effects of airborne particles compared with PM10 and PM2.5.	Janssen, (2011)[38].
2012	Respiratory health effects of air pollution: update on biomass smoke and traffic pollution	Laumbach (2012)[39].

Poblaciones susceptibles a la exposición a contaminantes debido a encontrarse cerca de una carretera o a tráfico pesado

La figura 7 presenta un organigrama mostrando el vínculo entre las exposiciones al tráfico y sus efectos en la salud pública; por ejemplo, el tráfico en ralentí en los cruces fronterizos y el asma. Usando la figura 7, podemos observar como los niños –dada la vulnerabilidad por su edad- incrementan potencialmente su riesgo al aumentar su nivel de actividad (como cuando se encuentran en un patio de recreo) porque esto eleva la dosis absorbida [40]. Adicionalmente, para los niños que viven en las comunidades fronterizas, los incrementos en los niveles de contaminación relacionados con los cruces fronterizos se agregan a la pobre calidad del aire regional existente.

El cuadro 6 lista algunos de los grupos de población vulnerables a los contaminantes derivados del tráfico, así como algunas consecuencias adversas en su salud, como el asma. Un factor principal de riesgo para el desarrollo y exacerbación del asma es la proximidad a la contaminación proveniente del tráfico. En el sur de California, un estudio de salud en niños -realizado en la USC- ha vinculado la proximidad a una carretera o a una calle congestionada y el incremento en la contaminación derivada del tráfico (estimado o medido en casas o las escuelas) con la incidencia y exacerbación del asma y el déficit pulmonar en los niños [41-45]. Se ha sugerido que la exposición a los contaminantes derivados del tráfico actúa de manera sinérgica con otras exposiciones que son factores de riesgo para desarrollar jadeos, asma y estrés en los padres [46, 47].

Las mujeres embarazadas son otro grupo de población vulnerable que ha sido estudiado ampliamente. Los resultados de los estudios sobre la exposición materna al tráfico realizado en el Sur de California y en otras localidades, mostraron efectos adversos en el embarazo, entre los que se encuentran el bajo peso natal y los nacimientos prematuros; la exposición asimismo ha sido identificada como una de las principales causas de morbilidad neonatal [48-53]. La contaminación del tráfico también ha sido vinculada con enfermedades cardiovasculares. Peters *et al.* en el 2004 [36] reportaron un incremento en el riesgo de un evento cardíaco inmediatamente después de la exposición al tráfico pesado. Recientemente, un estudio reportó que personas que vivían cerca de tráfico pesado y que fueron dadas de altas después de sufrir un ataque al corazón era más probable que sufrieran un segundo evento [54]. El asma en adultos también es influenciada por la exposición al tráfico [12]. Últimamente, la exposición al tráfico ha sido vinculada con diabetes Tipo II, posiblemente debido a mecanismos inflamatorios [55]. La Agencia para Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (*US Occupational Safety and Health Administration* / OSHA por sus siglas en inglés) ha declarado que la exposición ocupacional a los escapes de vehículos a diesel es una causa conocida de cáncer de pulmón [56]. Un incremento en el riesgo de padecer cáncer de pulmón en los no-fumadores que viven en zonas de tráfico pesado ha sido documentado [57]; sin embargo, hasta este punto la evidencia más contundente de exposiciones a no-ocupacionales apunta a efectos adversos respiratorios y cardiovasculares, y en la mortalidad.

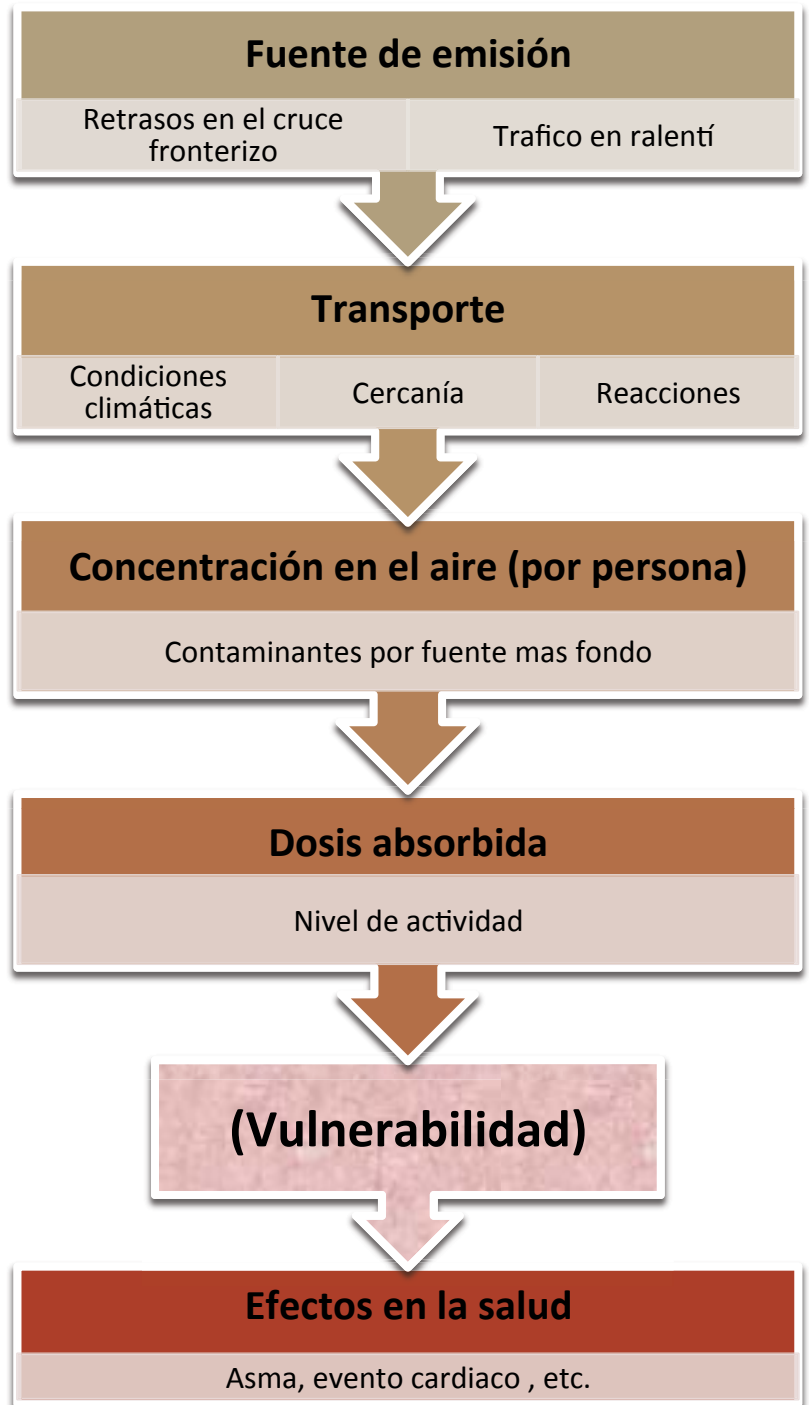


Figura 7: Organigrama mostrando el vínculo entre las exposiciones al tráfico y sus efectos en la salud pública

Table 6: Selección de poblaciones vulnerables a exposiciones de contaminantes cercanas al tráfico. Adaptado de Sacks et al., 2011

Agunas poblaciones vulnerables a exposiciones de contaminantes por tráfico	Tipos de efectos	Estudio
Niños	Asma, desarrollo deficiente de los pulmones, posible riesgo de leucemia	Estudio de la Salud de los Niños, USC [42, 45] [58]
Mujeres embarazadas	Peso pre-natal, bajo peso natal	[49] [50]
Personas con una enfermedad pre-existente		
Cardiovasculares	Incremento en los ataques al corazón Incremento en la mortalidad después de sufrir el primer ataque al corazón	[36] Rosenbloom et al., 2012
Pulmonares (asma, COPD)	Incremento en los síntomas	
Diabetes	Posible incremento en la incidencia de diabetes tipo II	Kramer et al., 2010
Trabajadores con una exposición ocupacional al escape de diesel	Cáncer de pulmón	IARC, 2012, Benbrahim-Tallaa et al., 2012

Evaluación de los niveles de tráfico en los estudios de impacto en la salud

En estudios sobre las consecuencias negativas en la salud por exposición al tráfico, se identifican dos formas principales de medición. Uno es calcular directamente el tráfico vehicular, mediante la estimación de la distancia a las carreteras principales, o la caracterización de la flota vehicular (número, tipo y características de autos), o modelos más complejos que consideran contabilización de tráfico, estimación de distancia a carreteras, condiciones meteorológicas y uso del suelo. Por ejemplo, en un estudio que mide el funcionamiento pulmonar de niños expuestos al tráfico, una distancia de residencia menor a 1500 metros se asoció con una reducción del funcionamiento pulmonar en sujetos a los 18 años de edad [42]. El otro método es medir los contaminantes en el aire como un proxy de las exposiciones al tráfico. Los contaminantes más comúnmente medidos son los PM_{2.5}, CO, carbón negro, y NO₂ [12]. Los componentes individuales de las emisiones del tráfico asociados con diversos resultados en la salud es una cuestión todavía bajo investigación. Es probable que los efectos varíen por contaminantes, por ejemplo, el benceno es una causa conocida de leucemia pero es poco probable que cause asma [59].

Justicia ambiental y exposición al tráfico

Se ha demostrado que los vecindarios con altos índices de pobreza tienden a experimentar densidades mayores de tráfico, y que estas desigualdades exacerban el problema de la justicia ambiental y las disparidades [60]. En el Sur de California, las disparidades a la exposición al tráfico se han documentado y son consideradas una cuestión de justicia ambiental [61].

La justicia ambiental se ocupa de la exposición inequitativa de las comunidades pobres y minorías; y de los peligros ambientales que representan para estas comunidades su condición [62]. En California, los niños hispanos han mostrado estar más propensos a vivir en áreas con una densidad mayor de tráfico que los niños blancos no-hispanos [63]. Adicionalmente, a pesar de los riesgos a la salud por la exposición al tráfico, algunas escuelas en California se localizan cerca de las fuentes de tráfico. Estas escuelas tienen mayor probabilidad de ser pobres y de atender a estudiantes latinos [64]. El estrés de los padres también puede incrementar los efectos adversos de la exposición al tráfico, particularmente la incidencia de asma en sus niños [46]. Se requiere que la justicia ambiental sea considerada en la planeación federal como se describe en la orden ejecutiva 12898 [65].

La exposición al tráfico y sus efectos en la salud en las PDE fronterizas

Estudios de las consecuencias en la salud por la exposición al tráfico en los cruces fronterizos

A la fecha, se han identificado sólo tres estudios publicados sobre el tráfico en los cruces fronterizos en las fronteras estadounidenses y su relación con efectos en la salud (Apéndice, Cuadro A-2); de éstos todos se concentran en la frontera canadiense. Estos estudios fueron realizados por el mismo equipo de investigación y se enfocaron en estudiar la presencia de asma en adultos y niños cerca del puente fronterizo de Peace Bridge en Buffalo, NY. Uno de los estudios vinculó el incremento en el volumen del tráfico relacionado con el TLCAN con el incremento en casos de adultos con asma [66]. Otro de los estudios realizó un análisis espacial de casos de adultos con asma y encontró una aglomeración significativa cerca del puente fronterizo Peace Bridge [67]. El tercer estudio encontró una aglomeración de casos de niños con asma en la cercanía del puente fronterizo de Peace Bridge, pero esta no fue estadísticamente significativa [68].

Al momento no fue posible identificar estudios que examinen los efectos en la salud relacionados con el tráfico en ninguna PDE de la frontera México–Estados Unidos. Un conjunto de estudios relacionados que no implican directamente los cruces fronterizos encontró un incremento en la inflamación subclínica asociada con la exposición a contaminantes en un grupo de niños asmáticos en la región fronteriza de Ciudad Juárez / El Paso (Cuadro A-3, [69] [70]).

Estudios de emisiones relacionadas con el tráfico y concentraciones de contaminantes en o cerca de los cruces fronterizos

Estudios sobre contaminantes en los cruces fronterizos y comunidades cercanas pueden realizarse en diversas modalidades, que van desde caracterización de emisiones a exposición e incidencia de enfermedades. El primer paso en cualquier estudio es caracterizar las emisiones (Figura 7). Un gran esfuerzo se está llevando a cabo para atender esto, y llevarlo más allá, a estimar los cambios bajo diferentes escenarios de reducción de emisiones en las PDE de México–Estados Unidos [29]. Una vez realizada la caracterización, se deben estimar las exposiciones personales a contaminantes mediante

medición de las concentraciones de contaminantes en el aire al cual las personas están expuestas (Figura 7). Los estudios llevados a cabo en la frontera canadiense atienden a estos dos pasos esenciales (ver cuadro A-4 del apéndice).

Escasas de mediciones de contaminantes han sido realizadas en las PDE de la frontera México–Estados Unidos (Cuadro A-5 del apéndice). Olvera *et al.* [71] caracterizaron las partículas ultrafinas en un sitio de monitoreo fijo en el cruce de Ciudad Juárez – El Paso (*Bridge of the Americas*, BOTA por sus siglas en inglés) en el transcurso de un año. Este estudio reporta niveles de partículas ultrafinas en un promedio de 35,000 partículas por centímetro cúbico (pt/cc) en el BOTA con mayores concentraciones durante el invierno y a condiciones de viento a velocidades bajas.

Las mediciones de contaminantes en sitios fijos también se han realizado en la comunidad fronteriza de San Ysidro, CA durante el año 2010. El promedio mayor de concentraciones de carbón negro y partículas ultrafinas registradas cerca de la PDE durante el día se asocian con condiciones de viento moderado. Correlaciones positivas fueron encontradas entre los tiempos de espera hacia el norte reportadas por la CBP y la mediana de las concentraciones de carbón negro durante el día, en presencia de viento moderado o cuando el viento soplaba desde la frontera [72]. Como parte de otro estudio que midió las exposiciones de los peatones que esperan para cruzar al norte en San Ysidro (véase más adelante [73]), se usaron monitores fijos en la garita peatonal del lado estadounidense justo al lado de la fila de autobuses de diesel. Durante 31 días de mediciones llevadas a cabo en 2011, se encontró que las concentraciones de partículas ultrafinas en la garita promediaron 39,800 partículas/cc y el carbón negro promedió $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [74]. En una muestra piloto llevada a cabo el 10 de noviembre de 2010 en San Ysidro con un monitor de superficie de nanopartículas (TSI, Inc) que imita el funcionamiento de los pulmones, se mostró que el tiempo de espera de los vehículos que cruzan la frontera tiene una asociación significativa con las elevadas concentraciones de partículas ultrafinas en el área de deposición en los pulmones [75].

Exposiciones de las personas que cruzan la frontera

Algunos estudios han medido la contaminación en la zona de respiración de las personas que cruzan la frontera. En el cruce fronterizo de San Ysidro, vehículos de pasajeros fueron monitoreados midiendo la calidad del aire dentro del vehículo durante el transcurso de su viaje hacia el norte desde la Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana (UABC) a San Diego State University (SDSU) [76, 77]. La Figura 8 muestra un ejemplo del perfil de concentración de partículas ultrafinas encontrado dentro de un automóvil de una persona que viaja hacia el norte, de Tijuana a San Diego. Se percibe una notoria alza en la concentración de las partículas ultrafinas cuando el auto se acerca a la PDE, este incremento persiste hasta que se ha cruzado la garita. En resumen, los niveles de partículas ultrafinas y de monóxido de carbono dentro de los vehículos son significativamente mayores en la PDE que en otras localidades del viaje, con un promedio de 30,000 pt/cc dentro de los vehículos de pasajeros durante la espera en la fila para cruzar la garita [77]. Otro estudio midió la concentración de contaminantes en la zona de respiración personal y la dosis absorbida de contaminantes provenientes del tráfico por los peatones que esperan cruzar hacia el norte en la PDE de San Ysidro. Estos peatones pueden esperar una hora o más para cruzar, y lo hacen formados cerca de los vehículos de pasajeros y los autobuses de diesel que en ralentí también esperan cruzar. Los sujetos que cruzaron la PDE de San Ysidro hacia el norte con regularidad en la línea de peatones,

mostraron niveles de metabolitos 1 NP diez veces más elevados que un grupo control que también trabajaba o iba a la escuela en San Ysidro/South Bay pero no cruzaban la frontera [73].

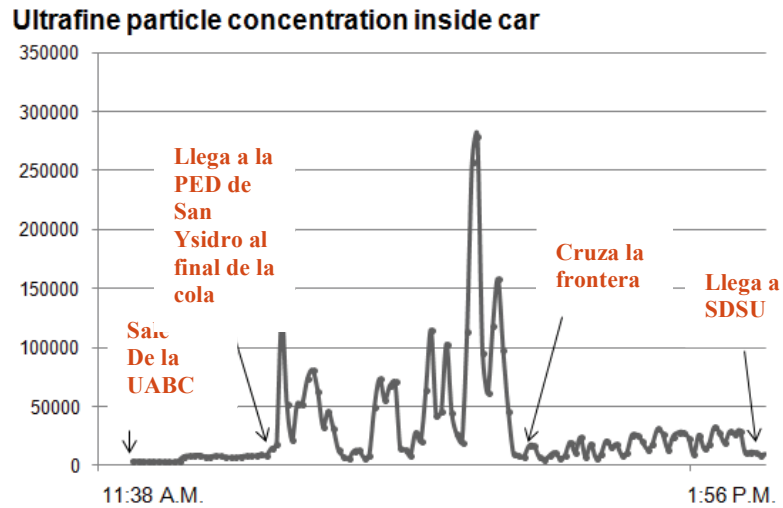


Figura 8: Concentraciones de partículas ultrafinas (número de partículas por metro cúbico de aire) medidas dentro de vehículos de pasajeros que viajaban de Tijuana a San Diego por la PDE de San Ysidro y esperaban más de una hora para cruzar (adaptado de información de [77].

Notas: UABC, Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, SDSU, San Diego State University. POE Puerta de Entrada.

Reducción en el tiempo de espera: evidencia para el mejoramiento de la salud

No se han llevado a cabo estudios sobre los efectos en la salud de reducciones en el tiempo de espera u otras mejoras en los cruces fronterizos. Sin embargo, un estudio de esta naturaleza está siendo llevado a cabo por SANDAG [78]. Un estudio ecológico examinó los efectos en la salud antes y después de la instalación de casetas de cobro “EZ Pass” en dos estados orientales de los EUA (NJ y PA). Estas casetas de cobro EZ Pass redujeron los tiempos de espera y el tráfico en ralentí y deslizamiento en ralentí. Los autores examinaron los efectos adversos en los recién nacidos en las comunidades cercanas, reportando (en un documento de trabajo preliminar) que encontraron una reducción en el número de nacimientos prematuros y en la proporción de bebés con bajo peso nacidos a madres que viven cerca de las casetas de cobro después de la instalación del EZ Pass [79].

Estrategias de mitigación para reducir la exposición

Existen varias opciones disponibles para reducir la exposición de trabajadores, comunidades y viajeros a la contaminación del tráfico vehicular. Opciones seleccionadas se resumen en el Cuadro 7 mostrado a continuación. Estas son, en general, reducción en los tiempos de espera en los cruces fronterizos mediante el incremento de personal de la CBP, el mejoramiento



de la tecnología, el aumento en la capacidad, las reducciones en las emisiones por vehículo y las medidas anti-ralentí. Otras medidas para reducir la exposición personal incluyen la separación de los peatones del tráfico vehicular, el uso de barreras de vegetación, redirección del tráfico lejos de las escuelas, la planeación y el diseño de infraestructura para reducir la exposición a los contaminantes.

Cuadro 7: Estrategias de mitigación seleccionadas para reducir la exposición de contaminantes provenientes del tráfico vehicular de la frontera México–Estados Unidos

Enfoque	Ejemplo
<u>Reducciones en los tiempos de espera</u>Incremento de personal/ horasTecnologíaPre-verificación y matriculación de los usuarios de los cruces fronterizos Incremento de la capacidad de atención de usuariosTiempo de espera como un indicador de desempeño	SENTRI http://www.cbp.gov/xp/cgov/travel/trusted_traveler/sentri/
<u>Reducciones de emisiones por vehículo</u>Emisiones de Camiones Diesel limpio Recomposición / nuevas tecnologías i.e. Filtros de partículas Programa de operaciónControles de emisiones en vehículos de pasajeros Retiro de emisores extremos	Estado de California http://www.arb.ca.gov/fuels/diesel/diesel.htm West Coast Collaborative's San Diego-Tijuana Diesel Emissions Reduction Project http://www.epa.gov/international/air/transport.htm#idrp SmartWay http://www.epa.gov/smartway/ Verificación de Smog de California http://www.dmv.ca.gov/pubs/reg_hdbk/ch10/ch10_7.htm Voluntary Accelerated Vehicle Retirement (VAVR) Program State of CA http://arb.ca.gov/msprog/avrp/avrpeo.htm
<u>Medidas anti-ralentí</u>Electrificación de las Paradas de Camión Anti-ralentí de pasajeros	Electrificación de las paradas de camión y anti-ralentí como una estrategia de reducción de emisiones del diesel en las Puertas de Entrada de México – Estados Unidos http://www.epa.gov/region9/climatechange/pdfs/TSE_Otay_report.pdf Peace Arch (US-Canada) programa anti-ralentí http://www.thetbwg.org/meetings%5C201102%5C16bcarlson.pdf
<u>Reducción de exposiciones personales al tráfico fronterizo</u> Barreras entre los vehículos y los peatones/comunidades Barreras físicas (i.e. muros sólidos) <i>Muros de vegetación</i> <i>Pinturas catalíticas que reducen la contaminación</i> Redirección del tráfico lejos de las comunidades	EPA Near-Roadway Research http://www.epa.gov/airscience/air-highwayresearch.htm Grupo de trabajo de EPA sobre el papel de las barreras de vegetación en la mitigación de los impactos en la calidad del aire derivados de las emisiones del tráfico http://www.epa.gov/nrmrl/appcd/nearroadway/workshop.html Restricción del tránsito de los camiones de las maquiladoras que van a la frontera desde la Colonia Chilpancingo en Tijuana, BC http://www.environmentalhealth.org/index.php/en/what-we-do/border-environmental-justice/air-pollution
<u>Planear y diseñar para reducir la exposición</u> Incorporar en el diseño y planeación, consideraciones de reducción en exposición local y mejoramiento de la salud	

Como se señaló anteriormente, la US DOT ha comenzado la elaboración de un estudio de modelaje de emisiones en los cruces fronterizos México–Estados Unidos. Una gran ventaja de la creación de modelos de emisiones es la capacidad de proyectar las reducciones de emisiones empleando diversas estrategias de mitigación. De acuerdo con los autores Kear et al. [29] el modelaje de emisiones permite la evaluación de las siguientes categorías de estrategias de mitigación: dotación de personal y administración, tecnología (aplicaciones de innovaciones tecnológicas para mejorar la eficiencia de los movimientos transfronterizos, inspecciones o información), ingeniería del tráfico e infraestructura. Un producto piloto del modelaje de las reducciones de emisiones mostrado en la Figura 5 sugiere que reducir la congestión y los tiempos de espera son una estrategia eficiente para reducir las emisiones [29].

Reduccion en los tiempos de espera en los cruces fronterizos

Las reducciones en los tiempos de espera en los cruces fronterizos pueden alcanzarse mediante un incremento del personal y de horas de operación en los cruces fronterizos comerciales y de pasajeros. La armonización de las aduanas de México y los Estados Unidos puede agilizar dichos procedimientos. También, el incremento en la utilización de tecnologías como los chips RFID pueden ser empleadas para agilizar los procedimientos. Por otro lado, la matriculación en programas de pre-verificación como el programa SENTRI puede reducir el tiempo de espera; aunque hay que agregar que si todas las personas estuvieran matriculadas la reducción en los tiempos de espera no sería significativa. Por último, el incremento en la capacidad también puede ayudar a agilizar los cruces en las PDE existentes, y las planeadas a desarrollarse o en construcción [80].

Reducción de las exposiciones personales a los contaminantes derivados de los cruces fronterizos

Un objetivo obvio para reducir la exposición de las personas cuando esperan para cruzar por las PDE es reducir el tiempo que los vehículos y los peatones esperan en fila expuestos a las emisiones. Esto beneficiaría directamente a los conductores y a los peatones que cruzan la frontera y también mejoraría la calidad del aire cerca de las PDEs. Sería deseable de ser posible la separación de las filas de peatones y de los vehículos en espera; ya que las barreras entre las carreteras y las personas expuestas han demostrado ser efectivas [81]. Adicionalmente, nuevas tecnologías podrían ser exploradas, como la aplicación de pinturas y recubrimientos que catalicen los gases contaminantes y los conviertan en CO₂ y agua, y a través de esto se puedan reducir los niveles de contaminación cerca del área tratada [82, 83]. Medidas anti-ralentí también pueden ser empleadas; en la frontera canadiense en el Cruce Peace Arch, existe un programa de luces de semáforo que alienta a que los conductores apaguen sus vehículos mientras esperan cuando el semáforo está en rojo (ver Cuadro 7). En los cruces comerciales, la Electrificación de las Paradas de Camión ha sido estudiada como una medida anti-ralentí para reducir las emisiones [84]. Entre las soluciones de largo plazo se incluyen las reducciones obligatorias en las emisiones vehiculares y un incremento en la provisión de transporte público limpio. La reducción en la exposición de niños y otros grupos vulnerables en comunidades muy afectadas por el tráfico fronterizo puede alcanzarse de diversas maneras. Las soluciones de largo plazo incluyen la zonificación y planeación para que las escuelas, hogares y parques no se localicen cerca de rutas de camiones o de tráfico pesado o autos en ralentí. Soluciones de corto plazo que han sido

implementadas en comunidades incluyen la mejora de la calidad del aire al interior de las viviendas o espacios públicos confinados por medio de filtración de alta eficiencia del aire en las escuelas [85].

Una solución de mitigación interesante es investigar el uso de vegetación para reducir la exposición a la contaminación del tráfico. Nuevas investigaciones sugieren que una vía prometedora puede ser la implementación de barreras de vegetación, que ha demostrado reducir las concentraciones de partículas ultrafinas relacionadas con el tráfico [86, 87]. La US EPA ha patrocinado un taller sobre este tema llamado “El Papel de la Vegetación en la Mitigación de los Impactos en la Calidad del Aire de las Emisiones del Tráfico” resumido en [89]. Grupos comunitarios como *Breath California* y *Sacramento-Emigrant Trails* también han estado activos en investigar los beneficios potenciales de la vegetación para mejorar la calidad del aire cerca del tráfico, al patrocinar un taller en junio de 2012 [90]. Dado que la mayoría de la investigación de los efectos de la vegetación ha sido realizada en climas ajenos al de la frontera México–Estados Unidos, se necesita investigar la efectividad de vegetación apropiada para la región fronteriza. Un trabajo reciente [91] que emplea un tunel de viento para investigar las reducciones de las partículas por diferentes especies vegetales indica que los árboles aguja son efectivos; éste resultado alienta el uso de una especie nativa a la frontera: el pirul californiano; estos árboles están siendo plantados cerca de las vías del tren en San Bernardino, CA como un esfuerzo para reducir las exposiciones de la comunidad a las emisiones de tráfico [92]. Consideraciones para la elección del tipo de árboles para usar como barreras, incluyen caducidad de las hojas, basura generada, necesidades de agua, espacio disponible, producción de polen, etc. [93].

Acciones de Política

El Cuadro 8 -mostrado a continuación- lista acciones de política públicas implementadas recientemente en el estado de Baja California, mismas que se relacionan directa o indirectamente con la calidad del aire en la frontera. Por ejemplo, la apertura de un Laboratorio de Calidad del Aire en Baja California fortalecerá los esfuerzos de monitoreo en la región; en tanto que el programa de la verificación vehicular o de inspección de smog en Tijuana ayudará a reducir las emisiones por vehículo en el cruce fronterizo.

Cuadro 8: Acciones estatales y locales recientes relacionadas con el control de la contaminación del aire en Baja California

Acción:	Estado actual:
Fortalecimiento de la red estatal de monitoreo de la calidad del aire	Infraestructura. El nuevo laboratorio de calidad del aire (Centro de control y laboratorio analítico) en Baja California abrió sus puertas en 2012 en Tijuana
Implementación del Programa Estatal de Reforestación	El programa empezó en las escuelas en 2011; en 2012 se extendió al sector industrial.
Programa Estatal de Verificación Vehicular (Inspección de Smog)	El programa voluntario arrancó en 2012 en dos centros en Tijuana. El programa será obligatorio a partir del 2013.
Programas para mejorar la calidad del aire	El programa “Proaire” está casi completo para Tijuana, Playas de Rosarito y Tecate
Inventarios de emisiones de contaminantes del aire	En el 2010 se presentó el inventario más reciente para Mexicali y Tijuana-Tecate-Rosarito.
Programa Integral de Pavimentación y Calidad del Aire (PIPCA)	Su objetivo principal es pavimentar las calles en Baja California para reducir el polvo y las emisiones de partículas. En 2010, 80 asentamientos en Tijuana habían sido beneficiados por este programa.

Acciones binacionales para mejorar la calidad del aire fronterizo han sido llevadas a cabo exitosamente, por ejemplo para reducir las emisiones de los camiones comerciales en los cruces fronterizos (Cuadro 9), mediante la implementación de un proyecto piloto para recomponer los camiones a diesel en Baja California, o programas para reducir las emisiones tipo SmartWay, o esfuerzos para incrementar el ciudadano de los efectos en la salud (Cuadro 9).

Cuadro 9: Acciones binacionales relacionadas con la contaminación del aire y la salud

Programa	Descripción
Proyecto piloto de Diesel Limpio Tijuana/San Diego	El objetivo de este proyecto era demostrar la factibilidad de recomponer los camiones de diesel en la región y así agilizar la introducción de diesel ultra-bajo en azufre en la región fronteriza, construir alianzas de negocios, mejorar la calidad del aire y sentar un precedente en México de implementación de proyectos de diesel limpio. Financiado por la US EPA y administrado por la SDAPCD. Para este proyecto, 50 camiones pesados mexicanos – todos de un modelo posterior a 1988 – fueron provistos con Catalizadores de Oxidación de Diesel (DOC por sus siglas en inglés) y espiráculos de Ironman Parts and Services y Donaldson, respectivamente. La reducción de emisiones de toda la flota fue equivalente al 25% de las partículas, CO y precursores de O ₃ .
SmartWay, USEPA http://www.epa.gov/smartway/	Este programa de iniciativa internacional explora las formas de reducir el consumo de combustible, reducir las emisiones e incrementar la productividad en el transporte de carga comercial. El programa será implementado en el estudio de emisión de las PDE de México–Estados Unidos [30], http://d2dtl5nnlpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/TTI-2009-5.pdf)
Implementación de Transporte Limpio en Tijuana, BC y Nogales, Sonora	Este proyecto estuvo precedido por “SmartWay” en los Estados Unidos. Está financiado por la US EPA por medio de la Comisión de Cooperación Ambiental Fronteriza (BECC por sus siglas en inglés). En este proyecto, 15 vehículos fueron provistos con neumáticos de baja resistencia de rodadura y cabinas ecológicas. Las compañías participantes fueron Cemex Transport, Express Milac, Praxair y Pepsico.
FAST (Free and Secure Trade)	La apertura y operación de líneas FAST (Free and Secure Trade) en Tijuana comenzó el 15 de octubre de 2004. Las compañías a las cuales se les permite utilizar las líneas FAST deben ser previamente certificadas con los estándares de EU. Algunos de los objetivos de estas acciones fueron reducir el congestionamiento vial y el ralenti de vehículos para reducir la combustión de combustible y la generación de emisiones.
REPORTA Sistema de Monitoreo Ciudadano de enfermedades respiratorias	El objetivo de esta red es contar con un panorama global y actualizado de las enfermedades respiratorias en México por medio de la recolección de información de una base de datos que identifique la incidencia, el tipo y la localización de enfermedades respiratorias de la población en México. Esta encuesta en línea fue desarrollada por la UNAM. http://reporta.c3.org.mx/Cuestionario.php



Fotos cortesía de Ángel Granados.

Deficiencias, Necesidades y Recomendaciones de la Conferencia

La Conferencia sobre los Impactos en la Salud debido a los Cruces Fronterizos fue llevada a cabo el 3 y 4 de Mayo de 2012 en San Ysidro, CA; el evento reunió a investigadores, líderes comunitarios, planificadores, agencias gubernamentales y ciudadanos interesados en identificar los temas relevantes en los problemas de salud relacionados con los cruces fronterizos entre México y Estados Unidos. Durante los dos días que duró la conferencia, se les pidió a los participantes que 1) deliberaran sobre los vacíos en el conocimiento de los impactos en la salud por los cruces fronterizos y 2) identificaran posibles soluciones a estos problemas. En el primer día se realizó un Taller Técnico que contó con las presentaciones de investigadores líderes en el área de exposiciones a la contaminación del tráfico y la salud, adicionalmente hubo una sesión de carteles informativos presentados por participantes de la conferencia. Ambos fueron seguidos por una reunión comunitaria coordinada por la “Casa Familiar,” una organización local preocupada por el impacto en la salud pública y en el bienestar social y económico que la PDE de San Ysidro podría tener en su comunidad. Participantes del Taller Técnico y la reunión comunitaria ofrecieron recomendaciones consensadas como insumos a ser discutidos en la conferencia principal que se llevó a cabo al día siguiente; en esta, los participantes escucharon las presentaciones y recomendaciones del día anterior. Posteriormente se les pidió a los participantes que se dividieran en cuatro grupos de trabajo: (1) planeación y diseño, (2) exposición y salud, (3) políticas para la reducción de emisiones, (4) la experiencia de cruzar la frontera. Las recomendaciones depuradas en estas mesas de trabajo se presentan a continuación.

Planeación y Desarrollo

La planeación y el diseño son críticas para asegurar cruces fronterizos seguros y eficientes en una región que experimenta un crecimiento acelerado y restricciones a las medidas de seguridad que cambian la dinámica de los cruces fronterizos. Actualmente existen varias áreas en las cuales un mejoramiento en la planeación y el diseño podrían tener un efecto positivo en la salud de los residentes y de las personas que trabajan en la región.

Disminuir el tiempo de espera en los cruces fronterizos. Debido al incremento en la seguridad después de 9-11, los tiempos de espera en la frontera se han incrementado de manera significativa. Estos incrementos en los tiempos de espera consecuentemente han aumentado el tiempo de exposición a los contaminantes de las personas que viven y trabajan cerca de los cruces fronterizos. Existe una necesidad de encontrar soluciones costo-efectivas que reduzcan el tiempo de espera en los cruces fronterizos para reducir la concentración de contaminantes en la región.

Creación de zonas de amortiguamiento entre las carreteras y las comunidades/peatones. Al separar a los residentes que cruzan la frontera de las carreteras y áreas de tráfico congestionado, podría lograrse una reducción a la exposición de contaminantes dañinos. Es importante estudiar las distancias óptimas de separación para la reducción de exposición y recomendar políticas públicas que aseguren el cumplimiento de los planificadores involucrados en el diseño y/o re-habilitación de los cruces fronterizos.

Identificar y crear rutas accesibles al transporte de mercancías a fin de que se minimizen su efecto en las comunidades locales. El tráfico pesado de camiones que transportan mercancías a los Estados Unidos frecuentemente pasa por en medio de comunidades con escuelas y demás áreas vulnerables. Es importante entender el impacto de estas rutas en las comunidades locales y considerar el re-enrutamiento de camiones por zonas comerciales como un esfuerzo para reducir la exposición de los residentes a los contaminantes.

Investigar la factibilidad e impacto de medidas de mitigación de corto y largo plazo en comunidades locales. Adquirir un mejor entendimiento del potencial de medidas de mitigación tales como muros de vegetación, zonas de amortiguamiento, re-enrutamiento del tráfico y la reducción de los tiempos de espera; a fin de identificar las mejores prácticas a incorporar en el diseño y rehabilitación de los cruces fronterizos. Un incremento en el financiamiento para la investigación e implementación en estas áreas es crítico.

Incorporar información sobre la exposición de la comunidad y de los que cruzan la frontera en el diseño de los cruces fronterizos. El conocimiento sobre las exposiciones sufridas y sus determinantes deben incorporarse en el diseño de los cruces fronterizos.

Mejorar la coordinación entre agencias locales, estatales y federales a fin de identificar mejores formas de comunicación entre agencias como el NADBank, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes Federal y de Baja California, y la Comisión de Transportes de California (*California Transportation Commission / CTC*) como un esfuerzo para mejorar y financiar efectivamente la planeación del transporte en ambos lados de la frontera.

Entender los **impactos económicos** de los lentos cruces fronterizos. El mejoramiento y adiciones a la infraestructura de las puertas de entrada están justificadas no solamente por la reducción de las emisiones de vehículos en ralentí sino también por razones económicas; la congestión genera costos adicionales al comercio internacional.

Eficientar el financiamiento para la modificación de la infraestructura de los cruces fronterizos. Incluir las asociaciones público-privadas como fuentes potenciales de financiamiento para el mejoramiento de la infraestructura en los cruces fronterizos.

Exposición y Salud

Estudiar los efectos en la salud de los cruces fronterizos. La información y la investigación sobre los efectos en la salud que tienen los cruces fronterizos en las personas que viven, trabajan y juegan cerca de ellas es extremadamente limitada. Se necesitan más recursos para el estudio de estos efectos a fin de entender identificar las mejores prácticas para prevenir daños y enfermedades.

Establecer **protocolos de salud armonizados** empleando criterios similares en ambos lados de la frontera, a fin de registrar enfermedades respiratorias relacionadas a la exposición a contaminantes atmosféricos, tales como el asma.

Mejorar e incrementar el **acceso a la información existente**. En la actualidad existe muy poca información con respecto a la exposición a la contaminación del tráfico en la frontera México - Estados Unidos. Existe información limitada sobre los cruces en la frontera Estados Unidos–Canadá, sin embargo no es suficiente para llegar a ninguna conclusión relacionada con el verdadero riesgo de exposición de la gente que vive, trabaja y cruza la frontera. A pesar de que en años recientes se ha visto un incremento en la publicación de trabajos relacionados con la exposición a los contaminantes del tráfico, información sobre la evaluación de la exposición en este tema es muy limitada. Las diferencias entre los métodos de medición y la falta de un estricto control de calidad en la elaboración de evaluaciones de exposición hacen que sea difícil generalizar y comparar los hallazgos entre estudios.

Apoyar **proyectos implementados por la comunidad que se enfoquen en la medición de exposición y la efectividad de la mitigación**. Existen algunos proyectos implementados por la comunidad fronteriza que están investigando los niveles de exposición al tráfico. Por ejemplo, la comunidad Chilpancingo de Tijuana y los habitantes de la misma colonia están trabajando conjuntamente para monitorear y medir los niveles de contaminación cerca de escuelas locales. Los camiones que llevan mercancías hacia los Estados Unidos pasan por su comunidad y frecuentemente paran cerca de una escuela primaria. Al apoyar este tipo de proyectos locales, podemos aprender más sobre la exposición y las maneras de prevenirla por medio del re-enrutamiento de camiones y la determinación de mejores prácticas para el transporte de mercancías en la frontera. Un proyecto similar está siendo desarrollado en San Ysidro, CA; éste incluye las escuelas locales y propone el uso de un programa de banderas escolares para indicar la calidad del aire. Desafortunadamente hasta este momento, dicho proyecto carece de financiamiento. Por otro lado el existente pero limitado monitoreo en el cruce fronterizo de San Ysidro no tiene suficiente precisión ni representatividad de la verdadera calidad del aire en la frontera. La asignación de más recursos y apoyo a proyectos comunitarios

puede incrementar de manera significativa el conocimiento sobre el impacto en la salud y también fortalecer las asociaciones entre la comunidad.

Medir las exposiciones en los cruces fronterizos México–Estados Unidos y documentar los niveles de exposición y su variabilidad. El incremento en el monitoreo de las exposiciones y las concentraciones de contaminantes en los cruces fronterizos, permitirá a mejorar el conocimiento de las diferencias en los tipos, sincronización y lugares de exposición. Dado que cada cruce es único, documentar diferentes niveles de exposición puede ayudar a identificar áreas problemáticas y comparar cruces similares.

Determinar **indicadores efectivos de exposición y toxicidad de los contaminantes relacionados con el tráfico fronterizo.** La evaluación de la exposición está usualmente enfocada a niveles de contaminación ambiental, sin embargo debido a variaciones espaciales de estos, la información proveniente del monitoreo limitado a localidades fijas, no es lo suficientemente precisa para ser utilizadas en estudios epidemiológicos. Una alternativa para resolver este problema es la adopción de indicadores apropiados y el uso de tecnologías como los sistemas de información geográfica (GIS por sus siglas en inglés), especialmente cuando la evaluación de la exposición relacionada con el tráfico. Por ejemplo, al coleccionar información del tráfico puede estimarse la exposición personal; este es un método efectivo cuando el objetivo principal es estimar los perfiles de exposición en un área determinada, y es preferible cuando se tienen variaciones espaciales de los niveles de contaminación del aire.

Investigar las **distancias desde los cruces fronterizos** en los cuales se observan altos niveles de contaminación y los factores que influyen en esa distancia.

Financiar proyectos que exploren la **efectividad de la vegetación como una barrera** entre el tráfico fronterizo y las personas expuestas.

Políticas de reducción de emisiones

Apoyar proyectos que modelen emisiones, exposición y los efectos de políticas públicas. Este es un enfoque costo-efectivo que puede implementarse de manera eficiente.

Investigar la **implementación de programas de diesel limpio** a lo largo de la frontera México–Estados Unidos. Diversos programas de diesel limpio han sido implementados en la región fronteriza México–Estados Unidos. Es importante monitorear el impacto de estos programas en la reducción de emisiones y determinar su eficacia. Vehículos y camiones reconvertidos deben ser monitoreados continuamente y deben realizarse entrevistas con los dueños de los negocios para determinar que tan bien funcionan los programas para ellos (como usuarios) y si hay sugerencias de cambios o mejoras por parte de los usuarios.

Investigar el impacto y factibilidad de otras medidas tales como la **remoción de emisores extremos** de las carreteras.

Desarrollar una **enmienda adicional a los Acuerdos de La Paz** que agregue una o más “áreas de estudio” y que fomente la colaboración entre ambos lados de la frontera en materia de calidad del aire.

Estudiar el impacto potencial del **Sistema de Comercio de Derechos de Emisión** de la ley AB32 en la región.

Identificar **mecanismos de administración de la calidad del aire** que podrían ser implementados en la región fronteriza.

Identificar el **tipo de vehículos que emiten la mayor cantidad de contaminación** en varios cruces fronterizos y determinar las características que pronostican las emisiones.

Identificar **mecanismos de gestión** de la calidad del aire que pudieran ser implementados en la región fronteriza.

Desarrollar un mejor entendimiento de los **indicadores de desempeño** apropiados.

Estudiar la **contribución del tráfico en los cruces fronterizos y el tiempo de espera en la generación de los gases de efecto invernadero y las emisiones de carbón negro**, este último es un forzador climático de corto plazo que también tiene co-beneficios de salud pública y podría ser un objetivo – a estudiar- apropiado.

Mejorar la Experiencia de Cruzar la Frontera

Reducir los tiempos de espera para minimizar el tiempo de exposición que los peatones y los vehículos de pasajeros están expuestos a las emisiones del tráfico.

Separar el cruce peatonal del vehicular ligero, autobuses y camiones.

Proveer asientos y sombra para los ancianos y discapacitados que están esperando cruzar la frontera.

Proporcionar **sanitarios públicos adecuados**.

Crear un **sistema de números de espera** para personas que cruzan y que físicamente no pueden esperar tiempos largos en las filas.

Mejorar las condiciones de trabajo a fin de proteger a los empleados de la contaminación atmosférica.

Voces de la Comunidad

Los niños que respiran el humo del transporte pesado que se encuentran en la línea de espera para cruzar la frontera y los padres de los niños que luchan para pagar los tratamientos médicos del asma de su hijo ... ellos son los que están lidiando con este problema. Algunas comunidades están de pie y solicitan a las autoridades locales que tomen nota de este problema. Solicitan que los camiones de transporte transfronterizo, no utilicen rutas viales residenciales de baja velocidad. Solicitan más vigilancia y notificación de los días de contingencia ambiental debidos a la baja calidad del aire, para que sus hijos puedan quedarse en casa ese día. Las comunidades están pidiendo más comprensión a las comunidades que están viviendo y respirando la contaminación en la frontera, y que se desarrollen procedimientos para agilizar el tráfico a través de los puertos de cruce fronterizo, y esto repercuta en una disminución a la exposición de contaminantes generada por el tráfico vehicular. Es importante que los tomadores de decisiones entiendan los verdaderos problemas que enfrenta la gente que vive, trabaja, viaja y realiza actividades recreativas a lo largo de la frontera, con el fin de desarrollar políticas eficaces para proteger la salud pública.

Nos gustaría dar las gracias a los participantes, presentadores y voluntarios a la Conferencia de los Impactos en la Salud de los Cruces Fronterizos. También nos gustaría dar un agradecimiento especial a Casa Familiar por su trabajo y dedicación a nuestra región fronteriza.

Para obtener más información acerca de este informe, por favor póngase en contacto con:

Penelope JE Quintana, PhD, MPH
Graduate School of Public Health, San Diego State University
jquintan@mail.sdsu.edu



Bibliografía

1. EPA, U.S., *US-Mexico Border XXI Framework Document*. EPA 160-R-96-003. 1996.
2. EPA, U.S., *Border 2012 Framework*. 2003.
3. GNEB, *Thirteenth Report of the Good Neighbor Environmental Board to the President and Congress of the United States* EPA Report EPA 130-R-10-001 (English version) 2010.
4. Delgado-Wise, R. and H. Márquez Covarrubias, *The Reshaping of Mexican Labor Exports under NAFTA: Paradoxes and Challenges*. International Migration Review, 2007. **41**(3): p. 656-679.
5. SCERP, *Southwest Consortium for Environmental Research and Policy. The U.S. - Mexican Border Environment: Binational Air Quality Management*. 2006. **Monograph no. 14**
6. Munoz, G., M. Quintero, and R. Pumfrey, *Air Quality at the U.S.-Mexican Border: Current State and Future Considerations toward Sustainability*, in *Southwest Consortium for Environmental Research and Policy*. 2012, San Diego State University Press. p. 219-265.
7. Board, C.A.R. *Ambient Air Quality Standards*. [cited 2013 February 22, 2013]; Available from: <http://www.arb.ca.gov/research/aaqs/aaqs2.pdf>.
8. Network, U.E.P.A.T.T. *U.S.-Mexico Border Information Center on Air Pollution (CICA) Border Air Quality Data - Reports*. [cited 2013 January 15, 2013]; Available from: http://www.epa.gov/ttn/catc/cica/geosel_e.html.
9. Quality, T.C.o.E. *Air Quality in Texas' Border Region with Mexico*. [cited 2013 January 15, 2013]; Available from: <http://www.tceq.texas.gov/border/air-quality.html>.
10. 2020, U.E.P.A.B. *What is Border 2020?* [cited 2013 January 15, 2013]; Available from: <http://www.epa.gov/border2020/framework/index.html>. .
11. Agency, U.E.P. *Nitrogen Dioxides: Regulatory Actions*. [cited 2013 January 15, 2013]; Available from: <http://www.epa.gov/airquality/nitrogenoxides/actions.html>
12. Institute, H.E., *Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects*, in *HEI Special Report 2010*, Health Effects Institute: Boston, Mass.
13. Karner, A.A., D.S. Eisinger, and D.A. Niemeier, *Near-roadway air quality: synthesizing the findings from real-world data*. Environmental Science & Technology, 2010. **44**(14): p. 5334-5344.
14. Zhou, Y. and J. Levy, *Factors influencing the spatial extent of mobile source air pollution impacts: a meta-analysis*. BMC Public Health, 2007. **7**(1): p. 89.
15. Hu, S.S., et al., *A wide area of air pollutant impact downwind of a freeway during pre-sunrise hours*. Atmospheric Environment, 2009. **43**(16): p. 2541-2549.
16. Administration, U.D.o.T.R.a.I.T. *Border Crossing/Entry Data: Quick Search by Rankings*. [cited 2013 January 15, 2013]; Available from: <http://www.rita.dot.gov/>.
17. Group, B.W.T.W., *Border Wait Time Working Group presentation, April 2009*. 2009.
18. Customs and Border Protection, U. *Border Wait Times*. Available from: <http://apps.cbp.gov/bwt/>.
19. (GAO), U.S.G.A.O., *CBP Lacks the Data Needed to Assess the FAST Program at U.S. Northern Border Ports. Report to the Ranking Member, Subcommittee on Oversight of Government Management, the Federal Workforce, and the District of Columbia, Committee on Homeland Security and Governmental Affairs, U.S. Senate*, 2010.
20. Hutchinson, K.B., *Letter to The Honorable Gene L. Dodaro, Comptroller General of the United States (press release)*, 2012.
21. Calit2. *Best times to cross the border*. [cited 2013 February 21, 2013]; Available from: <http://traffic.calit2.net/border/border-crossing-wait-times-map.php>.
22. Department of Transportation, U. *U.S./Mexico Joint Working Committee on Transportation Planning Studies and Reports*. [cited 2013 February 21, 2013]; Available from: <http://www.borderplanning.fhwa.dot.gov/studies.asp>.

23. Belella, P., Tirumalachetty, S, DiStefano, J , Hou , T, *Measuring Cross-Border Travel Times for Freight: Otay Mesa International Border Crossing Final Report (contract DTFH61-06-D-00005)*, 2010.
24. Rajbhandari, R., et al., *Measuring Border Delay and Crossing Times at the US–Mexico Border - Final Report: Automated Crossing Time and Wait Time Measurement No. FHWA-HOP-12-049 under contract DTFH61-06-D-00007/Task BA07-040*. 2012.
25. Governments, S.D.A.o., *Economic Impacts of Border Wait Times at the San Diego-Baja California Border Region*, 2006.
26. Transportation, U.D.o. *Binational Planning and Programming Study* 1998; Available from: http://www.borderplanning.fhwa.dot.gov/study_phase2.asp.
27. Fuentes, N. and G. del Castillo, *U.S.-Mexico Ports of Entry: A capacity analysis and recommendations for increased efficiency*, 2007, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana.
28. Center, S.D.P.R., *Final Report: Healthy Borders: San Ysidro Port of Entry Pedestrian Border Crossing Experiences*, 2011.
29. Kear, T., J. Wilson, and J. Corbett, *United States-Mexico Land Ports of Entry Emissions and Border Wait-Time White Paper and Analysis Template Report No. FHWA-HEP-13-004 under contract DTFH61-11-D-00030-T11-002*. 2012.
30. Beard-Raymond, M., et al., *SmartWay Applications for Drayage Trucks, Contract Number 582-8-90750*. 2009.
31. Barzee, S., *Greenhouse gas emissions due to vehicle delays at the San Diego-Tijuana border crossings*. Masters Thesis - San Diego State University Graduate School of Public Health, 2010.
32. Shwayhat, C., *Criteria pollutant emissions due to delays at the San Diego County-Baja California crossings*. Masters Thesis - San Diego State University Graduate School of Public Health, 2011.
33. Baccarelli, A., et al., *Rapid DNA methylation changes after exposure to traffic particles*. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2009. **179**(7): p. 572-8.
34. Ritz, B., et al., *Ambient air pollution and preterm birth in the environment and pregnancy outcomes study at the University of California, Los Angeles*. Am J Epidemiol, 2007. **166**(9): p. 1045-52.
35. Salam, M.T., T. Islam, and F.D. Gilliland, *Recent evidence for adverse effects of residential proximity to traffic sources on asthma*. Pulmonary Medicine, 2008. **14**(1): p. 3-8.
36. Peters, A., et al., *Exposure to traffic and the onset of myocardial infarction*. N Engl J Med, 2004. **351**(17): p. 1721-30.
37. Brugge, D., J.L. Durant, and C. Rioux, *Near-highway pollutants in motor vehicle exhaust: a review of epidemiologic evidence of cardiac and pulmonary health risks*. Environ Health, 2007. **6**: p. 23.
38. Janssen, N.A., et al., *Black carbon as an additional indicator of the adverse health effects of airborne particles compared with PM10 and PM2.5*. Environ Health Perspect, 2011. **119**(12): p. 1691-9.
39. Laumbach, R.J. and H.M. Kipen, *Respiratory health effects of air pollution: update on biomass smoke and traffic pollution*. J Allergy Clin Immunol, 2012. **129**(1): p. 3-11; quiz 12-3.
40. Suwanwaiphatthana, W., K. Ruangdej, and A. Turner-Henson, *Outdoor air pollution and children's health*. Pediatr Nurs, 2010. **36**(1): p. 25-32.
41. Gauderman, W.J., et al., *Childhood asthma and exposure to traffic and nitrogen dioxide*. Epidemiology, 2005. **16**(6): p. 737-43.
42. Gauderman, W.J., et al., *Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study*. Lancet, 2007. **369**(9561): p. 571-7.
43. Jerrett, M., et al., *Traffic-related air pollution and asthma onset in children: a prospective cohort study with individual exposure measurement*. Environ Health Perspect, 2008. **116**(10): p. 1433-8.
44. McConnell, R., et al., *Traffic, susceptibility, and childhood asthma*. Environ Health Perspect, 2006. **114**(5): p. 766-72.
45. McConnell, R., et al., *Childhood incident asthma and traffic-related air pollution at home and school*. Environ Health Perspect, 2010. **118**(7): p. 1021-6.

46. Islam, T., et al., *Parental stress increases the detrimental effect of traffic exposure on children's lung function*. Am J Respir Crit Care Med, 2011. **184**(7): p. 822-7.
47. Ryan, P.H., et al., *Exposure to traffic-related particles and endotoxin during infancy is associated with wheezing at age 3 years*. Am J Respir Crit Care Med, 2009. **180**(11): p. 1068-75.
48. Ghosh, J.K., et al., *Assessing the influence of traffic-related air pollution on risk of term low birth weight on the basis of land-use-based regression models and measures of air toxics*. Am J Epidemiol, 2012. **175**(12): p. 1262-74.
49. Wilhelm, M., et al., *Traffic-related air toxics and preterm birth: a population-based case-control study in Los Angeles County, California*. Environ Health, 2011. **10**: p. 89.
50. Wilhelm, M., et al., *Traffic-related air toxics and term low birth weight in Los Angeles County, California*. Environ Health Perspect, 2012. **120**(1): p. 132-8.
51. Wilhelm, M. and B. Ritz, *Residential proximity to traffic and adverse birth outcomes in Los Angeles county, California, 1994-1996*. Environ Health Perspect, 2003. **111**(2): p. 207-16.
52. Yang, C.Y., et al., *Evidence for increased risks of preterm delivery in a population residing near a freeway in Taiwan*. Arch Environ Health, 2003. **58**(10): p. 649-54.
53. Miranda, M.L., et al., *Proximity to roadways and pregnancy outcomes*. J Expo Sci Environ Epidemiol, 2013. **23**(1): p. 32-8.
54. Rosenbloom, J.I., et al., *Residential proximity to major roadway and 10-year all-cause mortality after myocardial infarction*. Circulation, 2012. **125**(18): p. 2197-203.
55. Kramer, U., et al., *Traffic-related air pollution and incident type 2 diabetes: results from the SALIA cohort study*. Environ Health Perspect, 2010. **118**(9): p. 1273-9.
56. (OSHA), U.O.S.a.H.A. *Diesel Exhaust*. [cited 2013 January 15, 2013]; Available from: <http://www.osha.gov/SLTC/dieselexhaust/index.html>.
57. Raaschou-Nielsen, O., et al., *Lung cancer incidence and long-term exposure to air pollution from traffic*. Environ Health Perspect, 2011. **119**(6): p. 860-5.
58. Amigou, A., et al., *Road traffic and childhood leukemia: the ESCALE study (SFCE)*. Environ Health Perspect, 2011. **119**(4): p. 566-72.
59. Program, N.T., *12th Report on Carcinogens: Benzene*, 2011.
60. Mukerjee, S., et al., *Techniques to assess cross-border air pollution and application to a US-Mexico border region*. Sci Total Environ, 2001. **276**(1-3): p. 205-24.
61. Houston, D., Wu, J., Ong, P., Winer, A., *Structural disparities of urban traffic in southern California: implications for vehicle-related air pollution exposure in minority and high-poverty neighborhoods*. . Journal of Urban Affairs 2004. **25**: p. 565-592.
62. Brown, P., *Race, class, and environmental health: a review and systematization of the literature*. Environ Res, 1995. **69**(1): p. 15-30.
63. Gunier, R.B., et al., *Traffic density in California: socioeconomic and ethnic differences among potentially exposed children*. J Expo Anal Environ Epidemiol, 2003. **13**(3): p. 240-6.
64. Green, R.S., et al., *Proximity of California public schools to busy roads*. Environ Health Perspect, 2004. **112**(1): p. 61-6.
65. __, *Federal Actions To Address Environmental Justice in Minority Populations and Low-Income Populations*, 1994.
66. Lwebuga-Mukasa, J.S., et al., *Association between traffic volume and health care use for asthma among residents at a U.S.-Canadian border crossing point*. J Asthma, 2004. **41**(3): p. 289-304.
67. Oyana, T.J., P. Rogerson, and J.S. Lwebuga-Mukasa, *Geographic clustering of adult asthma hospitalization and residential exposure to pollution at a United States-Canada border crossing*. American journal of public health, 2004. **94**(7): p. 1250.

68. Oyana, T. and P. Rivers, *Geographic variations of childhood asthma hospitalization and outpatient visits and proximity to ambient pollution sources at a U.S.-Canada border crossing*. International Journal of Health Geographics, 2005. **4**(14).
69. Holguin, F., et al., *Traffic-related exposures, airway function, inflammation and respiratory symptoms in children*. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2007: p. 200611-1616OCv1.
70. Sarnat, S.E., et al., *Air pollution and acute respiratory response in a panel of asthmatic children along the U.S.-Mexico border*. Environ Health Perspect, 2012. **120**(3): p. 437-44.
71. Olvera, H.A., et al., *Ultrafine particle levels at an international port of entry between the US and Mexico: Exposure implications for users, workers, and neighbors*. J Expo Sci Environ Epidemiol, 2013.
72. Dumbauld, J.J., *Traffic related air pollution in the community of San Ysidro, California, in relation to northbound delays at the US-Mexico Border*, in Graduate School of Public Health 2011, San Diego State University.
73. Galaviz VE, Q.P., Paulsen MH, Yost, MG, Simpson CD, *Urinary metabolites of 1-Nitropyrene in US-Mexico border residents frequently crossing the border Port of Entry at San Ysidro in pedestrian lane* in preparation, 2103.
74. Galaviz VE, Y., M, Simpson CD, Paulsen MH, Elder JP, Hoffman L, Flores D, Quintana PJE. , *Traffic Pollutant Exposures Experienced by Pedestrians Waiting to Enter the U.S. at a Major U.S.-Mexico Border Crossing* in preparation, 2013.
75. Mota-Raigoza, A., *Characterization of traffic related air pollution particulate matter mass and surface area concentrations in the border community of San Ysidro and the Tijuana River National Estuarine* in Graduate School of Public Health 2012, San Diego State University: San Diego.
76. Quintana, P., *TRANSBORDER COMMUTERS' EXPOSURE TO HARMFUL AIR POLLUTION: AIR QUALITY INSIDE CARS CROSSING AT THE SAN YSIDRO PORT OF ENTRY*, 2010.
77. Bryden, M., *Levels of black carbon, particle bound polycyclic aromatic hydrocarbons, and ultrafine particles inside vehicles crossing the U.S./Mexico border*, in Graduate School of Public Health 2009, San Diego State University: San Diego.
78. Ryan, S., *Professor of Urban Planning, San Diego State University*, P. Quintana, Editor 2013.
79. Currie, J. and R. Walker, *TRAFFIC CONGESTION AND INFANT HEALTH: EVIDENCE FROM E-ZPASS*, 2009, NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH.
80. Administration, G.S. *Pacific Rim Land Ports of Entry*. [cited 2013 February 27, 2013]; Available from: <http://www.gsa.gov/portal/category/21520>.
81. Baldauf, R., et al., *Impacts of noise barriers on near-road air quality*. Atmospheric Environment, 2008. **42**(32): p. 7502-7507.
82. Pirola, C., et al., *Photocatalytic coatings for building industry: study of 1 year of activity in the NOx degradation*. Journal of Coatings Technology and Research, 2012. **9**(4): p. 453-458,.
83. Auvinen, J. and L. Wirtanen, *The influence of photocatalytic interior paints on indoor air quality*. Atmospheric Environment, 2008. **42**(18): p. 4101-4112.
84. Agency, U.E.P., *Truck stop electrification and anti-idling as a diesel emissions reduction strategy at US-Mexico Ports of Entry* 2009.
85. McCarthy, M.C., et al., *Filtration effectiveness of HVAC systems at near-roadway schools*. Indoor Air, 2012.
86. Hagler, G.S., et al., *Field investigation of roadside vegetative and structural barrier impact on near-road ultrafine particle concentrations under a variety of wind conditions*. Sci Total Environ, 2012. **419**: p. 7-15.

87. Hagler, G., et al., *Ultrafine particles near a major roadway in Raleigh, North Carolina: Downwind attenuation and correlation with traffic-related pollutants*. Atmospheric Environment, 2009. **43**(6): p. 1229-1234.
88. Agency, U.E.P. *The Role of Vegetation in Mitigating Air Quality Impacts from Traffic Emissions*. 2010 [cited 2013 January 15, 2013]; Available from: <http://www.epa.gov/nrmrl/appcd/nearroadway/workshop.html>.
89. Agency, U.E.P. *The role of vegetative mitigating air quality impacts from traffic emissions - Summary of April 2010 EPA sponsored workshop*. in *The Role of Vegetation in Mitigatin Air Quality Impacts from Traffic Emissions*. 2010. Research Triangle Park, North Carolina.
90. Trails, B.C.S.-E. [cited 2013 January 15, 2013]; Available from: <http://www.sacbreathe.org/>.
91. Lawton, J.A., et al., *Removal of Very-Fine and Ultra-Fine Particles by Vegetation*. under preparation, 2013.
92. Cahill, T.A., 2013.
93. Baldauf, R., et al., *Integrating Vegetation and Green Infrastructure into Sustainable Transportation Planning* Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2013. **under review**.

Lista del Apéndice Figuras y Cuadros

FIGURA A- 1: CONTRIBUCIONES RELATIVAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CADA CRUCE FRONTERIZO DE SAN DIEGO EN 2009 UTILIZANDO LA INFORMACIÓN DE LOS TIEMPOS DE ESPERA DE LA CBP.....	A-2
FIGURA A- 2: CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE PARTÍCULAS PM _{2.5} POR TIPO DE VEHÍCULO EN LOS CRUCES FRONTERIZOS DE CALIFORNIA–BAJA CALIFORNIA PARA EL AÑO 2009.....	A-3
FIGURA A- 3: CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE MONÓXIDO DE CARBONO POR TIPO DE VEHÍCULO EN LOS CRUCES FRONTERIZOS DE CALIFORNIA–BAJA CALIFORNIA EN EL AÑO 2009.	A-4
CUADRO A- 1: COMPARACIÓN DE ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE EN LOS ESTADOS UNIDOS Y MÉXICO	A-1
CUADRO A- 2: ESTUDIOS SOBRE LOS EFECTOS EN LA SALUD DIRECTAMENTE RELACIONADOS CON LA CONTAMINACIÓN DEL TRÁFICO EN LOS CRUCES FRONTERIZOS.....	A-5
CUADRO A- 3: EFECTOS EN LA SALUD EN LAS COMUNIDADES DE LA FRONTERA MÉXICO–EU AFECTADOS POR EL TRÁFICO FRONTERIZO.....	A-6
CUADRO A- 4: ESTUDIOS DE EXPOSICIÓN DE CONTAMINANTES RELACIONADOS CON EL TRÁFICO CERCANO A LOS CRUCES FRONTERIZOS EN EU-CANADÁ	A-7
CUADRO A- 5: EXPOSICIÓN A LOS CONTAMINANTES DERIVADOS DEL TRÁFICO CERCA DE LOS CRUCES FRONTERIZOS MÉXICO -EU	A-8
CUADRO A- 6: EMISIONES DERIVADAS DE LOS CRUCES FRONTERIZOS MÉXICO - EU	A-9
CUADRO A- 7: OTROS ESTUDIOS RELEVANTES PARA LOS CRUCES FRONTERIZOS MÉXICO – EU	A-10
CUADRO A- 8: EXPOSICIÓN OCUPACIONAL Y ESTUDIOS DE SALUD EN LOS CRUCES FRONTERIZOS: MÉXICO-EU.....	A-11
CUADRO A- 9: IMPACTOS DE POLÍTICAS EN LA CONTAMINACIÓN RELACIONADA CON LOS CRUCES FRONTERIZOS: MÉXICO-EU	A-12
CUADRO A- 10: ESTUDIOS QUE REVISAN LOS EFECTOS EN LA SALUD DE LA CONTAMINACIÓN RELACIONADA CON EL TRÁFICO O CON LA EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES EN LA REGIÓN FRONTERIZA MÉXICO – EU.....	A-13
CUADRO A- 11: LISTA DE ACRÓNIMOS USADOS EN LOS CUADROS DEL LIBRO BLANCO POR TIPO DE CONTAMINANTE DE TRÁFICO	A-14

Apéndice

Cuadro A- 1: Comparación de Estándares de Calidad del Aire en los Estados Unidos y México

Contaminante	Tiempo Promedio	U.S. NAAQS	México NOM
Monóxido de Carbono (CO)	8-horas	9 ppm (10 mg/ m ³)	11 ppm (12.6 mg/ m ³)
	1-hora	35 ppm (40 mg/ m ³)	
Plomo	Promedio móvil de 3 meses	0.15 µg/ m ³	1.5 µg/ m ³
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Anual (Media aritmética)	0.053 ppm (100 µg/ m ³)	
	1-hora	0.100 ppm	0.21 ppm (395 µg/m ³)
Partículas (PM ₁₀)	24-horas	150 µg/ m ³	120 µg/ m ³
	Anual (Media aritmética)		50 µg/m ³
Partículas (PM _{2.5})	Anual (Media aritmética)	12.0 µg/ m ³	15.0 µg/ m ³
	24-horas	35 µg/ m ³	65 µg/ m ³
Partículas suspendidas totales (TSP por sus siglas en inglés)	24-horas		210 µg/ m ³
Ozono (O ₃)	8-horas	0.075 ppm (2008 std)	0.08 ppm (1993 std)
	1-hora		0.11 ppm
Dióxido de Azufre (SO ₂)	Anual (Media aritmética)		0.03 ppm (79 µg/ m ³)
	24-horas		0.13 ppm (341 µg/ m ³)
	1 hora	0.75 ppm	

Fuentes: U.S. Environmental Protection Agency (US EPA) <http://www.epa.gov/air/criteria.html>. Se muestran los estándares primarios y no los estándares secundarios adicionales. Las NOM Mexicanas son publicadas por la Secretaría de Protección de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Salud. Las unidades de medida para los estándares son partes por millón (ppm) por volumen, miligramos por metro cúbico de aire (mg/m³), y microgramos por metro cúbico de aire (µg/m³). NAAQS -National Ambient Air Quality Standards, EUA, NOM -Normas Oficiales Mexicanas.

CBP Commercial Delay Data

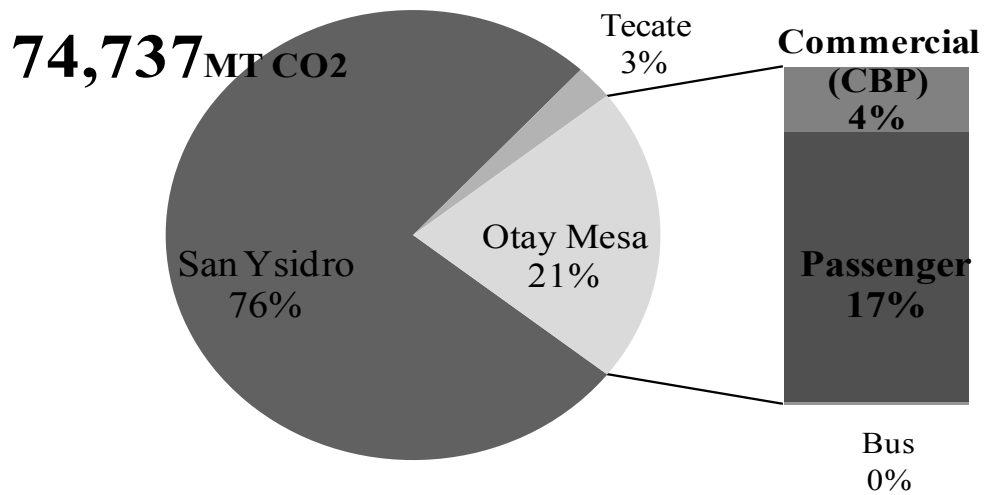


Figura A- 1: Contribuciones relativas de gases de efecto invernadero de cada cruce fronterizo de San Diego en 2009 utilizando la información de los tiempos de espera de la CBP. Se incluyen las emisiones derivadas de la aceleración después de la inspección final. Las unidades son megatoneladas de CO₂ equivalentes. Fuente: Barzee, 2010, <http://sdsu-dspace.calstate.edu/handle/10211.10/262>

Traducción:

Commercial Delay data = Datos sobre el retraso de vehículos comerciales

Passenger = autobuses de pasajeros

■ San Ysidro Motorcycles 0.39%	■ San Ysidro Passenger Truck 10.3%
■ San Ysidro Passenger Car 9.9%	■ San Ysidro Commercial Trucks N/A
■ San Ysidro Buses 1.4%	■ Otay Mesa Motorcycles 0.12%
■ Otay Mesa Passenger Truck 3.39%	■ Otay Mesa Passenger Car 3.24%
■ Otay Mesa Commercial Trucks 62.8%	■ Otay Mesa Buses 0.73%
■ Tecate Motorcycles 0.025%	■ Tecate Passenger Truck 0.66%
■ Tecate Passenger Car 0.63%	■ Tecate Commercial Trucks 6.2%
■ Tecate Buses 0.004%	

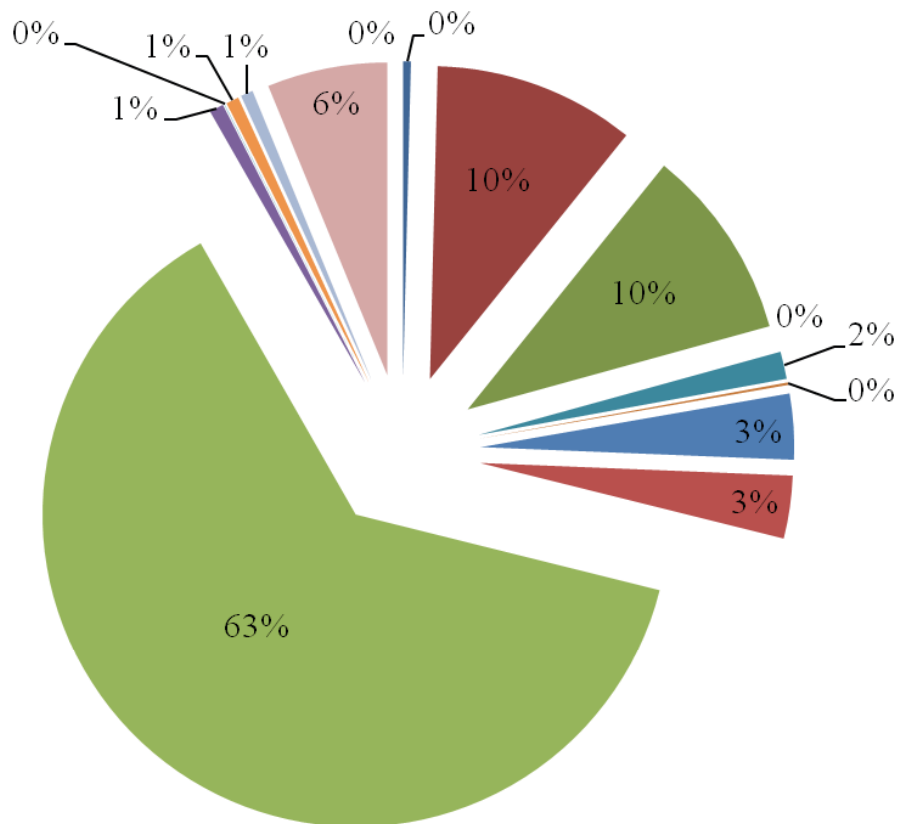


Figura A- 2: Contribución porcentual de partículas PM_{2.5} por tipo de vehículo en los cruces fronterizos de California–Baja California para el año 2009. Fuente: Shwayhat, 2011, <http://sdsu-dspace.calstate.edu/handle/10211.10/1301>

Traducción:

Motorcycles= Motocicletas

Passenger car = automoviles

Buses= autobuses

Passenger trucks = camiones de pasajeros

Commercial truck = camiones comerciales

■ San Ysidro Motorcycles 15.4%	■ San Ysidro Passenger Truck 24.3%
■ San Ysidro Passenger Car 30.7%	■ San Ysidro Commercial Trucks N/A
■ San Ysidro Buses 0.04%	■ Otay Mesa Motorcycles 5.05%
■ Otay Mesa Passenger Truck 7.9%	■ Otay Mesa Passenger Car 10.02%
■ Otay Mesa Commercial Trucks 1.75%	■ Otay Mesa Buses 0.02%
■ Tecate Motorcycles 0.98%	■ Tecate Passenger Truck 1.54%
■ Tecate Passenger Car 1.95%	■ Tecate Commercial Trucks 0.17%
■ Tecate Buses 0.0%	

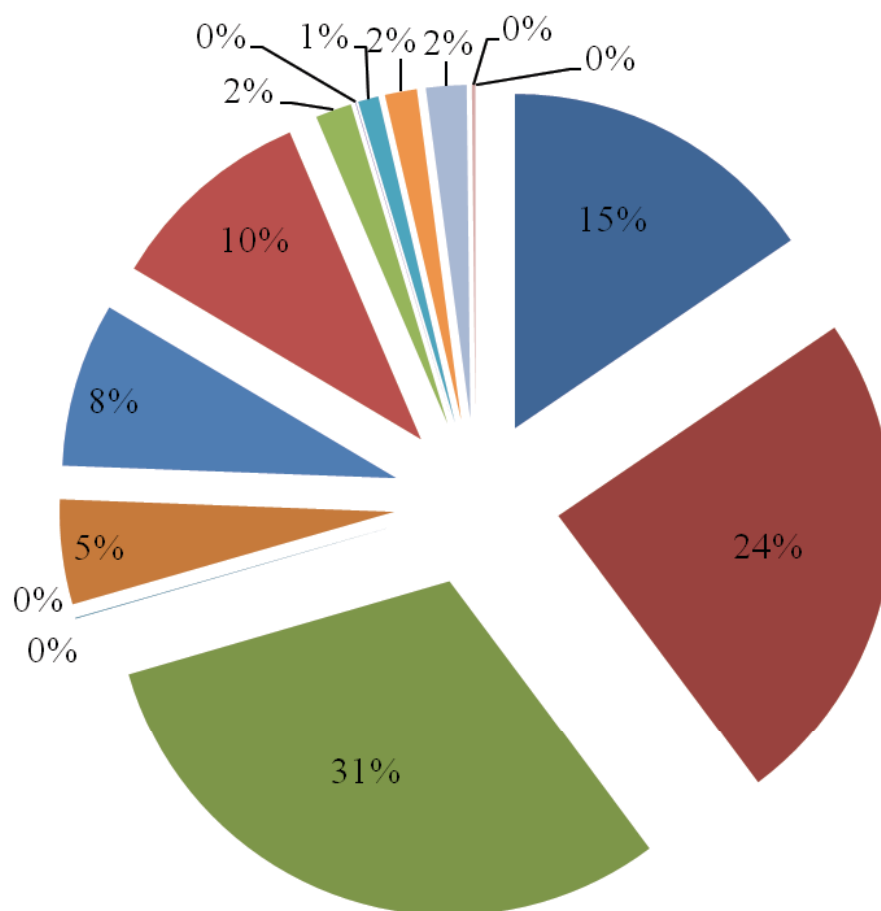


Figura A- 3: Contribución porcentual de monóxido de carbono por tipo de vehículo en los cruces fronterizos de California–Baja California en el año 2009. Fuente: Shwayhat, 2011, <http://sdsu-dspace.calstate.edu/handle/10211.10/1301>

Cuadro A- 1: Estudios sobre los efectos en la salud directamente relacionados con la contaminación del tráfico en los cruces fronterizos

Estudio	Frontera	Cruce fronterizo	Contaminantes del tráfico	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Hallazgos en relación con los cruces fronterizos
Lwebuga Mukasa et al., 2004	EUA-CANADA	Buffalo, NY Peace Bridge	(ninguno específico)	Estudio retrospectivo	Adultos asmáticos y volumen del tráfico	El incremento en el volumen del tráfico relacionado con el TLCAN ha sido asociado con incrementos en los casos de adultos con asma
Oyana et al., 2004	EUA-CANADA	Buffalo, NY Peace Bridge	(ninguno específico)	Tratamiento-control	Asma en adultos cerca del cruce fronterizo	La aglomeración de los casos de adultos con asma que se encuentran cerca de un puente o carreteras es estadísticamente significativa.
Oyana et al., 2005	EUA-CANADA	Buffalo, NY Peace Bridge	(ninguno específico)	Tratamiento-control	Asma en niños cerca de fuentes de contaminación y cruces fronterizos	Aglomeración espacial de casos cercanos al Peace Arch Bridge pero que no son estadísticamente significativos en el caso del análisis de control

Cuadro A- 2: Efectos en la salud en las comunidades de la frontera México–Estados Unidos afectados por el tráfico fronterizo

Estudio	Frontera	Cruce fronterizo	Contaminantes del tráfico	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Hallazgos en relación con los cruces fronterizos
Sarnat et al., 2012	EUA- MEXICO	El Paso / Ciudad Juárez	Tráfico, PM, EC, NO ₂	Panel	Respuestas respiratorias y biomarcadores de la función respiratoria	Monitores localizados en escuelas a ambos lados de la frontera fueron asociados con cambios en funciones pulmonares; esto evidencia los efectos en la salud asociados con el tráfico
Holguin et al., 2007	EUA- MEXICO	El Paso / Ciudad Juárez	Tráfico, PM, EC, NO ₂	Panel	Función pulmonar medida en niños asmáticos en Ciudad Juárez	Los niños que se encontraban más cerca de las áreas de mayor tráfico exhibieron las peores medidas de funcionamiento de los pulmones

Cuadro A- 3: Estudios de exposición de contaminantes relacionados con el tráfico cercano a los cruces fronterizos en EUA-Canadá

<i>Estudio</i>	<i>Frontera</i>	<i>Cruce fronterizo</i>	<i>Contaminantes del tráfico</i>	<i>Diseño del estudio</i>	<i>Descripción del estudio</i>	<i>Hallazgos en relación con los cruces fronterizos</i>
Baxter et al., 2008	EUA-CANADA	Detroit, MI Ambassador Bridge	Carbón elemental	Encuesta medioambiental en una comunidad cercana al cruce fronterizo	16 viviendas cercanas al Ambassador Bridge.	La calidad del aire interior fue afectada por la calidad del aire en el exterior y el tiempo que el hogar recibe vientos que provienen del cruce fronterizo. Vientos tranquilos incrementaron las concentraciones interiores
McAuley et al., 2010	EUA-CANADA	Buffalo, NY Peace Bridge	Partículas ultrafinas (UFP)	Encuesta medioambiental en una comunidad cercana al cruce fronterizo	Penetración de partículas del tráfico en 5 viviendas cercanas al cruce fronterizo	Las partículas ultrafinas dentro de las viviendas son más bajas que en el exterior pero algunas viviendas presentaron un nivel alto de partículas en el interior
McAuley et al., 2010	EUA-CANADA	Buffalo, NY Peace Bridge	Partículas ultrafinas (UFP)	Encuesta medioambiental realizada cerca del cruce fronterizo	Mediciones continuas de UFPs	300 metros en la dirección del viento de las concentraciones en los puentes entre 60,000 - 70,000 p/cc, y contra el viento en el tráfico de 8,000 -10,000 p/cc
Oguiel et al., 2007	EUA-CANADA	Buffalo, NY	Partículas ultrafinas (UFP)	Encuesta medioambiental en una comunidad cercana al cruce fronterizo	Análisis del tamaño de partículas submicrónicas y su distribución cercanas a los cruces fronterizos	Las concentraciones más altas se localizaron cerca del cruce fronterizo
Spengler et al., 2011	EUA-CANADA	Buffalo, NY Peace Bridge	Tóxicos en el aire (varios)	Encuesta medioambiental en una comunidad cercana al cruce fronterizo	Mediciones de Contaminantes derivados del tráfico y la dirección del viento a varias distancias	Los niveles de carbón elemental, benceno, formaldehído (entre otros contaminantes del aire) son mayores cerca de los cruces fronterizos
Wheeler et al., 2007	EUA-CANADA	Ontario, Canada Ambassador Bridge	NO ₂ , SO ₂ , VOCs	Encuesta medioambiental Winsor, Ontario	Modelaje de niveles de contaminación relacionados con las fuentes y el tráfico	La distancia al cruce fronterizo es una variable significativa entre otras

Cuadro A- 4: Exposición a los contaminantes derivados del tráfico cerca de los cruces fronterizos: EU-México

Estudio	Frontera	Cruce fronterizo	Contaminantes del tráfico	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Hallazgos en relación con los cruces fronterizos
Dumbauld et al., 2011	EU-México	San Ysidro - Tjuana	Carbón negro, PM _{2.5} , PUFs	Encuesta medioambiental en una comunidad cercana al cruce fronterizo	Mediciones de contaminación en el aire comparados con el tiempo de espera en la frontera y condiciones del viento	El carbón negro en una comunidad es significativamente más alto cuando la dirección del viento viene de la zona fronteriza, significativamente correlacionado con el tiempo de espera en condiciones de viento moderado
Galaviz et al., 2013a,b	EU-México	San Ysidro - Tjuana	Nitropyrenes, CO, PUFs, carbón negro	Encuesta medioambiental en el cruce fronterizo y exposición personal de los peatones que esperan en la fila para cruzar	Mediciones en la garita con monitores portados por peatones, biomarcadores de exposición al diesel (1 NP) en la orina	Los peatones que cruzan la frontera se exponen a aproximadamente 40,000 partículas ultrafinas/cc, los niveles de aire 1-NP son más altos en los peatones que cruzan la frontera de los que no la cruzan, los biomarcadores de la orina son 10 veces más altos entre las personas que cruzan a pie
Olvera et al., 2013	EU-México	El Paso-Ciudad Juárez	Partículas ultrafinas (PUF)	Encuesta medioambiental levantada en el cruce fronterizo	Mediciones en los cruces fronterizos del clima y el volumen de vehículos	Promedio de partículas ultrafinas de 34,000 p/cc con saltos de hasta 700,000 p/cc, y niveles relacionados con el tráfico y volumen de camiones en el cruce fronterizo
Mota-Raigoza, 2012	EU-México	San Ysidro - Tjuana	Monitor de nanopartículas de superficie	Encuesta medioambiental en una comunidad cercana al cruce fronterizo	Mediciones de la contaminación del aire comparados con el tiempo de espera para cruzar en la frontera y condiciones meteorológicas	El tiempo de espera en la frontera está significativamente asociado con concentraciones elevadas de partículas ultrafinas caracterizados por el área de superficie de deposición en los pulmones
Quintana et al., 2010, Bryden, 2009	EU-México	San Ysidro - Tjuana	Carbón negro, PUFs, PM _{2.5} , CO	Medición del aire dentro de los vehículos de pasajeros mientras esperan en la línea para cruzar	Medición de la calidad del aire dentro de los vehículos cuando viajan hacia el norte	Partículas ultrafinas (UFP) y CO registran sus niveles más altos durante la espera para cruzar la frontera (UFP 30,000 p/cc)
Smith et al., 2006	EU-México	El Paso / Ciudad Juárez	VOCs, NO ₂	Encuesta medioambiental levantada en El Paso	Modelaje de niveles de contaminantes relacionado con sus fuentes y el tráfico	La distancia a los cruces fronterizos es significativa entre otras variables

Cuadro A- 5: Emisiones derivadas de los cruces fronterizos: México-EU

<i>Estudio</i>	<i>Frontera</i>	<i>Cruce fronterizo</i>	<i>Contaminantes del tráfico</i>	<i>Diseño del estudio</i>	<i>Descripción del estudio</i>	<i>Hallazgos en relación con los cruces fronterizos</i>
Barzee et al., 2010	EU-México	Cruces fronterizos de San Diego - Baja California	Gases de efecto invernadero	Emisiones asociadas con los tiempos de espera – modelo de emisiones emplando EPA MOVES	Modelaje de emisiones utilizando los tiempos de espera en los cruces fronterizos y los volúmenes de vehículos y camiones	Las emisiones registradas en el año 2009 fueron de 80,000 toneladas métricas (TM) de CO ₂ equivalente. La PDE de San Ysidro contribuyó con la mayoría de las emisiones GEI (68% del total). Los camiones pesados de diesel son los mayores contribuyentes por vehículo
Ghosh et al., 2000	EU-México	Otay Mesa, San Ysidro	CO, HC	Corte transversal	Evaluación de las emisiones y de la actitud de los conductores hacia el mantenimiento de los vehículos y verificación	Más vehículos emitieron CO arriba del límite (12%) que HC. Más bajos en El Paso / Ciudad Juárez (37 %). Los conductores en Tijuana están menos dispuestos a pagar por mantenimiento y verificación. Se sugieren medidas de alcance, educación y remoción de carros sucios
Schwayat, 2011	EU-México	Cruces fronterizos de San Diego - Baja California	Contaminantes criterio NO _x , PM _{2.5} , CO etc.	Emisiones asociadas con los tiempos de espera – modelo de emisiones emplando EPA MOVES	Modelaje de emisiones utilizando los tiempos de espera en los cruces fronterizos y los volúmenes de vehículos y camiones	Los vehículos de pasajeros emitieron la mayoría del NO _x y CO (cruce fronterizo de San Ysidro), en tanto los camiones comerciales emitieron la mayoría de la contaminación de partículas en el aire (cruce fronterizo de Otay)
Zietsman et al., 2005	EU-México	El Paso/Ciudad Juárez		Emisiones de los camiones mexicanos en ralentí		
Kear et al., 2012	EU-México	Ysleta-Zaragoza	NO _x , PM _{2.5}			

Cuadro A- 6: Otros estudios relevantes para los cruces fronterizos México – Estados Unidos

Estudio	Frontera	Cruce fronterizo	Contaminantes del tráfico	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Hallazgos en relación con los cruces fronterizos
Hesterberg et al., 2011	EU		Partículas (PM)	Comparación entre la nueva tecnología en los escapes de diesel (NTDE) con los escapes tradicionales de diesel TDE	Revisión de la composición y toxicidad (preliminar)	NTDE es muy diferente y probablemente menos tóxico que TDE (basado en información celular limitada de humanos y animales), sin embargo puede incrementar el número de partículas ultrafinas
Kelly et al., 2006	EU-México	Emisiones vehiculares en Calexico/Mexicali y El Paso/Ciudad Juárez	Carbón negro y PAHs	Monitoreo al lado de las carreteras	Emisiones registradas y tipo de vehículo	Los camiones, autobuses y todas las camionetas medianas mexicanas frecuentemente son identificados como emisores más altos que los camiones pesados o vehículos de pasajeros

Cuadro A- 7: Exposición ocupacional y estudios de salud en los cruces fronterizos: México-EU

Estudio	Frontera	Cruce fronterizo	Contaminantes del tráfico	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Hallazgos en relación con los cruces fronterizos
Cohen et al., 1971	EUA-MEX	San Ysidro - Tjuana	CO y carboxyHb	Absorción de monóxido de carbono en los trabajadores	Medición de carboxihemoglobina, un biomarcador de la absorción y exhalación de CO	Altos niveles de carboxihemoglobina en trabajadores fumadores y no- fumadores por igual; relacionados con las altas exposiciones al CO de los vehículos (estimadas en más de 50ppm, mucho más altos que los niveles registrados actualmente)
Dunn et al., 1999	EUA-MEX	Calexico		Encuesta peatonal	Opciones para controlar la exposición de los trabajadores a las emisiones vehiculares	<i>Reporte pendiente de recibir</i>
Lynch and Humpherys, 1975	EUA-MEX				Evaluar el estrés calórico y la exposición al monóxido de carbono en los cruces fronterizos de México – Estados Unidos (proyecto NIOSH)	<i>Reporte pendiente de recibir</i>

Cuadro A- 8: Impactos de políticas en la contaminación relacionada con los cruces fronterizos: México-EU

Estudio	Frontera	Cruce fronterizo	Contaminantes del tráfico	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Hallazgos en relación con los cruces fronterizos
Fernandez et al., 2008	CAN EUA MEX		O ₃ , CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ , NO _x , SO _x	Retrospectiva	Examina el impacto del comercio internacional y las políticas ambientales relacionadas con la calidad del aire a lo largo de la frontera México – Estados Unidos	La calidad del aire mejoró después del 2004, este hecho fue relacionado con la implementación de políticas en motores de diesel. Los resultados de la política comercial son mixtos debido a la variación en el tiempo de la implementación.
Fernandez et al., 2010	CAN EUA MEX		O ₃ , CO, PM _{2.5} , PM ₁₀ , NO _x	Retrospectiva	Evaluación de las políticas encaminadas a reducir las emisiones de gases	Políticas efectivas mediante el cambio en las características y el tránsito de los vehículos a través de la frontera. El tipo de motores impactó la cantidad de emisiones de NO _x . El programa FAST disminuyó el tiempo de espera. Reducir la congestión y el mejoramiento de la infraestructura disminuyó los niveles de contaminación.
Applegate 1984	EUA-MEX			Teórico	Revisó el éxito y fracaso de políticas e instituciones a lo largo de la frontera que se relacionan con la contaminación del aire transfronterizo	Brinda el marco teórico y sugiere que los límites en las cuencas atmosféricas binacionales dependen de las fronteras naturales, no políticas.
Fernandez et al., 2011	US-MEX	San Ysidro, Otay Mesa, Calexico, El Paso, Laredo, Brownsville, Santa Teresa, Nogales		Retrospectiva	Medición de los impactos de las políticas comerciales y medioambientales en la calidad del aire en la frontera	La calidad del aire mejoró después del 2004 cuando se implementó la política en motores a diesel. El impacto de otras políticas fue difícil de medir debido a diferentes momentos de implementación a lo largo de la frontera.

Cuadro A- 9: Estudios que revisan los efectos en la salud de la contaminación relacionada con el tráfico o con la exposición a contaminantes en la región frontera México – Estados Unidos

Estudio	Cuál frontera	Cuál cruce fronterizo	Contaminantes del tráfico	Diseño del estudio	Descripción del estudio	Hallazgos en relación con los cruces fronterizos
English et al., 1998	EUA-MEX	San Diego y Condados Imperial	Ozono y PM	Registros de hospital	Hospitalizaciones de niños con asma	Valle Imperial presentó una tasa más alta de hospitalizaciones y contaminación en comparación con San Diego
Gonzales et al., 2005	EUA-MEX	El Paso	NO ₂	Corte transversal	Mediciones de NO ₂ que fueron tomadas en 20 escuelas primarias y 4 estaciones de monitoreo de aire	La distancia de las emisiones vehiculares afecta la exposición a los niveles de NO ₂
Mukerjee, 2001	EUA-MEX	Ciudades fronterizas de México – Estados Unidos	Ozono	Corte transversal	Revisión de los factores que influyen en la contaminación transfronteriza y en la calidad del aire a lo largo de la frontera México – Estados Unidos	La calidad del aire está afectada por el volumen de tráfico, tipos de vehículos, y políticas que promueven los cruces fronterizos.
Raysoni et al., 2011	EUA-MEX	El Paso / Ciudad Juárez	PM ₁₀ , PM _{2.5} , carbón negro, NO ₂	Tratamiento-control	Concentraciones interiores y exteriores de contaminantes fueron medidas en escuelas primarias en áreas de alto y bajo tráfico.	Las escuelas en áreas de mucho tráfico tienen niveles de contaminación interior y exterior más altos. Las escuelas ubicadas cerca de zonas de mucho tráfico en Ciudad Juárez mostraron las concentraciones más altas de NO ₂ y carbón negro

Cuadro A- 10: Lista de acrónimos usados en los cuadros del libro blanco por tipo de contaminante de tráfico

Acrónimo	Nombre		Notas
Partículas			X = contaminante criterio de (cuencas atmosféricas reguladas)
PM ₁₀	Material particulado con diámetros aerodinámicos menores a 10 micrometros	x	Unidades en peso/volumen, microgramos/metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM _{2.5}	Material particulado con diámetros aerodinámicos menores a 2.5 micrometros	x	Unidades microgramos/metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Pueden alcanzar el pulmón profundo
UFP	Partículas ultrafinas de diámetro menores a 0.1 micrometros		No reguladas por la EPA excepto si alcanzan una masa de PM _{2.5} . Las unidades son partículas por centímetro cúbico (partículas/cc). Se infiere que el número de partículas y la superficie están relacionadas con la toxicidad.
CN	Carbón negro (hollín)		No reguladas por la EPA excepto si alcanza una masa de PM _{2.5} . Las unidades se encuentran en microgramos / metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) o nanogramos/ m^3 , ng/m^3 . Son marcadores de la combustión, especialmente en los vehículos de diesel, y también contribuye al cambio climático.
EC	Carbón elemental (hollín)		Ver más arriba – analizado con diferentes métodos
Gases and vapores			
CO	Monóxido de carbono	x	Asociado con el tráfico, en particular de vehículos mal afinados o sin convertidor catalítico
NO _x	Óxidos de nitrógeno	x	NO ₂ especialmente asociado con la cercanía con el tráfico
SO ₂	Dióxido de Azufre	x	Asociado con la combustión de diesel tradicional
O ₃	Ozono	x	Las unidades son partes por billon o cientos de millones (ppb oo pphm) . A diferencia de otros contaminantes relacionados con el tráfico, este contaminante no es emitido directamente, sino generado por la interacción entre el NO _x y los VOCs aunado a la luz de sol (uv).
	Benceno		Un contaminante del aire cuya concentración no está regulada. Es un carcinógeno humano
	Formaldehído		Un contaminante del aire cuya concentración no está regulada. Es un carcinógeno humano y también es irritante
VOCs	Compuestos volátiles orgánicos		La gasolina está compuesta por diversos COVs
PAHs	Hidrocarburos poli-aromáticos		Una clase de compuestos frecuentemente generados por la combustión, muchos de los cuales se sospecha que son carcinógenos humanos, tales como el benzo-pyrene.