



# CARGA LIMPIA

**GUÍA PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN AÉREA POR  
DIÉSEL DE LA INDUSTRIA DE CARGA EN TU COMUNIDAD**

**AUTORES:**

Diane Bailey  
Melissa Lin Perrella  
Cooper Hanning

**COLABORADORES:**

Morgan Wyenn  
Adrian Martinez  
David Pettit  
Kathleen Yip



### **Agradecimientos:**

La serie de *Carga limpia* de NRDC ha sido posible gracias al generoso apoyo de la Fundación Kresge, que se dedica a mejorar la salud de las comunidades y de los trabajadores afectados por la industria del transporte de carga.

Los autores también desean agradecer a los revisores de esta herramienta: Andrea Hricko, Martha Matsuoka, Kim Knowlton, George Peridas y Christina Swanson.

También estamos agradecidos por las contribuciones de Rich Kassel, Deb Niemeier, Dana Rowan, Alex Karner, Amanda Peterson, Shilpi Chhotray, Andrea Spacht, Alex Kennaugh y Jessica Lass.

# TABLA DE CONTENIDO

**CARGA LIMPIA: ACCIONES PARA MODERNIZAR LA INDUSTRIA DE  
CARGA DE ESTADOS UNIDOS Y PROTEGER LAS COMUNIDADES .....p.2**

**NORMAS DE ORO PARA CAMIONES: UNA FLOTA MÁS LIMPIA Y CON  
BAJA EMISIÓN DE CARBONO .....p.11**


**NORMAS DE ORO PARA ALMACENES Y CENTROS DE DISTRIBUCIÓN:  
UNA FORMA MÁS INTELIGENTE PARA ALMACENAR Y  
TRANSPORTAR MERCANCIAS .....p.17**

**NORMAS DE ORO PARA PATIOS DE MANIOBRAS FERROVIARIAS:  
LOCOMOTORAS MODERNAS Y PATIOS MÁS LIMPIOS ..... p.22**

**NORMAS DE ORO PARA PUERTOS:  
ENV O VERDE PARA EL SIGLO XXI ..... p.28**

**NORMAS DE ORO PARA UNA CONSTRUCCIÓN LIMPIA:  
UNA FORMA MÁS LIMPIA PARA CONSTRUIR ..... p.38**

**MEDIDAS ADICIONALES PARA PROTEGER A LAS COMUNIDADES .....p.41**



# **CARGA LIMPIA: ACCIONES PARA MODERNIZAR LA INDUSTRIA DE CARGA DE ESTADOS UNIDOS Y PROTEGER A LAS COMUNIDADES**

El transporte de carga promete a las comunidades un flujo de trabajo y otros beneficios económicos. Pero junto con el flujo de camiones, trenes y barcos, viene la congestión del tráfico, el ruido y la contaminación del aire que tiene un severo impacto en la salud humana. A nivel nacional, las comunidades próximas a los puertos, estaciones ferroviarias, carreteras y centros de almacenamiento son las más vulnerables a la contaminación y su salud se ve perjudicada, mientras que las industrias contaminantes siguen dependiendo de vehículos con motor de combustibles fósiles que emanan tóxicos. Afortunadamente, existen soluciones para proteger nuestra salud y el medio ambiente de estos peligros.

En esta serie de *Carga limpia*, ofrecemos un breve resumen de los efectos en la salud debido a la contaminación del aire creados por el sistema de transporte de carga y destacamos las medidas disponibles para su limpieza. Indicamos específicas medidas de limpieza para camiones, estaciones ferroviarias, puertos, centros de almacenamiento y áreas de construcción con un resumen de las mejores medidas y prácticas en cada sector. Cada ficha por sector también incluye ejemplos del mundo real de carga limpia que muestran cómo la industria de carga ya empezó a adoptar reformas limitadas, que proporcionan evidencia de que las soluciones más limpias pueden funcionar en comunidades como la tuya.


Esta información puede ser utilizada para ayudar a los defensores a articular una visión específica y por ende obtener un aire más limpio en sus vecindarios. Los líderes comunitarios pueden utilizar estos materiales para alentar a los organismos gubernamentales en la adopción de políticas para un aire limpio o regulaciones, negociar acuerdos para beneficios comunitarios y redactar acuerdos de cierre que tengan como objetivo proteger a los residentes de la contaminación atmosférica. Estos materiales también pueden ayudar a las comunidades que exigen una protección de la salud pública dentro del marco del Acta Nacional de Política Ambiental (NEPA por sus siglas en inglés), que permite proponer al público medidas de mitigación y alternativas en relación con muchos de los proyectos de transporte de carga.

## EFFECTOS EN LA SALUD

La mayoría de los equipos utilizados en el transporte de carga, como camiones, trenes, barcos y grúas, impulsados por motores diésel. Estos motores emiten partículas finas (partículas que son 2.5 micrómetros o menos de diámetro o también llamados “MP2.5”), óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (VOCs por sus siglas en inglés), junto con muchos otros productos químicos tóxicos. La mayor parte del MP emitida por los motores diésel consiste en pequeñas partículas, llamadas partículas extrafinas que tienen menos de 0,1 micras de diámetro.

### EFFECTOS EN LA SALUD POR MATERIAL PARTICULADO

Numerosos estudios han documentado una amplia gama de efectos adversos para la salud por la exposición al material particulado, tales como el aumento en los porcentajes de enfermedades respiratorias y asma, enfermedades cardiovasculares, ataques al corazón, derrames cerebrales, visitas a urgencias y muerte prematura.<sup>1</sup> La exposición cercana al material particulado de las carreteras también se ha relacionado con defectos congénitos, bajo peso al nacer y nacimientos prematuros.<sup>2</sup> Estudios recientes muestran una posible relación entre la exposición al MP fino y la diabetes, así como el deterioro cognitivo y otros efectos graves para la cerebro.<sup>3</sup>



500  $\mu\text{m}$  (microns) in diameter  
A grain of salt

PM 2.5  
Combustion particles, organic compounds, metals, etc

PM 10  
Dust, pollen, mold, etc

Pequeñas partículas (MP2.5) pueden penetrar tus pulmones, y desde ahí pueden llegar hasta tu torrente sanguíneo, causando una amplia variedad de problemas a la salud.

## EFFECTOS EN LA SALUD POR ÓXIDOS DE NITRÓGENOS

NOx puede tener un efecto tóxico en las vías respiratorias, lo que lleva a la inflamación, reacciones asmáticas y el empeoramiento de las alergias y síntomas de asma.<sup>4</sup> Además, el NOx reacciona con compuestos orgánicos volátiles en la luz solar para formar ozono, también conocido como smog. Esta capa de neblina marrón contribuye a la disminución de la función pulmonar y el aumento de los síntomas respiratorios, asma, visitas a urgencias, ingresos hospitalarios y muerte prematura.<sup>5</sup> El ozono también puede causar cambios irreversibles en la estructura pulmonar, que finalmente llevan a enfermedades respiratorias crónicas, como el enfisema y la bronquitis crónica.<sup>6</sup>

## INVASIÓN DE LA INDUSTRIA DE CARGA EN LAS COMUNIDADES

Además de la contaminación del aire, los impactos en la salud y en el clima, el transporte de carga puede tener un impacto profundamente negativo en la calidad de vida de las comunidades cercanas. Las operaciones industriales de carga aumentan los niveles de ruido, el tráfico, la luz y las vibraciones. La imposición de esta industria en un área residencial puede traer el deterioro urbano con él, imaginen vivir junto a altas pilas de contenedores de transporte y cercas oxidadas. No es extraño ver a camiones de carga pesada en las calles del vecindario, lo que representa una amenaza para la seguridad de los residentes, al encender motores cerca de las ventanas de los residentes. En resumen, el *semi tráfico* asociado con centros de carga a menudo empeora las condiciones de un barrio. El Proyecto de Comercio, Salud e Impacto Ambiental tiene una serie de recursos que explora estos impactos y proporciona recomendaciones para los defensores que tratan de mejorar el efecto del comercio global en las comunidades locales.

Ver: [www.TheImpactProject.org](http://www.TheImpactProject.org)



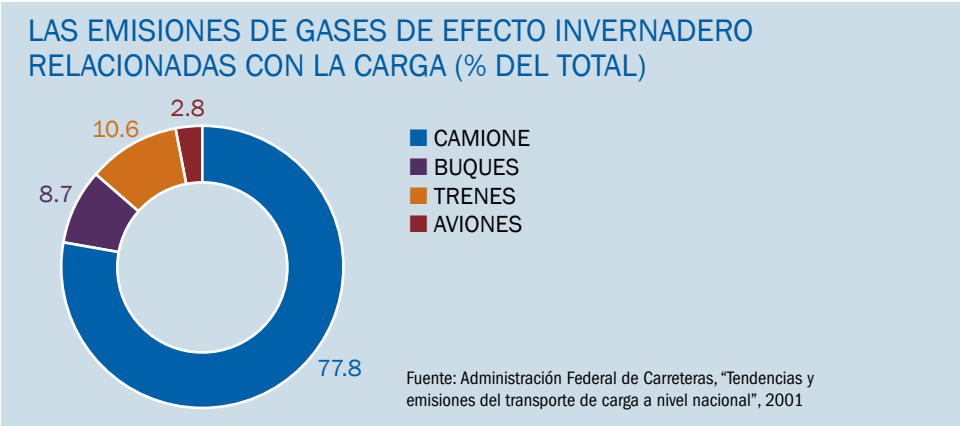
# EFFECTOS EN LA SALUD A CAUSA DEL DIÉSEL PROVENIENTE DEL ESCAPE

El hollín de diésel proveniente del escape, MP de diésel, es especialmente tóxico, no sólo por el tamaño muy pequeño de las partículas de hollín (ver arriba), sino también porque éstas partículas contienen alrededor de 40 diferentes contaminantes tóxicos atmosféricos, de los cuales 15 son reconocidos carcinógenos (agentes causantes de cáncer).<sup>7</sup> De hecho, el MP de diésel en sí es identificado como carcinógeno por la Organización Mundial de la Salud, así como también por el Estado de California,<sup>8</sup> y se registra como “Contaminante Tóxico del Aire”. Docenas de estudios muestran un alto riesgo de cáncer de pulmón en ocupaciones con alta exposición al diésel, entre ellos los trabajadores ferroviarios, camioneros y mineros. Estudios recientes en mineros indican que los trabajadores más expuestos tienen un riesgo de cáncer de pulmón próximo al de los fumadores frecuentes; los estudios también demuestran que el aumento del riesgo de cáncer de pulmón se aplica no sólo a los trabajadores sino a la población en general en áreas con altos niveles de MP de diésel (por ejemplo, cerca de las autopistas y corredores de transporte de carga transitados).<sup>9</sup> Por otra parte, se estima que la contaminación de diésel contribuye a alrededor de 60.000 o más muertes prematuras atribuibles a la contaminación del aire en los Estados Unidos.<sup>10</sup>

Las personas que viven o van a la escuela cerca a los puertos, estaciones ferroviarias, centros de distribución y otros “puntos importantes” relacionados con el diésel, se enfrentan a una exposición desproporcionadamente superior al diésel de escape y los impactos asociados a la salud, tales como un mayor riesgo de asma y otras condiciones respiratorias, cáncer, defectos de nacimiento, impactos adversos sobre el cerebro (como el alto riesgo de autismo),<sup>11</sup> enfermedades del corazón y muerte prematura.<sup>12</sup>

# EFFECTOS EN EL CLIMA

La quema de combustibles fósiles, como el combustible diesel, produce gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono. Estos gases atrapan el calor en la atmósfera de la Tierra, y cambian nuestro sistema de clima global.<sup>13</sup> Los EE. UU. es uno de los mayores emisores de GEI, y el movimiento de carga constituye aproximadamente una cuarta parte (24,7 por ciento) de las emisiones relacionadas con el transporte y el 6 por ciento de todas las emisiones de gases de efecto invernadero en los EE. UU.<sup>14</sup> Los motores diésel utilizados en el transporte son también una fuente importante de carbono negro, y se cree que es uno de los principales contaminantes que contribuye al calentamiento junto a los gases de efecto invernadero. El hollín de carbono negro puede viajar muy lejos, al absorber la luz del sol, irradia calor y acelera el deshielo sin precedentes en el Ártico y en la región glacial.<sup>15</sup>



# FUENTES DE CARGA QUE CONTAMINAN EL AIRE

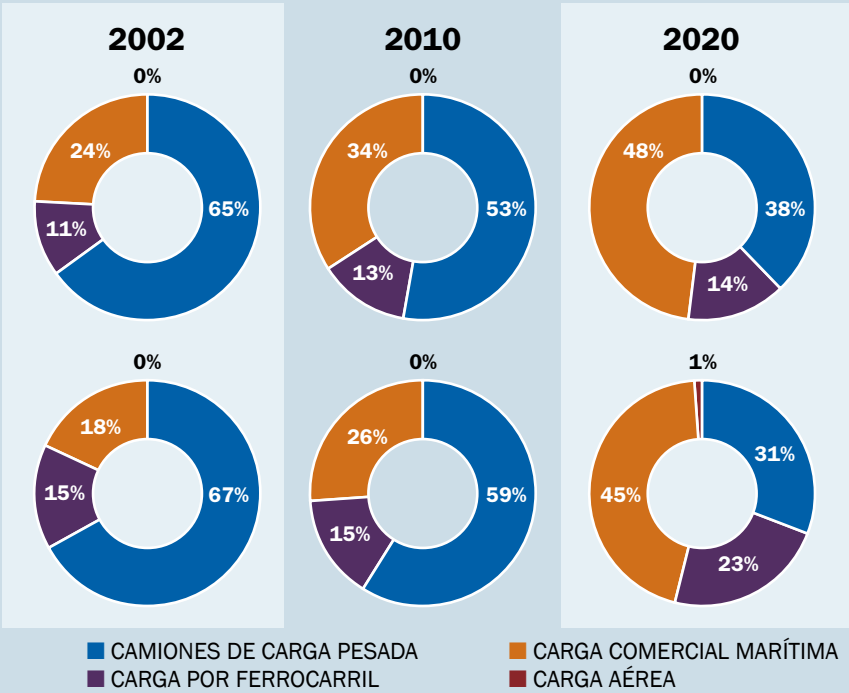
## CAMIONES DE CARGA PESADA DIÉSEL

Los volúmenes anuales de carga en los Estados Unidos se han más que triplicado desde 1965, de 1,2 millones de toneladas-milla a más de 4 millones de toneladas-millas.<sup>16</sup> Casi una tercera parte del total está a cargo de los camiones diésel de servicio pesado.<sup>17</sup> Los camiones grandes constituyen sólo el 4 por ciento de los vehículos en las carreteras de EE. UU. y viajan sólo el 7 por ciento de las millas totales,<sup>18</sup> pero emiten el 19 por ciento de los gases de efecto invernadero relacionados con el transporte, el 33 por ciento de NOx, y el 23 por ciento de MP-10 (es decir, partículas que son 10 micras o menos ).<sup>19</sup> Los camiones grandes son responsables del 5 por ciento del total de las emisiones de GEI de todo EE. UU.<sup>20</sup>

## FERROCARRIL DE CARGA

Los ferrocarriles representan sólo el 0,6 por ciento del total de las emisiones de gases de efecto invernadero emitidas en los EE. UU. (y el 2,2 por ciento de la contaminación relacionada con el transporte). Sin embargo, son muy sucios, lo que representa el 7,5 por ciento de las emisiones de NOx y un 4,1 por ciento de las emisiones de MP10.<sup>21</sup> Las normas de emisiones para locomotoras están por detrás de las de los camiones. Como resultado, los patios de maniobras ferroviarias intermodales (que facilitan el movimiento de carga entre las locomotoras a diésel, los camiones y los equipos de carga) crean importantes riesgos para la salud relacionados con la contaminación del aire para las comunidades cercanas.

### EMISIONES DEL SECTOR NACIONAL DE CARGA



Fuente: Oficina de Estadísticas de Transporte, "Estadísticas nacionales de transporte", 2011. Administración Federal de Carreteras, "Tendencias y emisiones del transporte de carga a nivel nacional, 2011."



## CARGA COMERCIAL MARÍTIMA

Las embarcaciones son un método más eficiente, en términos de combustible para carga que los camiones. Sin embargo, emplean motores sucios que queman combustible bunker y emiten grandes cantidades contaminantes de NOx, SO2 y MP. El combustible bunker, que la mayoría de los buques queman, es uno de los combustible más sucios disponible, con niveles de azufre de más de 1.000 veces mayor que el combustible diésel utilizado por los camiones y locomotoras.<sup>22</sup> Afortunadamente, esto está empezando a cambiar con requisitos más limpios de combustibles marinos en California y en otros lugares a lo largo de las aguas costeras norteamericanas a través de la designación de Zonas de Control de Emisiones (ECA por sus siglas en inglés) por la Organización Marítima Internacional.<sup>23</sup> A pesar de estos esfuerzos, los buques producen la mayor parte de MP10 atribuido al sector de transporte de los EE. UU., con un crecimiento del 26 por ciento en 2010 a un 44 por ciento en 2020, a pesar de llevar sólo el 18 por ciento de la carga. Por otra parte, los puertos donde los barcos cargan y descargan mercancías son el hogar de un gran número de camiones y equipos de manipulación de carga que sirven para concentrar las emisiones en pequeñas áreas de nuestras ciudades portuarias.

## CARGA AÉREA

El envío aéreo es el medio de carga menos eficiente y es mucho más caro que otras alternativas. Por lo tanto, representa sólo una fracción del 1 por ciento de la carga total movilizada, pero puede ser más de 100 veces más contaminante que otros medios de transporte por los GEI.<sup>24</sup>

# ESTRATEGIAS DE LIMPIEZA

Afortunadamente, hay muchas estrategias que se pueden utilizar para reducir la huella de carbono y los impactos de contaminación del aire debido al transporte de carga. En estos materiales, se discuten una serie de iniciativas que se pueden adoptar para las operaciones de limpieza de transporte de carga y reducir la exposición de la comunidad a la contaminación del diésel. Al determinar el tipo de medidas destinadas a defender, en una situación particular, puede depender de una serie de variables tales como el tipo de proyecto, en la medida de la calidad del aire y efectos en la salud del proyecto, el empoderamiento de la comunidad, el costo, la voluntad política y las fuerzas del mercado. Además, hay que tener en cuenta que una estrategia que funciona bien en un área puede no ser la mejor para otra.

Cuando se defienden las estrategias de limpieza para tu comunidad, puede ser útil distinguir entre las estrategias que pueden ser implementadas rápidamente como las que requieren la construcción de nuevas infraestructuras o de investigación y desarrollo. Por ejemplo, actualmente mientras que los camiones más viejos a diésel se pueden limpiar a través de la sustitución de motores o modernizaciones, el cambio a carriles eléctricos requerirá más tiempo ya que la infraestructura aún no se encuentra disponible en la mayoría de las ciudades de Estados Unidos. Del mismo modo, mientras que los operadores de buques hoy deberían ser alentados a utilizar un combustible más limpio, inversiones adicionales en infraestructura pueden ser necesarias antes que la electricidad en tierra pueda ser requerida en muchos puertos. Idealmente, los planes más eficaces de limpieza de transporte incluyen acciones a corto plazo que inmediatamente reducen la contaminación y medidas a largo plazo que pueden requerir una inversión y recursos adicionales, pero se traduciría en mayores beneficios para la salud pública. Estos materiales proporcionan una lista de opciones que se pueden adoptar de inmediato, así como otros que pueden ser desarrollados durante un largo plazo. Partiendo de estas opciones, los defensores pueden desarrollar estrategias específicas de limpieza adaptadas a sus necesidades locales en base a las siguientes recomendaciones.

## CAMBIO DEL MODO DE TRANSPORTE

El mover la carga utilizando una mayor eficiencia energética puede reducir la contaminación en general, mientras transporta la misma cantidad de carga. Los trenes son más eficientes que los camiones, al trasladar más productos mientras emiten menos gases de efecto invernadero.<sup>25</sup> Sin embargo, las locomotoras viejas y altamente contaminantes pueden concentrar emisiones tóxicas en los barrios cercanos a las pistas y los patios de maniobras ferroviarias, dejando que algunas comunidades reciban una carga contaminante desproporcionada, especialmente cuando las locomotoras se dejan en marcha al vacío durante largos períodos de tiempo. El aumento de carga por ferrocarril puede tener importantes beneficios ambientales, siempre y cuando locomotoras más limpias sean utilizadas, incluyendo, en algunos casos, las líneas ferroviarias electrificadas.

## ELECTRIFICACIÓN DE LA CARGA

El cambio de la quema de combustible a energía eléctrica a lo largo de cualquier parte de la cadena de suministro reduce las emisiones contaminantes y de efecto invernadero. Todos los elementos de transporte de mercancías pueden beneficiarse de la electrificación. Los buques se pueden conectar a tierra a base de energía eléctrica y apagar sus motores en el puerto.<sup>26</sup> Los camiones que se pueden conectar y los híbrido-eléctricos, y equipos para el traslado de carga están actualmente disponibles y en uso en algunos puertos y ciudades de los Estados Unidos.<sup>27</sup> El transporte ferroviario eléctrico de carga se utiliza ampliamente en Europa y Asia.<sup>28</sup>

## LA LIMPIEZA DEL DIÉSEL ES EXTRAMADAMENTE RENTABLE

En los EE. UU., se estima que los beneficios de la reducción de emisiones de MP2.5 será de \$270.000 a \$1.1 millones por tonelada de MP2.5 en el año 2030. El costo de los nuevos controles de motores diésel se estima en menos de 13.000 dólares por tonelada de MP2.5 reducido. Esto significa que los beneficios de los controles diésel MP podrían ser mayores que los costos por al menos un factor de 20, y tal vez mucho más.

Además, muchos programas de financiamiento están disponibles para ayudar a compensar el costo de mejoras más limpias y más eficientes. La información más reciente sobre estos programas se puede encontrar en [www.epa.gov/cleandiesel/grantfund.htm](http://www.epa.gov/cleandiesel/grantfund.htm).

Fuente: EPA EE. UU., "Report to Congress on Black Carbon", Marzo 2011, [yosemite.epa.gov/sab/sabproduct.nsf/0/05011472499c2fb28525774a0074dade!OpenDocument&TableRow=2.0#2](http://yosemite.epa.gov/sab/sabproduct.nsf/0/05011472499c2fb28525774a0074dade!OpenDocument&TableRow=2.0#2).

## AUMENTO EN LA EFICIENCIA DEL COMBUSTIBLE

Todos los segmentos del sistema de carga pueden ser más eficientes para que viajen más lejos por galón de combustible. Entre las importantes medidas de eficiencia para todos los medios de transporte se encuentra la eliminación innecesaria de marcha al vacío, el rediseño de vehículos y los recipientes para reducir la resistencia. Los camiones pueden ser contruidos con frentes aerodinámicos y equipados con paneles para reducir la fricción; los barcos pueden usar cascos y diseños de hélice mejorados para desplazarse por el agua más fácilmente.<sup>29</sup> Se pueden utilizar componentes más ligeros en camiones, barcos, locomotoras y equipos de carga para reducir aún más el consumo de combustible.

## USO DE MOTORES NUEVOS

Las normas modernas han hecho prácticamente que todos los motores a diesel en actualidad sean dramáticamente más limpios que los modelos anteriores. El remplazo de motores diésel viejos con modelos más nuevos y más limpios puede reducir las emisiones contaminantes de NOx, así como de MP. Por ejemplo, el puerto de Los Ángeles informa que redujo sus emisiones de camiones en un 80 por ciento, al exigir el uso de motores de camiones nuevos en el puerto.<sup>30</sup>

## FILTRO DE EMISIONES DE DIÉSEL

Los motores diésel pueden estar equipados con filtros para partículas de diésel, que reducen las dañinas emisiones de MP en más de un 90 por ciento. Éstos están incorporados en todos los motores nuevos de camiones y se pueden adaptar a los ya existentes. Las nuevas locomotoras y equipos de carga estarán equipados con estos filtros a partir de 2015 y 2014, respectivamente.


## MÁS ALLÁ DE LAS MEDIDAS DE LIMPIEZA

Además de las estrategias de limpieza mencionadas aquí, los esfuerzos para estimar las emisiones de los proyectos de transporte de carga y monitorización de los niveles de contaminación del aire son un complemento importante para asegurar que las estrategias de limpieza sean adecuadas y eficaces. Los proponentes de cualquier proyecto nuevo de transporte de carga necesitan tiempo suficiente para caracterizar las emisiones de referencia existentes, así como las emisiones adicionales que los nuevos proyectos o sus ampliaciones traerían. En caso de que los inventarios de emisiones sean inexistentes en la actualidad, los proyectos existentes de transporte de mercancías se beneficiarían de un inventario para ayudar en la selección de las medidas de limpieza. Sin embargo, la ausencia de un inventario de emisiones no debe retrasar la aplicación de medidas de limpieza donde ya se encuentre en marcha.

El monitoreo de emisiones, es decir, la medición de los niveles de la contaminación del aire a nivel de la respiración pueden ayudar a determinar el alcance de los riesgos para la salud y documentar el aumento en la contaminación o mejoras. El monitoreo del aire en una comunidad puede ser más eficaz cuando varios monitores se colocan en ubicaciones situadas contra el viento de una fuente de contaminación de carga y en dirección del viento lo más cerca posible a la residencia, la escuela o el suelo afectado más cercano. La información de los monitores de aire e inventarios de emisiones se pueden utilizar para asignar los niveles de contaminación a través de una comunidad.

El reducir directamente los niveles de contaminación de los puertos es siempre una prioridad. Sin embargo, al implementar medidas atenuantes fuera del área, como el uso de filtros de aire de interior y barreras al aire libre como la vegetación, pueden también reducir la vulnerabilidad de la comunidad a la exposición. Los estudios muestran altos niveles de contaminantes e impactos en la salud en las proximidades de las autopistas y otras instalaciones importantes de carga diésel. Estos hallazgos científicos llevaron a la Junta de Recursos Atmosféricos de California (CARB por sus siglas en inglés) recomendar una serie de directrices en 2005 instando a los gobiernos locales especificar las distancias de seguridad de separación entre viviendas y otros lugares sensibles y carreteras transitadas, puertos, estaciones de ferrocarril y centros de distribución, entre otras fuentes de contaminación.<sup>31</sup> Las directrices citaron estudios relacionados con el tráfico que demuestran los riesgos graves para la salud atribuibles al vivir y asistir a la escuela a menos de 1.000 pies de estas fuentes de diésel. Desde entonces, se han desarrollado políticas para exigir la planificación del uso del suelo más protectora de la salud cerca de las principales fuentes de contaminación de diésel, tales como una ordenanza para la salud pública en San Francisco que requiere filtros de aire en el interior de algunos proyectos nuevos de viviendas, donde los niveles de partículas sean altos; directrices de emplazamiento para escuelas del Distrito de Escuelas Unificadas de Los Ángeles; varias políticas regionales de proyectos ambientales de selección y varios planes urbanos generales que disuaden la ubicación de viviendas a menos de 500 metros de las autopistas y fuentes de diésel similares.<sup>32</sup>

*Consulte las hojas de datos del sector para estrategias de limpieza específicas y ejemplos de tecnologías limpias ya en uso.*



# **NORMAS DE ORO PARA CAMIONES: UNA FLOTA MÁS LIMPIA Y CON BAJA EMISIÓN DE CARBONO**

Los camiones diésel emiten grandes cantidades de contaminación dañina al aire y gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático, perjudican nuestra salud y el medio ambiente. Esta contaminación puede ser particularmente nociva para la salud de las personas que viven en áreas con tráfico pesado de camiones, como puertos, estaciones ferroviarias, almacenes y centros de distribución. Afortunadamente, hay muchas maneras de fabricar camiones más limpios y reducir su huella de carbono.

## MEDIDAS DE LIMPIEZA PARA CAMIONES

*Para flotas de camiones grandes:*

- ▶ cambiar a camiones eléctricos e híbrido-eléctricos para el transporte de carga (transporte de corta distancia).
- ▶ uso de logística avanzada y configuraciones del área.

*Para todos los camiones:*

- ▶ cumplir con las normas de emisión de la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) 2010 de EE. UU., o instalar filtros.
- ▶ cumplir con las normas de eficiencia del programa SmartWay de la EPA.
- ▶ limitar la marcha al vacío a no más de 5 minutos.

## ELIMINACIÓN DE LAS EMISIONES DEL TUBO DE ESCAPE: LA ELECTRIFICACIÓN Y EL MODO DE CAMBIO

Los camiones híbridos-eléctricos diésel son mucho más limpios que los camiones diésel convencionales.\* Los camiones eléctricos eliminan la contaminación tóxica del aire y sus tubos de escape son mucho más silenciosos. Se obtienen mejores resultados cuando se utilizan para transporte de carga (transporte de mercancías de cortas distancias), como contenedores que se mueven entre las instalaciones de transporte y centros de distribución o patios de maniobras ferroviarias.

Los camiones son altamente ineficientes en largas distancias. La carga que viaja cientos de millas o más debe viajar por ferrocarril, barcazas u otros medios más eficientes. El cambio de carga de los camiones a los trenes reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en la misma distancia recorrida.<sup>33</sup> También reduce la congestión del tráfico y el desgaste de la vía pública. Mientras que el modo de desplazamiento puede resultar en una menor emisión global de producción, no es ningún remedio mágico. El transporte de mercancías por ferrocarril y barcaza también da lugar a la contaminación del aire y pueden tener impactos significativos en la salud. Como resultado de ello, se deben tomar precauciones para asegurar que el modo de desplazamiento no se limite a mover la contaminación a otra comunidad. Por ejemplo, si la carga se mueve por tren en vez de por camión, las locomotoras utilizadas deben cumplir con las normas de emisiones más estrictas y cualquier depósito de trenes nuevos que se construya para facilitar este tránsito no deberá estar ubicado cerca de comunidades, escuelas, u otros receptores vulnerables. (Ver *Normas de oro para patios de maniobras ferroviarias.*)

\*Aquí no mencionamos los combustibles alternativos ya que las opciones de híbridos y eléctricos tienen un enfoque más rentable para la reducción de los gases de efecto invernadero, el hollín y otras emisiones de los camiones.



Imágenes de cámaras para internet que capturan las filas de camiones entrando en una terminal del Puerto de Oakland.

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- El Puerto de Los Ángeles ha estado operando y probando 18 camiones de emisiones cero de conexión y células de combustible. Los camiones son fabricados por Balqon y Vision de California.<sup>34</sup>
- FedEx cuenta con una flota de camiones totalmente eléctricos (43 y en aumento) que realizan entregas en Nueva York, Los Ángeles, Chicago, Memphis, Londres y París. Los camiones pueden funcionar durante ocho horas en un tráfico intermitente mientras produce cero emisiones. La empresa también utiliza 365 híbridos eléctricos diésel y aproximadamente 380 vehículos de gas natural.<sup>35</sup>
- La Coca Cola tiene una de las mayores flotas de camiones de trabajo pesado híbrido-eléctricos en América del Norte, con 650 vehículos. Así mismo, recientemente añadió seis camiones *Smith Newton* totalmente eléctricos a su flota. Entre otras empresas que utilizan este tipo de camiones totalmente eléctricos están la *Pacific Gas and Electric*, *Staples*, *Frito-Lay*, *AT&T* y *Kansas City Power & Light*.<sup>36</sup>
- Las destilerías *Berentzen* en Stadthagen, Alemania ahora envían todos sus productos para su almacén de distribución vía ferrocarril y no en camión. Un flujo constante de vehículos en un tramo de 25 millas de carreteras locales se reemplazó por un solo tren de circulación por las vías existentes. Berentzen ahora gasta menos en envío y eliminó el equivalente a 5.000 camiones de la carretera cada año.<sup>37</sup>

**Los niños y los ancianos** son especialmente vulnerables a los efectos negativos en la salud por la contaminación del aire. El alto tráfico de camiones cerca de las escuelas y zonas residenciales representa una amenaza para estos grupos vulnerables. Decenas de estudios epidemiológicos demuestran que vivir o asistir a una escuela a menos de 500 metros de una autopista con un alto tráfico aumenta el riesgo de asma, enfermedades respiratorias, cáncer, enfermedades del corazón, complicaciones al nacer y muerte prematura. Una nueva investigación también relaciona a la diabetes, el autismo, un menor coeficiente intelectual y los cambios en el cerebro similares a los causados por la enfermedad de Alzheimer a la exposición significativa de altos niveles de la contaminación por tráfico.

Fuente: Instituto de Efectos para la Salud, informe especial 17: "El tráfico relacionado con la contaminación del aire: una revisión crítica de la literatura sobre las emisiones, la exposición y los efectos sobre la salud (Traffic Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects), enero 2010.

# RETIRO O ACTUALIZACIÓN DE CAMIONES ANTIGUOS

Una nueva reunión sobre camiones llevada a cabo por de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EE. UU., acerca de las normas de emisiones de 2010 muestran que aproximadamente éstos son 100 veces más limpios que los modelos más antiguos cuando se trata de gases contaminantes y hollín. Los camiones que cumplen con las normas federales de emisiones de 2010 producen gases tóxicos y de efecto invernadero menos contaminantes. Estos emiten un 90 por ciento menos de óxidos de nitrógeno que un camión de 2006 y pueden alcanzar un mejor rendimiento en combustible en un 5 por ciento.<sup>38</sup> Los puertos, las estaciones de ferrocarril y las operaciones de almacenaje pueden requerir el uso de camiones menos contaminantes en sus instalaciones.

Los camiones más antiguos pueden ser mejor adaptados con filtros especiales para partículas diésel (DPF por sus siglas en inglés) que reducen substancialmente el MP diésel y otros contaminantes insalubres.\* Los almacenes pueden exigir pruebas de que los camiones estén bien mantenidos y equipados con estos filtros. Pero los DPF no pueden reducir el dióxido de carbono, e incluso con los filtros, los camiones más viejos no son tan limpios como los camiones fabricados para cumplir con las normas de emisión de 2010.

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- ▶ Además del programa de Camiones Limpios del Puerto de Los Ángeles destacado en el recuadro, varios puertos cuentan con programas de limpieza de camiones que requieren o incentivan a la modernización de sus flotas portuarias tales como los puertos de Long Beach, Oakland, Nueva York, Nueva Jersey, Houston , Charleston y Seattle.<sup>40</sup>
- ▶ El Estado de California requiere que los contenedores de camiones que viajan entre las principales estaciones ferroviarias y puertos (camiones de acarreo) no sean más viejos que el modelo del año 1994 y estén equipados con un filtro de partículas diésel; a partir de 2014, todos los camiones de carga en California tendrán que cumplir con las normas de emisiones que la EPA establece para modelos 2007 o más recientes.<sup>41</sup>

**El Programa de Camiones Limpios del Puerto de Los Ángeles** es un modelo a seguir para cualquier instalación de carga que intente controlar la contaminación del aire. A partir de octubre de 2008, el programa prohibió la entrada de camiones ultra contaminantes de modelos anteriores a 1989 a las terminales, mientras que ofrece a los propietarios de camiones con más de \$50 millones en incentivos financieros para cambiar a camiones más limpios. Para el 2012, todos los camiones que sirven al puerto de L.A. tuvieron que cumplir con las normas federales de emisiones de 2007 para camiones de carga pesada, lo que resulta en una reducción del 80 por ciento de las emisiones de los camiones. Las características de seguridad, ambientales, y de protección del programa prevalecen frente a las batallas legales y deben ser replicadas en otros puertos.

Fuente: El Puerto de Los Ángeles. [http://www.portoflosangeles.org/ctp/idx\\_ctp.asp](http://www.portoflosangeles.org/ctp/idx_ctp.asp)

\*Ten en cuenta que los camiones de readaptación y otros equipos con filtros de partículas requiere un compromiso de mantenimiento de alerta continua para asegurar que los filtros estén en buen funcionamiento. Por ejemplo, algunos gerentes de flotas encuentran que los vehículos que tienen escape de aceite experimentan una obstrucción del filtro de manera frecuente que puede dañar el dispositivo y, en casos graves, si las luces del tablero de advertencia son ignoradas, se genera una contrapresión excesiva que conduce a daños en el motor.

## MEJORA EN LA ECONOMIA DE COMBUSTIBLE

Los camiones contruidos con materiales más ligeros y un diseño aerodinámico pueden transportar la misma cantidad de carga con menos combustible y ser menos contaminantes. Algunos accesorios simples se pueden agregar a los camiones, como escudos aerodinámicos, que hacen que sean más eficientes en combustible. Un paquete de accesorios de complementos y la sustitución de ruedas gemelas convencionales por las de tipo más ligeras, neumáticos “de ancho sencillo” pueden reducir el consumo de combustible en un 8 por ciento.<sup>42</sup> El inflado automático también mejora la economía del combustible y reduce las emisiones, al mantener los neumáticos rodando con menos resistencia. Los sistemas automáticos de inflado de neumáticos se pueden instalar en flotas de camiones y remolques existentes.

### EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los EE. UU. certifica a los camiones más eficientes en combustible y a las flotas de camiones dentro de su programa *SmartWay*. Los operadores de terminales son capaces de asegurar una designación *SmartWay* al adoptar prácticas de eficiencia tales como neumáticos de baja resistencia a la rodadura, unidades auxiliares de energía que eviten la necesidad de marcha al vacío del motor principal y accesorios aerodinámicos.
- Un total de 1.895 compañías de camiones se han unido al programa *SmartWay*.<sup>43</sup> Desde 2004, los socios de *SmartWay* en conjunto se ahorraron \$6,1 mil millones y redujeron sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 16,5 millones de toneladas métricas.<sup>44</sup>

## REDUCCIÓN DE LA MARCHA AL VACIO

Los camiones en marcha al vacío emiten una gran cantidad de contaminación. Una marcha en vacío de un camión remolque quema casi un galón de combustible cada hora.<sup>45</sup> Los límites estrictos de inactividad pueden reducir las emisiones de los camiones que están a la espera, al cargar, al descargar o estacionados. Los camiones pueden ser equipados con motores



auxiliares o baterías para operar el equipo a bordo (por ejemplo, calefacción o refrigeración) mientras el motor esté apagado. Muchos camiones nuevos ya están equipados para hacer funcionar sus calentadores de bloque del motor y sistemas de climatización mediante una conexión eléctrica (de la misma manera que un RV se conecta a un campamento).

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- En al menos siete estados, las paradas de camiones, como la parada de camiones Jubitz en Portland, Oregón, están instalando conexiones eléctricas para camiones.<sup>46</sup> Estas conexiones permiten a los conductores apagar sus motores en la noche y conectar los calentadores eléctricos y otras comodidades de la cabina tales como aire acondicionado y electrodomésticos al bloque del motor.
- Muchas jurisdicciones estatales y locales en los EE. UU. han adoptado ordenanzas contra la marcha al vacío.<sup>47</sup>


## MEJORAS LOGÍSTICAS

---

La mejora en las prácticas de manipulación de carga (logística) puede reducir la cantidad de tiempo que los camiones tienen que esperar debido al papeleo, la carga y la descarga, y por lo tanto limitar la cantidad de tiempo que los camiones están con marcha al vacío si no mantener encendidos sus motores que emiten contaminación. La tecnología de puerta automática hace que su entrada y salida sea más rápida. El traslado de la puerta de entrada frontal de una instalación a un lugar más profundo en el área industrial puede mantener en los camiones con marcha al vacío más lejos de los barrios circundantes. Las empresas de logística pueden hacer ajustes de programación con el fin de reducir el número de camiones que viajan vacíos. Aproximadamente el 28 por ciento de todas las millas de camiones en los EE. UU. son conducidas sin ninguna carga y alrededor de un 20 por ciento de todos los contenedores que pasan a través de los puertos globalmente están vacíos.<sup>48</sup>

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- Prácticas de negocios más limpias e inteligentes SynchroNet cuenta con un patio de contenedores virtual que realiza un seguimiento y notifica a los miembros cuando hay contenedores vacíos de entrada y coincide con ellos en tiempo real con los clientes en necesidad de aquellos contenedores.<sup>49</sup> El servicio reduce millas de camiones vacíos, alivia la congestión del tráfico, reduce el costo de las mercancías que circulan, mejora los tiempos de retorno, y reduce las emisiones por diésel.
- La empresa Martin-Brower entrega suministros a restaurantes de comida rápida con 570 camiones repartidos en 23 centros de distribución. Al utilizar el software Paragon de planificación y mapeo se asegura así que cada camión se utiliza de manera óptima; Martin-Brower ha sido capaz de entregar suministros a sus clientes con más frecuencia mientras reduce el millaje total de su flota.<sup>50</sup>



# **NORMAS DE ORO PARA ALMACENES Y CENTROS DE DISTRIBUCIÓN: UNA FORMA MÁS INTELIGENTE PARA ALMACENAR Y TRANSPORTAR MERCANCÍAS**

Los almacenes y centros de distribución atraen grandes cantidades de tráfico de camiones diésel y emplean a menudo equipos muy contaminantes de manipulación de carga y unidades de refrigeración. Estas instalaciones son fuentes importantes de contaminación del aire y causan gases de efecto invernadero, que perjudican nuestra salud y contribuyen al cambio climático global. Las siguientes recomendaciones pueden ayudar a reducir los impactos en la calidad del aire, la salud pública y del clima en las operaciones de distribución y almacenamiento. Vea “Normas de oro para camiones” y “Normas de oro para una construcción limpia” para recomendaciones sobre la limpieza de las flotas de camiones y como garantizar la construcción limpia de un centro de distribución o almacenaje.

## MEDIDAS LIMPIAS PARA ALMACENES

- ▶ Exigir el uso de camiones diésel más limpios y más eficientes en combustible.
- ▶ Proporcionar conexiones eléctricas en unidades de refrigeración para eliminar la marcha al vacío de los camiones.
- ▶ Utilizar equipos más limpios de patios y unidades de refrigeración disponibles y, si es posible, de cero emisiones.
- ▶ Colocar los nuevos almacenes a una distancia segura de las áreas residenciales y cumplir con las normas de Liderazgo en Energía y Diseño Medioambiental (LEED por sus siglas en inglés) de construcción verde.

## LIMPIEZA DE LOS CAMIONES DIÉSEL

En un solo día, un almacén puede recibir cientos y hasta miles de camiones diésel, que producen una peligrosa contaminación y gases de efecto invernadero mientras entran y salen. Las compañías pueden requerir que estos camiones utilicen nueva tecnología que los hagan más limpios y más eficientes en combustible. Al igual que en las estrategias delineadas en “Normas de oro para camiones”, recomendamos las siguientes medidas:

- ▶ **insistir en nuevos camiones:** los vehículos que cumplen las últimas Normas de Camiones Limpios de Emisiones de la EPA de EE. UU. son de un 80 a 90 por ciento más limpios que los realizados sólo unos pocos años atrás. Los almacenes y centros de distribución deberán exigir a los camiones el cumplimiento de estas normas.
- ▶ **utilizar vehículos eficientes:** los transportistas en colaboración con la EPA *SmartWay* se comprometen a enviar al menos la mitad de todos los bienes con los transportistas de camiones y por ferrocarril para así incrementar la eficiencia del combustible mediante la implementación de un paquete de medidas aerodinámicas y de ahorro de peso, además de trabajar para mejorar las operaciones de almacén para reducir la marcha al vacío y viajes innecesarios.
- ▶ **reducir la marcha al vacío:** la marcha al vacío de los camiones emite gases de efecto invernadero y contaminantes peligrosos al aire, mientras cargan y descargan o esperan por un lugar en el muelle. Los centros de distribución deberán establecer políticas de cero inactividad. Las estaciones climatizadas confortables ofrecen a los conductores en espera una alternativa cómoda para permanecer en su coche con el motor en marcha. Los camiones y los muelles de carga también pueden ser equipados con conexiones eléctricas para alimentar la cabina mientras el camión está aparcado.

## EJEMPLO DE CARGA LIMPIA

- ▶ El Grupo de Dr. Pepper Snapple reemplazó 1.100 camiones y otros vehículos comerciales que servían a sus centros de distribución con modelos que tienen control electrónico de velocidad y tecnología de cinco minutos de apagado por inactividad.<sup>51</sup>
- ▶ 247 fletadoras, como la *Tyson Foods* y *Ace Hardware*, se unieron a la asociación *SmartWay* de la EPA, comprometiéndose a utilizar compañías de transporte más eficientes para al menos la mitad de sus productos.<sup>52</sup>

- La *Stonyfield Farm* requiere que todas las compañías que transportan sus productos de yogurt sean flotas certificadas *SmartWay*. También utiliza sus camiones de reparto para llevar el suministro a la planta de fabricación, dando lugar a un menor número de camiones que sirven a sus instalaciones y una reducción del 7 por ciento en la huella de carbono de esa instalación.<sup>54</sup>

## LOS ALMACENES Y CENTROS DE DISTRIBUCIÓN NO DEBEN ESTAR CERCA DE LAS ÁREAS RESIDENCIALES

Cuando dichas instalaciones ya se encuentran en las proximidades de las zonas residenciales, las escuelas, los parques infantiles, las guarderías y los hospitales (dentro de 1.000 pies), deben incorporar medidas para reducir su impacto negativo sobre las comunidades locales. Un fondo de mitigación controlado por la comunidad vecina podría ayudar a resolver algunos de los impactos, al apoyar la implementación de medidas tales como la vegetación y otras barreras, los dispositivos de filtración y las mejoras de las ventanas de los edificios cercanos y el monitoreo de la calidad del aire en el área.

## ELECTRIFICACIÓN DEL EQUIPO

Los montacargas, tractores de patio y otros equipos en los depósitos están en funcionamiento de manera constante y nunca dejan el área, lo que significa que sus emisiones se acumulan en sus alrededores. Todo el equipo debe utilizar batería eléctrica o motores de células de combustible. Cuando esto no sea posible, el equipo diésel restante deberá emplear la mejor tecnología de control disponible para reducir las emisiones de MP y NOx, como filtros de partículas de diésel, combustibles más limpios y motores más eficientes.

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- FedEx actualmente utiliza 500 montacargas y 1.600 vehículos de apoyo de aeropuerto en tierra con electricidad o combustible alternativo.<sup>55</sup>
- Balqon vende un tractor de patio eléctrico, el Nautilus XE20,<sup>56</sup> diseñado para transportar contenedores o semirremolques alrededor de las terminales, los patios o las áreas de almacenamiento de andamiaje. Los tractores pueden viajar a velocidades de hasta 25 millas por hora, con una carga de hasta 40 toneladas, los cuales se encuentran actualmente en uso en el Puerto de Los Ángeles.<sup>57</sup>

## APAGA LOS APARATOS DE REFRIGERACIÓN

Los operadores de almacenes tienen la capacidad de minimizar el uso de las unidades de refrigeración de los camioneros de transporte que dependen de los motores diésel secundarios. Las unidades de refrigeración diésel que permanecen en uso deben cumplir con las normas de emisiones más limpias (ver recuadro abajo).<sup>\*58</sup>

- ▶ Situar los productos en el interior: bienes perecederos que requieren el uso de las unidades de refrigeración de motor diésel no deben almacenarse en camiones o vagones de ferrocarril. El espacio de la bodega interior debe ser de tamaño suficiente para almacenar los productos refrigerados que pasan a través de la instalación.
- ▶ Utilice electricidad, no combustible: los almacenes más limpios utilizan electricidad para encender las unidades de refrigeración, mientras que los remolques cargan y descargan o esperan en un lugar en el muelle. De la misma manera que muchos campamentos ofrecen conexiones eléctricas a casas rodantes, los almacenes pueden requerir que todos los camiones se conecten a los suministros eléctricos y apaguen todos los motores diésel.

### EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- ▶ El centro de distribución *Willow Run Foods* en Kirkwood, Nueva York, equipó sus camiones y su muelle de carga con unidades de refrigeración eléctricas. Los camiones utilizan la red eléctrica mientras cargan y descargan. Esto reduce la contaminación del aire contaminado en el área y reemplaza los motores secundarios ineficientes con electricidad limpia.<sup>59</sup>
- ▶ En respuesta a las regulaciones de California sobre las unidades de refrigeración para el transporte, la mayoría de las más de 170.000 unidades que operan en el estado redujeron su contaminación de partículas y continuarán siendo más limpias hasta 2018.<sup>60</sup>

### REFRIGERACIÓN LIMPIA

Muchos almacenes y centros de distribución manejan productos perecibles, que deben mantenerse frescos. Los camiones y vagones refrigerados que visitan estas instalaciones están equipados con unidades de refrigeración de transporte (TRU por sus siglas en inglés) encendidos con motores diésel secundarios. Estos motores funcionan constantemente para mantener el remolque o el coche fresco, aun cuando los motores principales del camión están apagados. Cuando los camiones refrigerados se reúnen en un centro de distribución, también sucede con toda la contaminación adicional de los motores secundarios de diésel lo que puede aumentar significativamente el riesgo de cáncer en las comunidades circundantes. California promulgo normas estrictas al hacer un llamado para emisiones ultra bajas para las TRU comenzando en 2012. Los controles actualizados de escape están ampliamente disponibles y se pueden utilizar para cumplir con estas normas, se espera que salgan al mercado en breve los nuevos motores que cumplen con las normas de limpieza.

\*TRUs puede utilizar motores diésel que cumplan con las normas de motores no de carreteras más modernas (nivel 4) de la EPA de EE. UU.




Vistas aéreas de carga mixta industrial y uso del suelo residencial en San Diego, donde el Parque Cesar Chávez está rodeado por unidades de refrigeración diésel, camiones, líneas de ferrocarril y una terminal marina.

## CONSTRUCCIÓN DE UN ALMACÉN VERDE

Instalaciones nuevas de distribución y almacenamiento no deben ser nunca construidas en o cerca de áreas residenciales debido a los efectos de la contaminación del aire y la salud mencionados anteriormente. Las operaciones de un almacén también contribuyen al cambio climático, no sólo a través de las emisiones de gases de efecto invernadero de los camiones y equipos de combustibles fósiles, sino también de los edificios. Los almacenes deben ser contruidos cumpliendo con las normas de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED por sus siglas en inglés) Sistema de Clasificación para Edificios Verdes.<sup>TM</sup> Deben incluir iluminación de bajo consumo, calefacción y medidas de refrigeración, así como el manejo de las aguas pluviales, la cobertura vegetal y cuando sea posible el uso de materiales de origen local.<sup>61</sup>

### EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- El centro de distribución de Patagonia en Reno, Nevada, recibió una calificación *LEED Gold* por su diseño ecológico. El centro optimiza el uso de energía y agua, además de utilizar materiales reciclados y de origen local en su construcción.<sup>62</sup>



# **NORMAS DE ORO PARA LOS PATIOS DE MANIOBRAS FERROVIARIAS: LOCOMOTORAS MODERNAS Y PATIOS MÁS LIMPIOS**

Los patios ferroviarios atraen muchos camiones y trenes, que emiten grandes cantidades de contaminación tóxica atmosférica y perjudican la salud de las comunidades cercanas. Las evaluaciones detalladas sobre la salud de algunos de los principales patios ferroviarios de California encontraron que existe un riesgo muy alto de cáncer debido a las operaciones, el cual se extiende alrededor de unas ocho millas.<sup>63</sup> Además de los camiones a diesel y trenes, los equipos utilizados para transportar carga a través de un patio de ferrocarril pueden ser altamente contaminantes. Las siguientes estrategias pueden utilizarse para reducir las peligrosas emisiones de contaminación del aire provenientes de los patios de ferrocarril, así como la reducción de la huella de carbono de estos.

## MEDIDAS LIMPIAS PARA PATIOS DE MANIOBRAS FERROVIARIAS

- ▶ Electrificación de las líneas de ferrocarril urbano y usar de locomotoras más limpias cuando estén disponibles.
- ▶ Requerir el uso de camiones diésel más limpios y más eficientes en combustible.
- ▶ Limitar la marcha en vacío de los camiones y trenes.
- ▶ Mejorar la eficiencia de operaciones de los patio de maniobras ferroviarias.
- ▶ Proporcionar conexiones eléctricas para unidades de refrigeración.
- ▶ Utilizar equipos y unidades de refrigeración más limpias que se encuentren disponibles y cuando sea posible con cero emisión.
- ▶ Ubicar nuevos patios de maniobras ferroviarias a una distancia segura de las áreas residenciales, y optimizar los diseños de sitios para minimizar los impactos en las comunidades cercanas.

## ELECTRIFICACIÓN DE LAS LINEAS DE FERROCARRIL URBANAS

Las locomotoras eléctricas producen cero emisiones de su tubo de escape y son la mejor manera de reducir la contaminación atmosférica procedente de los patios de maniobras ferroviarias. Las líneas eléctricas de carga se encuentran comúnmente en Europa aunque también pueden ser encontradas en algunas partes de los EE. UU.. Las locomotoras diésel-eléctricas híbridas pueden pasar de diésel a electricidad proporcionada por un tercer carril o cables aéreos. En los EE. UU., si se electrificaran los pasillos ferroviarios de carga en los sectores urbanos se reduciría la exposición a la contaminación del aire tóxico para un mayor número de personas.

### EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- ▶ El ferrocarril de Mesa de las vacas y del lago Powell en Arizona están electrificados en sus 78 millas de longitud. Tres trenes de carga de cero emisiones funcionan a diario, tomando su energía de las líneas aéreas.<sup>64</sup> Las vías ferroviarias eléctricas de carga operan en Texas y también en Iowa.<sup>65</sup>
- ▶ Suiza electrificó el 93 por ciento de su carga nacional y su red de ferrocarril de pasajeros.<sup>66</sup>
- ▶ Más del 70 por ciento de la red ferroviaria rusa de carga está electrificada.<sup>67</sup>
- ▶ Los trenes que transportan pasajeros que viajan a Nueva York están obligados a cambiar de diésel a energía eléctrica en los túneles que entran en Manhattan y que conducen a la terminal *Grand Central* y la estación Pensilvania. Estos trenes eléctricos son fabricados por la *General Electric*.<sup>68</sup>

## CARRETERA VS RIEL

Los trenes son más eficientes que los camiones, ya que emiten 89 por ciento menos de gases de efecto invernadero, 69 por ciento menos de MP y 78 por ciento menos de NOx que los camiones por cada tonelada-milla de carga transportada. De hecho, las empresas ferroviarias reportan casi una duplicación de la eficiencia de combustible en los últimos años debido a los cambios operacionales que optimizan la eficiencia del tren. Sin embargo, los trenes siguen siendo muy contaminantes debido a las normas de emisiones de locomotoras que están muy por detrás de los camiones. Además, los contenedores se entregan normalmente a y desde los patios de maniobras ferroviarias en los camiones, que se suman a las emisiones que dejan huella de cada contenedor. Los trenes pueden ayudar a reducir las emisiones globales de gases de efecto invernadero, pero sin las medidas de mitigación adecuadas, estos seguirán contaminando a los barrios cercanos.

Fuente: Administración Federal de Carreteras, "Tendencias y emisiones del transporte de carga a nivel nacional", julio 2011. Comunicación personal, Harold Holmes, Consejo de Recursos del Aire de California, marzo 2012.

## USAR LOCOMOTORAS MÁS LIMPIAS

Las locomotoras pueden producir aproximadamente la mitad de todas las emisiones nocivas de partículas diésel en los patios de maniobras ferroviarias.<sup>69</sup> Para empeorar las cosas, los motores de las locomotoras son increíblemente de larga duración, lo que significa que muchas de las locomotoras antiguas y altamente contaminantes siguen en funcionamiento en Estados Unidos. Las normas de emisiones para locomotoras están atrasadas en comparación con las normas de los camiones e incluso en equipos de todo terreno. Nuevas normas de Nivel 4, comparable a los de los camiones modernos, no se iniciarán hasta 2015; éstas locomotoras de Nivel 4 emiten un 80 por ciento menos de NOx y un 90 por ciento menos de MP que un motor de locomotora construido en 2008.<sup>70</sup> En dónde las locomotoras Nivel 4 no estén aún disponibles, los filtros de partículas diésel (DPF por sus siglas en inglés) y la reducción catalítica selectiva (SCR, una tecnología basada en un catalizador común usado para reducir las emisiones de NOx) pueden ser instaladas en locomotoras existentes para lograr la reducción de emisiones similares a las del certificado Nivel 4s.<sup>71</sup>

Las locomotoras de conmutación mueven vagones alrededor de los patios de maniobras ferroviarias. Pasan gran parte del día en marcha al vacío y rara vez salen al patio, por lo que son los principales candidatos para ser limpiados. Las locomotoras de conmutación GenSet tienen tres motores pequeños en lugar de un motor grande. Los motores se pueden encender según sea necesario, en lugar de funcionar constantemente a máxima potencia, lo cual puede reducir significativamente las emisiones. Las locomotoras de conmutación diésel híbridas-eléctricas utilizan baterías para almacenar la electricidad producida por un pequeño generador diésel. Estos son un 16 por ciento más eficientes en combustible que las locomotoras estándar de conmutación y reducen la contaminación de MP y NOx en un 80 por ciento.<sup>72</sup>

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- Las vías de trenes BNSF (*Burlington Northern Santa Fe*) utiliza 74 locomotoras de conmutación GenSet en Texas y en los patios de maniobras ferroviarias en California. Estas locomotoras reducen las emisiones de marcha al vacío en los patios de maniobras ferroviarias.<sup>73</sup>

- La *Union Pacific* utiliza las locomotoras a conmutación eléctricas- híbrida Green Goat en una parte de Texas y patios de maniobras ferroviarios en California. Las baterías se recargan a bordo con un motor diésel.<sup>74</sup>
- La *General Electric* está desarrollando la locomotora de evolution híbrida que recupera la energía del frenado y la almacena en las baterías de a bordo para su uso posterior, reduciendo así las emisiones de carbono en un 10 por ciento.<sup>75</sup>
- Los filtros de partículas diésel se examinan y se prueban para su uso en locomotoras en California. La *Union Pacific* utiliza estos filtros en dos locomotoras reacondicionadas en su patio de maniobras ferroviarias de Long Beach, mientras BNSF utiliza una locomotora modernizada en su patio de Oakland.<sup>76</sup>

## USAR CAMINONES MÁS LIMPIOS

Gran parte de la contaminación del aire en los patios de maniobras ferroviarias proviene de los tantos camiones con remolque de carga y descarga de mercancías. Un estudio de los riesgos para la salud de estos patios en California encontró que el cambio a camiones más limpios y locomotoras de conmutación menos contaminantes fue un “factor clave” para reducir los riesgos de cáncer en un 75 por ciento de los residentes cerca del patio de BNSF de San Bernardino entre 2005 y 2010.<sup>77</sup> Los camiones nuevos deben cumplir con normas de emisiones bastante limpias (aproximadamente diez veces más limpias que hace una década), al permitir sólo nuevos camiones en una instalación es una de las mejores maneras de reducir las emisiones.<sup>78</sup> Para obtener más información consulte “Normas de oro para camiones”.

## LÍMITACIÓN DE LA MARCHA EN VACÍO

Deben aplicarse prohibiciones estrictas contra la marcha en vacío de camiones y trenes innecesaria en los patios de maniobras ferroviarias. Un sinnúmero de tecnologías disponibles pueden reducir la cantidad de tiempo de los motores diésel que operan y emiten contaminación. Por ejemplo, las locomotoras pueden estar equipadas con controles automáticos sobre la marcha en vacío, los cuales puede mejorar la calidad del aire significativamente y ahorrar combustible al apagar los motores de las locomotoras cuando estén en reposo. Los camiones y locomotoras pueden ser equipados con motores auxiliares o baterías para operar equipos a bordo mientras el motor principal está apagado.<sup>79</sup> Las locomotoras se pueden conectar a energía eléctrica para mantener el refrigerante del motor y caliente el aceite mientras el motor esté apagado.<sup>80</sup> Alternativamente, las locomotoras puede ser equipadas con una campana de ventilación cenital especial para captar las emisiones mientras se encuentren inactivas.

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- El *Montana Rail Link* utiliza unidades de potencia auxiliar (APU por sus siglas en inglés) para reducir el consumo de combustible y emisiones. Las APUs eliminan la necesidad de marcha en vacío mediante la circulación del refrigerante calentado a través del bloque del motor, el compresor, el tanque de expansión y el refrigerador de aceite para mantener todo el sistema de agua caliente de la locomotora se apaga.<sup>81</sup>
- El ferrocarril de Alaska tiene un plan de reducción de emisiones de sus locomotora, según el cual el sistema de EMD *Auto Engine Start Stop* (AESS) es utilizado para apagar motores de locomotoras después de 10 minutos de inactividad e inicia una copia de seguridad de forma automática cuando se utilizan los controles del motor o cuando la temperatura baja demasiado.<sup>82</sup>

- El Sistema Avanzado de Control de Emisiones de Locomotora realizado por Tecnologías Avanzadas de Limpieza es una campana que se ajusta a lo alto de las locomotoras en inactividad en los patios de maniobras ferroviarias para recoger y filtrar las emisiones tóxicas. Varias locomotoras se pueden unir en un solo grupo.<sup>83</sup> Sin embargo, a pesar de su eficacia, pocos si acaso alguno, de los ferrocarriles han adoptado su uso.

## MEJORAR LAS OPERACIONES

---

La eliminación de las prácticas ineficientes en los patios de maniobras ferroviarias puede reducir las emisiones innecesarias y los impactos negativos en la salud. La mejora en la logística y la programación puede reducir el número de camiones y trenes en espera en un patio de maniobras para cargar y descargar. La automatización de puertas de entrada para los camiones y ubicándolos dentro de las instalaciones puede reducir el número de vehículos en inactividad en los barrios cercanos. Cambiar las estaciones de mantenimiento y de combustible lo más lejos posible de las zonas residenciales también puede ser útil.

### EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- Después de las demandas de los residentes locales, la *Union Pacific* reubicó una puerta de entrada para camiones que se encontraba cerca de la escuela secundaria local hacia el otro lado de la instalación en uno de sus patios de maniobra ferroviaria en California, lo que reduce la exposición de los estudiantes a la contaminación de los camiones que sirven a la instalación.<sup>84</sup>
- BNSF introdujo tecnologías de puertas automáticas que reducen la marcha en vacío de los camiones en un 50 por ciento en varios de sus patios en Texas, Illinois y California.<sup>85</sup> BNSF también se comprometió a incorporar tecnologías similares en un patio de ferrocarril que propuso construir en Edgerton, Kansas.<sup>86</sup>

## USO DE EQUIPOS DE PATIOS Y UNIDADES DE REFRIGERACIÓN MÁS LIMPIOS

---

El equipo de manipulación de carga produce, casi una cuarta parte de todo el material particulado de diésel en cuatro grandes patios de maniobras ferroviarias en California.<sup>87</sup> Los equipos de los patios incluyen grúas, camiones (llamados palafreneros de patio) y montacargas para mover contenedores y carga dentro del patio. Estos suelen ser impulsados por motores diésel, pero todo puede ser alimentado con electricidad. El carril de las grúas de pórtico deriva su potencia de un carril electrificado, los camiones y los montacargas pueden funcionar con batería o con combustible de células limpio.<sup>88</sup> Dado que este equipo va a pasar toda su vida en el patio, los beneficios de su limpieza benefician rápidamente a las comunidades cercanas.

Los carros de ferrocarril y camiones refrigerados se enfrían con motores diésel auxiliares llamados unidades de refrigeración. Estas unidades pueden ser altamente ineficientes, ya que deben funcionar las 24 horas del día, emiten grandes cantidades de contaminación al aire, incluso mientras los trenes y camiones se encuentran parados. En el patio de San Bernardino, California, estas unidades de refrigeración son tan frecuentes que la Junta de Recursos del Aire de California calcula que producen casi el 15 por ciento de las emisiones totales de partículas diésel del patio de maniobras.<sup>89</sup>

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- ▶ BNSF instaló grúas de gran envergadura totalmente eléctricas en su patio de maniobras de ferrocarril al Norte de Seattle y se comprometió a hacer lo mismo con su patio de ferrocarril propuesto en Edgerton, Kansas. El amplio alcance de las grúas también reduce el número de camiones de caballeriza necesarios para el transporte de contenedores en todo el patio.<sup>90</sup> Sin embargo, la mayoría de los patios de ferrocarril de BNSF existentes, aún utilizan viejas grúas con motor diésel.
- ▶ En respuesta a las recientes regulaciones de la Junta de Recursos del Aire de California, las unidades de refrigeración de transporte en los patios de ferrocarril en el estado son mucho más limpias de lo que eran hace apenas dos años. En ese período, las emisiones de partículas de las unidades de refrigeración de transporte en todo el estado bajaron un 30 por ciento.<sup>91</sup>



A large cargo ship is docked at a port, with a large crane positioned over its deck. The ship's deck is covered with numerous stacked shipping containers. The crane's arm extends over the ship, and its structure is visible against the sky. The overall scene is in a dark, teal-toned aesthetic.

# **NORMAS DE ORO PARA PUERTOS: ENVIO VERDE PARA EL SIGLO XXI**

Los puertos marítimos en EE. UU. son los principales centros de actividad económica y las principales fuentes de contaminación. Los enormes barcos con motores que funcionan con un combustible muy sucio, miles de visitas de camiones diésel por día, trenes de una milla de largo con locomotoras diésel transportando carga y otros equipos contaminantes y actividades en los puertos marítimos causan una serie de impactos ambientales que pueden afectar seriamente a las comunidades locales y el medio ambiente. Las siguientes recomendaciones deben ser implementadas para reducir el calentamiento global y la contaminación atmosférica procedente de las operaciones portuarias.

## MEDIDAS DE LIMPIEZA PARA PUERTOS

- ▶ Requerir combustibles limpios para uso marítimo con límites de azufre de 1.000 partes por millón (ppm).
- ▶ Equipar todos los muelles con potencia eléctrica en tierra y exigir que las embarcaciones y buques se conecten.
- ▶ Proporcionar incentivos para buques más limpios.
- ▶ Aplicar límites marinos de velocidad para buques.
- ▶ Electrificar las líneas ferroviarias siempre que sea posible.
- ▶ Desarrollar rieles eficientes en el muelle que muevan los contenedores del barco al tren para evitar la necesidad de transporte por camiones.
- ▶ Utilizar locomotoras más limpias cuando estén disponibles.
- ▶ Requerir el uso de camiones diésel más limpios y más eficientes en combustible.
- ▶ Proporcionar conexiones eléctricas para unidades de refrigeración y eliminar la marcha al vacío de los camiones.
- ▶ Utilizar los equipos de patios de maniobras ferroviarias y unidades de refrigeración más limpias disponibles y, cuando sea posible, de cero emisiones.
- ▶ Trasladar nuevas terminales portuarias a una distancia segura de las áreas residenciales, y optimizar los sitios para la proximidad a la infraestructura de transporte y las vías de transporte marítimo.

## COMBUSTIBLES LIMPIOS PARA USO MARITIMO

Los buques tienden a funcionar en el grado de combustible diésel más sucio disponible, conocido como combustible bunker, y es significativamente más sucio que el diésel que se utiliza en los coches y camiones. Como resultado, el sector del transporte marítimo contribuye aproximadamente con el 15 por ciento de las emisiones de NOx y hasta el 8 por ciento de las emisiones globales de SOx.<sup>92</sup> Las emisiones de envío de MP fino se estima que contribuyen a 60.000 muertes prematuras globalmente.<sup>93</sup>

Los EE. UU. recientemente aprobó el Tratado de la Organización Marítima Internacional, que reducirá en gran medida las emisiones de las embarcaciones, mediante el uso de combustibles más limpios en Áreas de Control de Emisiones designadas (ECA por sus siglas en inglés), incluyendo casi todas las aguas de Norte América.<sup>94</sup> La designación limita el azufre del combustible marino a 10.000 ppm, y en 2015 este límite será reducido aún más a 1.000 ppm (para la comparación, el combustible diésel con base en tierra en los EE. UU. debe cumplir con un límite de 15 ppm de azufre). En 2020, las ECAs se espera que reduzcan las emisiones de NOx en un 23 por ciento, las emisiones de SOx en un 74 por ciento y las emisiones de MP2.5 en un 86 por ciento. Mientras que el costo total de las reducciones de la contaminación marina de este tratado es de aproximadamente \$3,2 mil millones, las mejoras en la calidad del aire se espera salvarán 14.000 vidas, aliviarán cada año a 5 millones de personas de los síntomas respiratorios, y le ahorrará a los EE. UU. unos \$110 mil millones en 2020.<sup>95</sup> Las últimas normas para motores y combustibles para embarcaciones de la EPA, publicada en 2009, complementan las regulaciones de la ECA.<sup>96</sup> Mientras tanto, California requiere el uso de combustibles más limpios para los buques que recalcan en los puertos del Estado, ante los requisitos de la ECA; algunas de las principales líneas navieras voluntariamente utilizan un combustible más limpio antes de ser legalmente obligados a hacerlo.<sup>97</sup>

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- ▶ La línea naviera más grande, *Maersk*, cambió de combustible líquido sucio a un combustible destilado con bajo contenido de azufre en 2006 para reducir las emisiones relacionadas con los buques de 400 toneladas en los puertos de Los Ángeles y Oakland. Tanto los motores principales y auxiliares de los buques de *Maersk* cambian a combustible más limpio cuando se encuentran dentro de las 24 millas náuticas de los puertos. El cambio se traduce en una reducción del 92 por ciento en óxidos de azufre, un 73 por ciento de reducción de MP y un corte del 10 por ciento en óxidos de nitrógeno.<sup>98</sup>
- ▶ Otra compañía naviera grande, APL, comenzó a usar combustibles bajos en azufre en Los Ángeles y Seattle en 2007. Desde entonces, el programa se ha extendido a Vancouver, Hong Kong, Nueva York, Nueva Jersey y Singapur.<sup>99</sup>
- ▶ En 2006, toda la flota de Washington State Ferries (FSM) empezó a utilizar un combustible ultrabajo en azufre (ULSD por sus siglas en inglés). El cambio se produjo como resultado de un programa piloto de un año de duración en el que el FSM alimentó uno de sus buques con ULSD para determinar la viabilidad de utilizar el combustible de combustión limpia.<sup>100</sup>
- ▶ A partir de 2007, en California todos los transbordadores, remolques y embarcaciones de otros equipos de puerto están obligados a utilizar diésel con un bajo contenido en azufre (comparable al diésel terrestre).<sup>101</sup>
- ▶ A partir de julio de 2009, California requiere que todos los buques que recalen en puertos de California utilicen combustible de uso marítimo con no más de 1,5 por ciento de azufre. Hasta la fecha, las regulaciones han resistido el desafío legal por parte de la Industria de envío.
- ▶ A partir de agosto de 2012, los buques que recalen en puertos de Estados Unidos tienen que utilizar combustible para uso marítimo con contenido no mayor al 1 por ciento y ese límite se reducirá a 0,1 por ciento en enero de 2014.<sup>102</sup>

### EL PLAN DE ACCIÓN POR UN AIRE LIMPIO EN LOS PUERTOS DE LA BAHÍA DE SAN PEDRO(CAAP EN INGLÉS), UN PLAN MODELO PARA PUERTO

En 2006, los puertos de Long Beach y Los Ángeles aprobaron un plan de acción de colaboración encaminado a reducir considerablemente los riesgos de la salud causados por la contaminación del aire relacionada con los barcos, los camiones, las embarcaciones de puerto, los equipos de terminales y los trenes. Desarrollado con la participación de la Administración Distrital de la Calidad de Aire de Costas del Sur, el Consejo de Recursos del Aire de California y la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., entre las estrategias del plan se encuentra el Programas de Camiones Limpios para puertos, programas de reducción de contaminación de buques y la inclusión de tecnologías de ahorro de combustible, tales como remolcadores híbridos.

La actualización del CAAP 2010 estableció metas a largo plazo para las emisiones y reducciones de riesgo para la salud de ambos puertos. La actualización requiere que los puertos hagan un seguimiento de su progreso en el logro de las normas del CAAP con los inventarios de emisiones anuales, que están disponibles para el público.

Fuente: Plan de Acción de Aire Limpio en los Puertos de la Bahía de San Pedro [www.cleanairactionplan.org/about/default.asp](http://www.cleanairactionplan.org/about/default.asp).



## CONEXION DE BUQUES EN CALIFORNIA

El reglamento de 2007 requiere que la mayoría de los barcos que atracan en los principales puertos de California para conectarse proporcionen una alta calidad del aire y beneficios para la salud en todo el estado. Cuando la regulación se implemente a capacidad en el año 2020:

- ▶ se reducirán hasta 242.000 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>;
- ▶ las emisiones de NOx bajarán a 4.700 toneladas por año;
- ▶ 85 toneladas de emisiones de MP de diésel serán eliminadas cada año;
- ▶ se evitarán 280 muertes prematuras;
- ▶ 8.200 casos de asma y enfermedades respiratorias serán prevenidas y
- ▶ \$1.9 mil millones en beneficios para la salud, estarán a salvo

Además, sin este reglamento, casi un millón de personas que viven cerca de los puertos de Los Ángeles y Long Beach más de 100 por millón enfrentarían riesgos de cáncer por causa de la contaminación de los buques en el muelle (por ejemplo, probablemente alrededor de 100 nuevos casos de cáncer).

Fuente: Consejo de Recursos Atmosféricos de California, Reporte: Initial Statement of Reasons (ISOR) for "Shorepower" regulation, 2007. <http://www.arb.ca.gov/regact/2007/shorepwr07/isor.pdf>.

# ELECTRICIDAD EN EL MUELLE

Las embarcaciones mantienen sus motores encendidos cuando están paradas en el puerto cargando y descargando mercancías y mientras realizan mantenimiento con el fin de suministrar energía a todos los servicios a bordo de la nave (por ejemplo, luces, bombas, refrigeradores). El funcionamiento constante de los motores desperdicia combustible y contamina mientras los buques están inactivos junto a las comunidades. Las conexiones eléctricas en tierra permiten que los buques apaguen sus motores diésel mientras están atracados y conectados a la red eléctrica.<sup>103</sup> El conectar una embarcación a las líneas eléctricas cuando está atracado en el puerto reduce significativamente los contaminantes que contribuyen al hollín, al esmog y al calentamiento global. En 2007, la Junta de Recursos del Aire de California aprobó una regulación que requiere que todos los contenedores, cruceros y buques de carga refrigerados utilicen energía de la orilla mientras estén en el muelle, a partir de 2014 y su transferencia a través de 2020 (Véase Conexión de buques en California).<sup>104</sup>

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- ▶ El Puerto de Los Ángeles dio a conocer la primera terminal de contenedores electrificada en junio de 2004, como resultado de un acuerdo legal con varias organizaciones, incluyendo a los residentes de la zona del puerto, el Consejo para la Defensa de Recursos Naturales y la Coalición para la Limpieza Atmosférica.<sup>105</sup>
- ▶ Como parte del Plan de Acción por un Aire Limpio en los Puertos de la Bahía de San Pedro, el Puerto de Los Ángeles tiene previsto proporcionar energía en todas las terminales de contenedores y de cruceros y una terminal seleccionada de contenedores de graneles líquidos para 2014.<sup>106</sup>
- ▶ El Puerto de Seattle comenzó a proporcionar una infraestructura para electricidad en la orilla a los cruceros en 2005, como parte de un esfuerzo de colaboración con *Princess Cruises* y *Holland America Cruise Line*.<sup>107</sup> El uso de la electricidad en las terminales para los barcos de cruceros es particularmente eficaz porque tienden a tener alta cargas relacionadas al mundo hotelero (es decir, las necesidades de energía eléctrica a bordo para el aire acondicionado, la iluminación, bombeo, etc.)

## LA MARINA DE LOS EE. UU Y TERMINALES COSTERAS

Desde hace varias décadas la marina estadounidense utiliza la energía de las terminales costeras para sus bases en todo el mundo, ellos lo llaman *Cold-Ironing*. Su exclusivo sistema de conexión eléctrica por cable le permite evitar problemas de compatibilidad en los diferentes puertos de llamada.<sup>112</sup> La transferencia de electricidad de los generadores auxiliares a bordo de los buques a la alimentación en la costa está sincronizada para evitar apagones. Por ejemplo, un buque de clase destructor que tiene dos generadores de turbinas auxiliares de gas que funcionan en paralelo al entrar en el puerto, se apaga solo una cuando el buque atraca. El



Conexión a una terminal costera en un buque de la marina

personal entonces conecta al barco las necesidades eléctricas y de servicios; un proceso que dura unos 60 a 90 minutos. Una vez que la transferencia de electricidad a la terminal es completada, el segundo generador a bordo del buque se apaga.<sup>113</sup>

Fuente: <http://www.arb.ca.gov/regact/2007/shorepwr07/tsd.pdf>

- ▶ Como medida de mitigación para cumplir con las condiciones federales permitidas bajo el Título V de calidad atmosférica para la Administración Distrital de la Calidad de Aire en el sur de California, el puerto de *Long Beach* y *British Petroleum* instaló energía eléctrica en la conexión a tierra y modernizó dos buques petroleros de BP con cableado y enchufes para utilizarlo. Este es el primer paso para mejorar la infraestructura del puerto para proporcionar corriente a la orilla a los diez de sus amarres (berth).
- ▶ En el año 2009 el Puerto de Los Ángeles instaló conexiones eléctricas en el puerto para remolcadores de la *Crowley Maritime*. En un esfuerzo de colaboración, la Crowley compró e instaló conexiones eléctricas a los barcos y transformadores.<sup>108</sup> El puerto de L.A. tenía la responsabilidad de proporcionar energía eléctrica al muelle.<sup>109</sup>
- ▶ El Puerto de Oakland instaló conexiones eléctricas para la toma de electricidad en un nuevo muelle de remolcadores, lo que permite que éstos apaguen sus motores mientras estén atracados.<sup>110</sup>
- ▶ El Puerto de Stockton ofrece conexiones eléctricas en uno de sus muelles utilizado regularmente por remolques.<sup>111</sup>

## BUQUES MÁS LIMPIOS

Los puertos pueden requerir o incentivar a los buques de envío utilizar embarcaciones limpias. Hay una variedad de tecnologías y modificaciones que pueden reducir las emisiones de los buques marinos. Una de estas tecnologías es la reducción catalítica selectiva (SCR en inglés), que es ampliamente utilizada por las centrales eléctricas y, más recientemente se incorporó en los camiones diésel de servicio pesado, para lograr las reducciones de emisiones de NOx en más de un 80 por ciento.<sup>114</sup> Entre las tecnologías prometedoras para reducir las emisiones de NOx se encuentra la inyección directa de agua y el uso de motores de aire húmedo. Estas tecnologías bajan las temperaturas del motor y pueden eliminar hasta el 70 por ciento de las emisiones de NOx. Los depuradores son comúnmente empleados para reducir las emisiones de SOx; estos utilizan una mezcla de piedra caliza húmeda para absorber las partículas de azufre y capturan alrededor de un 90 por ciento de las emisiones de azufre. La tecnología de válvula de deslizamiento para motores de propulsión marina puede reducir el MP en un 25 por ciento y las emisiones de NOx en un 30 por ciento.<sup>115</sup> Otras tecnologías de control prometedoras incluyen la inyección directa de agua, emulsión de agua del combustible, recirculación de gases de escape y la inyección de agua continua. Actualmente estas tecnologías se están estudiando a través del Programa de Avance Tecnológico en los puertos de Los Ángeles y Long Beach.

La acumulación de plantas y animales marinos en el casco del buque reduce su eficacia; el mantenimiento y limpieza adecuada de los cascos y hélices puede reducir el consumo de combustible y emisiones.<sup>116</sup> Los revestimientos avanzados de los buques, tales como sistemas de resina de auto pulido, pueden proporcionar una superficie más lisa.<sup>117</sup> Los nuevos recubrimientos pueden aplicarse solamente a los buques nuevos, pero los diseños mejorados de casco que incorporan características tales como *ducktails*, inyectores de aire y aviones interceptores se pueden añadir a los buques como mejoras.<sup>118</sup> Al combinar una forma de casco optimizado y una hélice contra rotativa con motores diésel híbrido eléctrico \* permite a algunos barcos transportar un 60 por ciento más de carga que sus homólogos que usan solo diésel, todo mientras se utiliza la misma cantidad de combustible y se disminuyen las emisiones de SOx, NOx y de CO<sub>2</sub>.<sup>119</sup>

\*Este diseño es más eficiente que la de otros buques convencionales. El motor diesel da electricidad a los generadores del buque, lo que a su vez enciende el motor eléctrico. Luego, el motor le da electricidad a las hélices.

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- En 2002 y 2003, *Totem Ocean Trailer Express* presentó las primeras dos embarcaciones con combustiones más limpias, a diesel-eléctricas en los EE. UU., usando tecnología eficiente de casco y hélice, además de motores de diesel híbrido-eléctrico.<sup>120,121</sup>
- El Puerto de Long Beach opera actualmente dos remolcadores híbridos. El primer remolque fue una nueva construcción, y el segundo fue una adaptación de un remolque actual de su flota. El uso de los remolcadores híbridos ahorrará más de 100.000 galones de combustible diésel, 1,7 toneladas de MP de diésel, 53 toneladas de NOx, 1,2 toneladas de gases orgánicos reactivos y 1,340 toneladas de CO<sub>2</sub> por año.<sup>122</sup> Los beneficios también incluyen la reducción de la contaminación acústica y la protección de la audición de la tripulación.<sup>123</sup>
- El constructor naval japonés *IHI Marine United* ha desarrollado una serie de buques tecnológicamente avanzados que funcionan con gas natural licuado (GNL), algunas de las cuales no producen dióxido de azufre, producen de 20 a 25 por ciento menos de dióxido de carbono y un 80 por ciento menos de óxidos de nitrógeno que los buques portacontenedores alimentados convencionalmente. Además, estas embarcaciones consumen un 30 por ciento menos de combustible que los barcos convencionales, gracias a las modificaciones de casco, sistemas de motores más eficientes y baterías de alta capacidad que almacenan energía solar obtenida de paneles.<sup>124,125</sup>

## REDUCCIÓN DE VELOCIDAD PARA LAS EMBARCACIONES

Los buques también pueden reducir sus emisiones reduciendo la velocidad. Al igual que los coches, los buques se vuelven menos eficientes en combustible cuando viajan más rápido. Instituir los límites de velocidad para los buques en las zonas cercanas a las costas reduce las emisiones y expone a las comunidades a menos contaminación.

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- El programa Bandera Verde del Puerto de *Long Beach* recompensa a los buques con tasas más bajas de atraque y el reconocimiento medio ambiental si observan un límite de velocidad de 12 nudos dentro de un radio de 20 millas náuticas del puerto por un período de 12 meses. Más de la mitad de los barcos que recalán en *Long Beach* observan el límite de velocidad; si todos los buques participaran en el programa, las emisiones de NOx se reducirían a 550 de toneladas al año.<sup>126</sup>
- Un memorando de entendimiento de 2001 entre la EPA de los EE. UU., el Consejo del Aire de California, los puertos de Los Ángeles y Long Beach, la Administración Distrital de la Calidad de Aire de Costas del Sur, la Asociación de Marineros Mercantes del Pacífico y la Bolsa de Marina del Sur de California pidieron que los buques de marina redujeran voluntariamente la velocidad a 12 nudos dentro de un radio de 20 millas náuticas de los puertos. Si bien los términos de la nota expiraron en 2004, la mayoría de los buques que entran en los puertos continúan operando a velocidad reducida y participan en programas de incentivos de reducción de velocidad.<sup>127</sup>

# EL FERROCARRIL EN EL MUELLE

El tránsito de camiones relacionados con el transporte de carga desde los puertos se puede reducir sustancialmente trayendo líneas de ferrocarril directamente a los lugares donde los barcos descargan, conocido como ferrocarril en el muelle. De acuerdo con el Puerto de Tacoma, cada tren de salida lleno reemplaza de 250 a 300 camiones, reduciendo así la congestión vial y contaminación.<sup>128</sup> Al evitar estos viajes cortos de camiones de acarreo para transportar carga desde el muelle a las instalaciones del muelle ofrece un beneficio sustancial para los propietarios de la carga, que ahorran en los costos de operación y otro honorarios.<sup>129</sup> El ferrocarril en el muelle funciona mejor para la carga destinada a dejar la región, ya que la carga local por lo general viaja por camión.<sup>130</sup>

Los puertos pueden ser reacios a ceder espacio de la terminal para los ferrocarriles en el muelle que de otro modo podrían ser utilizados para procesar más contenedores.<sup>131</sup> Las compañías de ferrocarriles también pueden desalentar el desarrollo de patios de ferrocarril en el muelle porque éstos terminarían compitiendo con los muelles actuales fuera de los patios de ferrocarril situados cerca de los puertos.<sup>132</sup> La capacidad limitada en las líneas de ferrocarril de terminales portuarias y la configuración y el tamaño de las terminales también pueden presentar desafíos para la construcción de un patio de ferrocarriles en el muelle. Sin embargo, los muchos ejemplos que siguen muestran que un ferrocarril de muelle es factible y ha sido adoptado ampliamente. Por otra parte, cuando el riel del muelle puede reemplazar los viajes de camiones diésel contaminantes a patios ferroviarios del muelle ubicados cerca de las comunidades residenciales, el riel del muelle debería ser priorizado como una solución importante.

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- ▶ El Puerto de Tacoma cuenta con cuatro patios de ferrocarril en muelles que han reducido el número de camiones en las calles y carreteras, lo que redujo la congestión vial y las emisiones de diésel y mejoró la manipulación de la velocidad de la carga y eficiencia.<sup>133</sup>
- ▶ El Puerto de Virginia firmó un contrato de arrendamiento a 20 años con las terminales APM en 2010 que vincula las actividades portuarias a *Norfolk Southern Railway* y *CSX Transportation*. Seis ferrocarriles en el muelle tienen la capacidad de almacenar 42 pilas de carros de carril dobles.<sup>134</sup>
- ▶ El Puerto de Los Ángeles tiene ferrocarriles en todos menos en uno de sus terminales de contenedores (tiene un carril en etapa de desarrollo). El ferrocarril en el muelle fue diseñado conjuntamente por el puerto, sus clientes, y los ferrocarriles transcontinentales, con pistas que se adaptan a una variedad de equipos de manipulación de carga para maximizar la eficiencia del funcionamiento.<sup>135</sup> Se encuentra ubicado en la zona *backland* de las terminales portuarias, lo que minimiza el uso del suelo y evita la interrupción de la operación de los buques. El Puerto de Los Ángeles actualmente maneja alrededor de un tercio de los contenedores que están “destinados para el ferrocarril” en el muelle (en vez de instalaciones “cerca del muelle”), según las Autoridades del Corredor de Alameda.
- ▶ El sistema *ExpressRail* en muelle para el Puerto Elizabeth (parte del Puerto de Nueva York y Nueva Jersey) fue construido en 1991. Fue ampliado con una nueva terminal en 2003 y nuevamente en 2007. En 2010, el sistema *ExpressRail* entero, incluyendo las tres terminales, manejó más de 376.000 contenedores, o el 12 por ciento de todos los contenedores que pasan por el Puerto de Nueva York y Nueva Jersey.<sup>136</sup> Si bien esta proporción es considerablemente más alta que en 1992, cuando sólo el 3,5 por ciento de los contenedores se manejaron por ferrocarril en el muelle, sigue siendo inferior a la meta del 25 a 30 por ciento que se fijó para el 2010.<sup>137</sup>

- ▶ Otros puertos estadounidenses con ferrocarril en el muelle incluyen el Puerto de Seattle, en el cual tres terminales reportaron reducciones en desplazamientos de camiones con 200.000 millas por año,<sup>138</sup> y los puertos de Nueva Orleans, Tampa y Jacksonville.<sup>139</sup>
- ▶ En Canadá, el puerto de Prince Rupert es el más cercano al puerto principal de Norte América hasta Asia con acceso directo de muelle a la Red Nacional de Ferrocarriles Canadiense.<sup>140</sup>
- ▶ A nivel mundial, los demás ferrocarriles de muelle en puertos se están llevando a cabo, tales como el sistema que se abrió en el Terminal Internacional Pusan, Newport en Busan, Corea del Sur, a finales de 2010.<sup>141</sup>

## OTRAS ESTRATEGIAS PARA PUERTOS LIMPIOS

Camiones, equipos de manipulación de carga y locomotoras que operan en los astilleros emiten una cantidad significativa de gases de efecto invernadero relacionadas con el puerto. Estos pueden ser removidos con la amplia gama de medidas que se detallan en los informes de Carga limpia sobre camiones, almacenamiento y patios de maniobra ferroviaria. Además, otras varias medidas importantes pueden reducir efectivamente la contaminación del puerto, entre ellas la logística, la mejora de los sistemas de movimiento de contenedores de cero emisiones y los sistemas automatizados de manipulación de contenedores.

Una mejor logística puede limitar los viajes innecesarios de camiones y la inactividad de motores diésel. La manipulación de contenedores automatizados puede reemplazar el uso del motor diésel del equipo de manipulación de carga por completo. Los puertos de Los Ángeles y *Long Beach* investigan activamente sistemas de movimiento de contenedores de cero emisiones como los de levitación magnética (Maglev), así como otros sistemas de tecnologías fijas de carril-guía y varios conceptos de neumáticos de cero emisiones.<sup>142</sup>

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA


- ▶ La principal instalación de contenedores del Puerto de Boston, la terminal Conley, utiliza un sistema de puerta para un procesamiento eficiente que está configurado para permitir una carga y descarga rápida, continua y simultánea de varios buques portacontenedores a la vez. El sistema de la terminal permite a los despachadores procesar solicitudes de los camioneros en pocos minutos, le indica a los camioneros la ubicación exacta del contenedor y reduce los tiempos de respuesta para la recogida y entrega de contenedores, lo que resulta en un menor número de viajes de ida y vuelta, menos tiempo de inactividad, y menos colas en la entrada.<sup>143</sup>
- ▶ Los vehículos automáticamente guiados a batería (“AGV” en inglés) se utilizan en varios puertos internacionales importantes, incluyendo Rotterdam y Singapur; el Puerto de Long Beach los está añadiendo actualmente.<sup>144</sup> Estos vehículos pueden transportar contenedores en torno a un patio durante 12 horas con un paquete de baterías, el cual puede ser cambiado fácilmente.<sup>145</sup>

## COMO SELECCIONAR EL ÁREA PARA UNA NUEVA TERMINAL

Nuevas construcciones de terminales portuarias pueden ser diseñadas para incorporar mejores prácticas, al aprovechar las más nuevas tecnologías y la ubicación más adecuada para minimizar el impacto a la comunidad y el medio ambiente. Además de incorporar las medidas y prácticas detalladas anteriormente, las nuevas construcciones deberán estar situadas cerca de la infraestructura de transporte existente, lejos de las zonas residenciales y tan cerca de las entradas al puerto y vías de transporte marítimo como sea posible. La selección de un área cerca de la entrada del puerto para reducir los impactos del dragado del canal y el tráfico de buques a través de frágiles estuarios marinos. Su desarrollo debe ocurrir en las proximidades de la infraestructura existente de transporte terrestre para reducir la mínima contaminación de sus alrededores. La reutilización de instalaciones industriales o militares abandonadas se ve favorecida, ya que estas áreas suelen estar cercanas a las principales líneas ferroviarias; dicha reutilización evita la conversión de suelo no urbanizable. Todas las áreas nuevas deben incluir instalaciones ferroviarias de muelle, para minimizar los giros de camiones y elevadores de carga que contribuyen a la contaminación del puerto.<sup>146</sup>

### EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- ▶ En 2008, Helsinki, Finlandia trasladó su puerto a unos dos kilómetros de las zonas residenciales más cercanas, para proteger a las comunidades locales de la contaminación atmosférica, el ruido y las vibraciones y hacer frente a otros problemas ambientales.<sup>147</sup> El puerto implementó otras prácticas notables: exigió a los buques atracar en muelles situados más lejos de las viviendas durante la noche; usar la electricidad del muelle para todos los buques de pasajeros y automóviles y cavó túneles por algunos segmentos de la carretera además de construir ferrocarriles subterráneos para proteger el hábitat natural sensible. El puerto está cerca de la red de transporte principal, lo que redujo la congestión y eliminó las millas de transporte innecesarias.<sup>148</sup>
- ▶ La *Dharma Puerto Company Limited* trabaja con la Unión Mundial para la Conservación en un plan de gestión ambiental para el desarrollo y operación de un puerto en la costa oriental de la India.<sup>149</sup> A fin de mitigar los impactos de ubicación y construcción del puerto, los constructores instalaron un sistema de supresión de polvo con aspersores de agua atomizada que utiliza agua reciclada. También planean reducir al mínimo el dragado y los impactos de iluminación sobre las tortugas y construir embarcaderos montados con el menor disturbio posible a los fondos marinos.
- ▶ El Puerto de Shanghai ha hecho esfuerzos significativos para que sus operaciones sean más sostenibles, como el traslado de algunas terminales, el reacondicionamiento de 131 grúas con llantas de goma de pórtico (RTG por sus siglas en inglés) con motores eléctricos, lo que crea un inventario de emisiones, e investiga y prueba el uso de energía en el muelle.<sup>150</sup>



# **NORMAS DE ORO PARA UNA CONSTRUCCIÓN LIMPIA: UNA VIA MÁS VERDE PARA CONSTRUIR**

La construcción de las instalaciones de carga, si las terminales portuarias, carreteras, estaciones ferroviarias, o depósitos, pueden tener impactos ambientales y de salud comparables o incluso superiores a las de la operación del proyecto terminado. Sin embargo, muchas medidas se pueden tomar para reducir al mínimo el impacto climático en la calidad del aire, la salud pública y los proyectos de construcción. Además de las siguientes medidas, precauciones especiales deben ser tomadas en los espacios de construcción dentro de 1,000 pies de un área vulnerable (como escuelas, guarderías, parques infantiles y hospitales). Estas zonas deben ser notificadas acerca del proyecto, por escrito, al menos 30 días antes que empiece la construcción.<sup>151</sup>

## MEDIDAS PARA UNA CONSTRUCCIÓN LIMPIA

- ▶ Requerir el uso de equipos de construcción y camiones de trabajo a diésel más limpios.
- ▶ Proporcionar conexiones eléctricas para las necesidades energéticas en el área en lugar de utilizar generadores, cuando sea posible y necesario, utilizar los generadores disponibles más limpios.
- ▶ Limitar estrictamente todos los equipos y camiones en marcha al vacío.
- ▶ Utilizar combustibles alternativos o electrificar el equipo cuando sea posible.
- ▶ Proporcionar una notificación previa del proyecto a realizarse cerca de los sitios sensibles como viviendas y escuelas.

## EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN Y CAMIONES DE TRABAJO LIMPIOS

Prácticamente cualquier equipo de construcción puede ser reequipado con un filtro de partículas diésel y otros controles de escape. En algunos casos, los motores más viejos pueden ser reemplazados por modelos más nuevos y más limpios. Muchos de los equipos de construcción más limpios que cumplen con las normas de la EPA Nivel 4 comparables a las que rigen en los camiones modernos sobre la carretera, ya están disponibles. Si el equipo Nivel 4 no está a disposición, se deben utilizar motores más limpios y la mejor tecnología de control disponible (BACT por sus siglas en inglés)\* debe ser añadida, o combustibles alternativos deben ser utilizados para la reducción de emisiones de MP. \*\* Los camiones de carretera utilizados en obras de construcción, tales como camiones para desechos, deben cumplir con las normas de emisiones actuales o estar equipados con filtros de partículas diésel. Cualquier camión que transporte materiales tales como escombros o relleno debería estar completamente cubierto mientras opere fuera del sitio (es decir, en tránsito hacia o desde el sitio) con el fin de reducir los niveles de polvo.

## GENERADORES

Los generadores diésel pueden ser una fuente muy significativa de contaminación en los sitios de construcción. Donde el acceso a la red eléctrica es posible, esto debe establecerse en lugar de utilizar generadores de electricidad estacionarios o móviles. Donde el acceso a la red eléctrica es limitado, los generadores en el área deben cumplir con un estándar de 0,01 gramos por hora de caballo de fuerza frenado para MP o estar equipados con la mejor tecnología de control disponible para la reducción del MP.

\* Aquí, el BACT se refiere a la "estrategia más eficaz de control de emisiones de diésel verificada" (VDECS por sus siglas en inglés), el cual es un dispositivo, un sistema o una estrategia que se verifica de conformidad con la División 3, Capítulo 14 del Título 13 del Código de Regulaciones de California para lograr el más alto nivel de control de contaminación por un vehículo fuera de la carretera.

\*\* Esto podría incluir el gas natural o biodiésel (derivados de aceites vegetales o grasas animales, que cumplen con los requisitos de la norma ASTM D 6751). Sin embargo, el biodiésel debe probar que obtiene sus materias primas de manera sostenible entre ellas los desperdicios de lubricante, grasa o aceite, y bajo ciertas circunstancias, los aceites de cultivo cuya proveniencia sea sostenible.

# RECOMENDACIONES PARA LIMITAR LA CONTAMINACIÓN PROVENIENTE DE LA CONSTRUCCIÓN

Las obras de construcción pueden ser las principales contribuyentes a la contaminación causante del calentamiento global. Para ahorrar combustible y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, toda marcha al vacío no esencial de los equipos y vehículos en el área deben limitarse estrictamente. Siempre que sea posible, el uso de los combustibles bajos en carbono (como el biodiésel y otros combustibles alternativos) se debe sustituir por el combustible diésel tradicional. En San Francisco, por ejemplo, la mayoría de departamentos de la ciudad, con obras públicas, están obligados a utilizar mezclas de biodiesel de 20 por ciento o más en sus equipos de construcción.<sup>152</sup> Así como la conexión a la red eléctrica es una alternativa superior a los generadores diésel, otros equipos, como las grúas y los elevadores de carga, deben ser electrificados en la mayor medida posible.

## EJEMPLOS DE CARGA LIMPIA

- El puerto de Los Ángeles tiene una política de construcción limpia que se aplica a todos los proyectos, al requerir mejores prácticas de manejo para reducir las emisiones atmosféricas, las cuales incluyen un límite de cinco minutos de marcha al vacío y el uso de equipos además de la introducción paulatina de camiones cada vez más limpios para 2015.<sup>153</sup>
- La ciudad de San Francisco requiere que los proyectos de construcción usen combustible biodiésel en un 20 por ciento o mezclas más altas (B20); el equipo debe cumplir al menos las normas del Nivel 2 u operar con la mejor tecnología de control disponible. El condado de Cook en Chicago, (Illinois), y el Departamento de Transporte de este estado tienen diferentes políticas para una construcción limpia, al igual que muchos otros municipios, entre ellos Pittsburgh, Providence y la ciudad de Nueva York.<sup>154</sup>
- El Acuerdo Basado en la Comunidad del Aeropuerto Internacional de Los Ángeles (LAX CBA por sus siglas en inglés) entre la Coalición de LAX para la Justicia Económica, Medio Ambiental y Educacional y *Los Ángeles World Airports* (LAWA por sus siglas en inglés) fue adoptado por la ciudad de Los Ángeles en 2004. El CBA demandó los mejores controles disponibles para el equipo de construcción durante la expansión del aeropuerto.<sup>155</sup>





# MEDIDAS ADICIONALES PARA PROTEGER A LAS COMUNIDADES

Las actividades de carga producen niveles elevados de contaminantes atmosféricos del exterior, especialmente material particulado (MP) y de precursores de ozono, los cuales están asociados con un mayor riesgo de muerte prematura, enfermedades respiratorias, cáncer y enfermedades del corazón.<sup>156</sup> Además, las instalaciones de transporte como puertos, patios de maniobras ferroviarias y centros de distribución pueden crear una mala calidad del aire interior en las comunidades cercanas, especialmente donde las viviendas son más antiguas y con corrientes de aire o dependen de la ventilación exterior.<sup>157</sup> Mientras que los niveles elevados de contaminantes del aire puede ser agudos en las comunidades cercanas, las emisiones de transporte también han demostrado empeorar la calidad del aire regional.<sup>158</sup>

## MITIGACIÓN Y ACCIÓN EN LA COMUNIDAD

### *Medidas de mitigación fuera del área:*

- ▶ mejorar la calidad del aire con filtración del aire interior.
- ▶ reducir la exposición a la contaminación con vegetación y barreras

### *Medidas adicionales:*

- ▶ establecer y documentar los niveles base de contaminación con los inventarios de emisiones.
- ▶ documentar los niveles de los contaminantes en una comunidad con monitoreo de su calidad atmosférica.
- ▶ crear mapas de la comunidad para documentar injusticia ambiental y crear conciencia

La reducción de los niveles de la contaminación por el transporte de carga es siempre una prioridad, sin embargo, otras medidas pueden ser empleadas para reducir la exposición de la comunidad, entre ellas el uso de filtros de aire para interiores y el uso de barreras al aire libre en forma de vegetación y otros materiales. Las comunidades también pueden beneficiarse de los inventarios de emisiones, monitoreo de aire y de la cartografía de las fuentes de contaminación dentro de una comunidad. Estos datos pueden ser utilizados para seleccionar las mejores medidas de mitigación dentro y fuera de las instalaciones para reducir la exposición de la comunidad. Estas herramientas también son un medio importante para empoderar a las comunidades y reducir su exposición a la contaminación siendo más conscientes. Sin embargo, sin un esfuerzo concertado para mitigar o resolver la contaminación en su origen, estas medidas no mejorarán la calidad del aire exterior.

## MITIGACIÓN FUERA DE LAS INSTALACIONES

### FILTRACIÓN DEL AIRE

Mejoras sustanciales en la calidad del aire en interiores se pueden llevar a cabo dentro de los hogares, escuelas, guarderías y centros para ancianos y otros edificios mediante el uso de filtros de aire. La mejor manera de remover el MP del aire interior es a través de un filtro de aire mecánico, como un filtro de alta eficiencia para partículas de aire (HEPA por sus siglas en inglés).\* Los filtros pueden ser instalados en habitaciones individuales o en un sistema de calefacción, de ventilación y de aire acondicionado (HVAC por sus siglas en inglés) para mejorar la calidad del aire en un edificio completo. Además de los filtros, la calidad del aire interior puede ser mejorada a través de la cuidadosa colocación de tomas de muestra de aire, ya sea durante el diseño inicial del edificio o en su modernización; siendo ideal la localización de estas tomas de aire los más lejos posible de las fuentes de contaminación.

\*Otra opción de filtro es un limpiador de aire electrónico, que utiliza la atracción electrostática para capturar las partículas. Tenga en cuenta que algunos filtros de aire electrónicos producen ozono, que es un peligro para la salud. Si prefiere un dispositivo electrónico, es importante utilizar el modelo con placas para evitar que las partículas ionizadas se adhieran a las paredes y muebles. Para obtener información adicional sobre el uso y la eficacia de los filtros residenciales de aire de interiores, ver: [www.epa.gov/iaq/pdfs/residential\\_air\\_cleaners.pdf](http://www.epa.gov/iaq/pdfs/residential_air_cleaners.pdf).

## ESPECIFICACIONES EN FILTROS DE AIRE

La eficacia de un sistema de filtración se mide del 1 al 20 utilizando un valor de eficiencia mínimo de información (MERV por sus siglas en inglés). Los verdaderos filtros HEPA son aquellos con una calificación de 17 o superior, con eficiencia de remoción de más del 99,9 por ciento para partículas de 0,1 micras en adelante.

Para aplicaciones residenciales, la EPA recomienda MERV 6 o más; estos filtros tienen una eficiencia de eliminación de al menos un 35 a un 50 por ciento de las partículas 3-10µm. Para las escuelas, la EPA recomienda MERV 8 a 13, con eficiencias de remoción superiores al 70 por ciento durante 3-10 micras y eficiencias de remoción de partículas de 3.1 micras de 0 a más del 90 por ciento. Tenga en cuenta que la eficiencia del filtro recomendadas varía. Por ejemplo, las medidas de reducción del riesgo del Distrito para el Control de la Calidad del Aire del Área de la Bahía requieren de filtros MERV 13 o superior, que eliminan más del 90 por ciento de las partículas de micras 1-3.

Fuentes: La EPA de EE. UU., *"Residential Air Cleaners (Second Edition), a Summary of Available Information,"* 2009. Distrito para el Control de la Calidad del Aire del Área de la Bahía, *"Healthy Community Development Guidelines,"* 2012.

Diversos estudios evaluaron el desempeño de los sistemas de filtración en los hogares y las escuelas y mostraron que pueden ser eficaces en la eliminación de contaminantes y en la mejora de los resultados de salud. Se encontró que los filtros residenciales HEPA mejoran los síntomas respiratorios, en las personas con asma y alergias.<sup>159</sup> Un estudio de las escuelas en Las Vegas encontró que la instalación de los sistemas de filtración mejorados fue eficaz en la reducción de concentraciones de carbón negro en el interior (el principal constituyente de las partículas de diésel) de un 77 a un 98 por ciento, en comparación con un 45 a un 75 por ciento de reducciones logradas por los sistemas de ventilación originales las escuelas.<sup>160</sup>

Otro estudio realizado por las escuelas, en Los Ángeles, comparó tres sistemas de filtración de aire diseñados para capturar el MP y compuestos orgánicos volátiles. El estudio examinó 1) reemplazo de filtros de panel de rendimiento medio del sistema HVAC que sirve a la mayoría de las aulas (con un valor típico de eficiencia mínima informado, o "MERV" alrededor del 7) con filtros de panel de alto rendimiento (clasificados MERV 16), 2) instalación de un filtro en el registro de cada salón de clases, donde el suministro de aire HVAC entra en la habitación (aguas abajo del filtro del panel) y 3) la instalación de un sistema autónomo que funciona independientemente del sistema HVAC.<sup>161</sup> El estudio de L.A. examinó la eficacia de cada enfoque y la combinación de enfoques y encontró que la combinación de un sistema de registro y un filtro de panel de alto rendimiento fueron más eficaces en la reducción de partículas ultrafinas (partículas <0,1 micras), carbono negro y MP2.5. Sin embargo, el estudio también encontró que el uso de un filtro de alto rendimiento del panel era casi tan eficaz como la combinación. La eliminación de MP fue más difícil porque es fácilmente re-suspendido. Los datos de COV eran utilizables de una sola escuela; las eficiencias de remoción se estimaron en un 28 por ciento, 58 por ciento y 86 por ciento para el sistema de registro, sistema independiente, y el sistema independiente con filtro de panel de HVAC, respectivamente. Sin embargo, el número limitado de muestras y variación de COV hacen que sea difícil aplicar estos hallazgos a otras situaciones debido a las fuentes de interior.

El costo de los sistemas de filtración de aire depende del tipo y escala del sistema, instalación local, de los costos de mantenimiento y el grado de modernizaciones necesarias. El Programa de Subvenciones para Mitigación de la Comunidad del Puerto de Long Beach ayudó a instalar los sistemas de filtración en las escuelas al otorgar fondos desde \$10.000 hasta \$545.000. Las subvenciones para la sustitución del filtro en las escuelas va desde aproximadamente los \$4.000 a \$90.000.<sup>162</sup> El programa también proporcionó fondos para instalar filtros en un hospital de niños (\$287.550 dólares) y en un centro comunitario (\$291.000). Estos valores proporcionan una indicación de al menos una parte de los costos de mayor escala de las instalaciones de filtración de aire y de mantenimiento. El costo es inferior para las residencias, ya que son mucho más pequeñas. Dependiendo de su tamaño, diseño y calificación de eficiencia, los filtros de repuesto pueden costar desde \$30 hasta \$50 para un bajo MERV (8 a 11) para sistemas caseros; filtros electrostáticos más permanentes comienzan alrededor de \$70.<sup>163</sup>

La filtración del aire es una buena medida de mitigación para el MP cuando se utiliza en conjunto con otras medidas que apuntan a miembros vulnerables de la comunidad en riesgo. No es, sin embargo, una forma rentable para mejorar la calidad del aire en todos los edificios a lo largo de una región, ni ayuda con la calidad del aire exterior. Los sistemas de filtración también requieren de un mantenimiento y sustitución de filtro o de limpieza, que si no se hace correctamente puede comprometer la eficacia del filtro.<sup>164</sup> Además, el efecto de los sistemas de filtración en la exposición a la contaminación depende de la cantidad de tiempo que los ocupantes pasen en los interiores, así como la frecuencia con la que se cierran las ventanas y uso de su filtración y sistemas de HVAC. La eficacia de los sistemas de filtración de aire también depende de la forma en que se operan. Por ejemplo, en el estudio de la escuela de Las Vegas se encontró que los sistemas HVAC se apagaban durante la noche y se reiniciaba temprano en la mañana. Esta práctica realmente trae el aire del exterior al edificio en el momento preciso del día cuando su calidad es peor, una práctica que claramente no es recomendable.<sup>165</sup>

## VEGETACIÓN

Hay una creciente evidencia de que la vegetación puede reducir la exposición del MP en localidades cercanas a las carreteras, ya que la vegetación está lo suficientemente cerca de la fuente de contaminación creando así una buena amortiguación ya que las plantas en sí tienen ciertas características. Los más eficaces en la eliminación de partículas y la absorción de la contaminación son los árboles robustos de gran estatura de larga vida que también tienen:

- ▶ gran superficie (hojas, corteza, brotes) y superficies rugosas y/o pegajosas;
- ▶ una estructura de follaje fina y compleja que promueve un gran flujo de aire en el dosel arbóreo, lo que ayuda a retardar la transmisión de partículas (las coníferas son un buen ejemplo);
- ▶ bajos de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (BVOC por sus siglas en inglés) y tasas de emisión;
- ▶ follaje todo el año.<sup>166</sup>

Las plantaciones arbóreas fuerzan al viento sobre el dosel, lo que crea una turbulencia en los lados a favor y contra del viento; estas turbulencias provocan la deposición en la vegetación. Algunas investigaciones sugieren que las plantaciones de árboles pueden ser particularmente eficaces para la eliminación de partículas finas y ultra finas, que representan el mayor peligro para la salud.<sup>167</sup> Los experimentos en túneles de viento que simulan la remoción de MP por secoyas encontraron tasas cada vez más altas de remoción de partículas más pequeñas. Las plantaciones de árboles también tienen beneficios adicionales, tales como ser una fuente refrescante a través de la sombra y mejora la administración y la filtración de aguas pluviales.

## EL VALOR REAL DE LOS ARBOLES

El Servicio Forestal de EE. UU. ha desarrollado un paquete de código abierto de módulos de software, *i-Tree*, que proporciona una evaluación de los beneficios de los bosques urbanos. Este tipo de herramienta de software puede cuantificar los beneficios ambientales a escala de paisaje, a nivel de calle y de árboles individuales a nivel de parcela. Por ejemplo *i-Tree* estima los siguientes beneficios de los árboles de la calle en Minneapolis: \$6,8 millones en ahorros de energía, \$9,1 millones en reducción de la filtración de aguas pluviales, \$7,1 millones en aumento en el valor de la propiedad y \$1 millón para mejoras de la calidad atmosférica.

Fuente: <http://www.itreetools.org/about.php>

## LAS RECOMENDACIONES DE I-TREE DE LOS MEJORES ÁRBOLES QUE ELIMINAN LA CONTAMINACIÓN AÉREA\*

<b>Houston:</b>	Tulipán africano o árbol de tulipánMorera	<b>Chicago:</b>	Arbol del pepino Secoya del alba Píceasuecia Pino blanco del Este Cerezo negro americano Abeto Douglas Roble Durmast Sasafrás americano Tilo americano Tilo de hoja pequeña Cicuta oriental o del Este Olmo americano Zelkova japonesa
Arce the hoja grande		Abeto japones Arce rojo Falso castaño de ohio Castaño de indias Abedul amarillo Cedro de incienso Carpe europeo Almez del norte Avellano de Turquia Haya americano Fresno blanco Nogal negro Alerce europeo Alerce Tulipán africano o árbol de tulipán	
Aliso Blanco	Morera		
Abedul de rio	Carpe		
Nogal	Laurel de seda		
Nogal pecanero	Canela		
Atlantic White	Lingue		
Cedro	Aquacatillo		
Sugarberry	Sicómoro		
Almez del norte	californiano		
Abeto azul chino	Cerezo negro		
Ciprés de Monterey	Alcornoque Secoya costera		
Fresno de Oregón	Tilo americano		
Nogal negro	Olmo blanco Laurel californiano		

\*Incluye una variedad dentro de cada especie

## BARRERAS ACÚSTICAS

Las barreras duras, tales como muros de sonido cerca de las carreteras, son otra estrategia para reducir la exposición a la contaminación del aire. Sin embargo, pocos son los estudios realizados y el efecto de las barreras sobre la dispersión de la contaminación del aire no es bien entendida. Los beneficios de las barreras tienden a variar con las características de las mismas, la topografía, el clima, el tipo de contaminante y la fuente, en algunos casos, lo que resulta en el aumento de los niveles de contaminantes y en otros, la reducción de la contaminación de hasta un 50 por ciento.<sup>169</sup>

Un estudio de la EPA en 2012 puso a prueba los niveles de partículas ultrafinas a cada lado de tres barreras en Carolina del Norte, dos grupos de árboles y una barrera dura. Los investigadores encontraron que un muro de 6 metros constantemente dio lugar a concentraciones más bajas de partículas en una variedad de condiciones de viento y clima, a una distancia de 10 metros, mientras que los efectos por parte de los árboles eran menos claros.<sup>170</sup> Sin embargo, el estudio de la EPA no midió las concentraciones a una distancia mayor desde la barrera de la carretera. Un estudio de 2010 que medía la contaminación con y sin barreras en dos áreas en el sur de California encontró que los niveles de MP, NO<sub>2</sub>, carbono negro y CO cayeron inmediatamente adyacente a la barrera, sólo para surgir de 80 a 100 metros. Estos contaminantes volvieron a alcanzar los niveles anteriores de 250 a 400 metros (frente a los 150 a 200 metros, donde las barreras están presentes).<sup>171</sup> Además, un estudio de 2008 midió la contaminación del aire en un área en Carolina del Norte, encontrando que el CO y MP disminuyeron entre un 20 y 50 por ciento detrás de una barrera durante algunas condiciones de viento pero midió más alto en otras condiciones de viento.<sup>172</sup>

## SEPARACIÓN DE ACTIVIDADES PORTUARIAS Y LAS COMUNIDADES

La separación de las fuentes de contaminación relacionadas a puertos con la de los lugares donde la gente vive, trabaja y juega nos brinda otro enfoque a la prevención de la exposición a la contaminación. Aunque esta estrategia puede tener una aplicabilidad limitada para las comunidades que ya se encuentran en las proximidades de fuentes de contaminación o para aquellos que trabajan en los puertos, ha tenido éxito cuando el tráfico de camiones relacionado con el puerto es motivo de preocupación en la comunidad, y puede ser empleado en futuras decisiones de emplazamiento.<sup>173</sup> En general, lo ideal es mantener una distancia segura entre el uso de tierras residenciales y comerciales y usos de tierra con emisiones importantes, como los puertos, corredores de transporte con grandes emisiones e instalaciones dedicadas a actividades relacionadas con el puerto, tales como almacenaje y patios de maniobras ferroviarias.<sup>174</sup> Esto es especialmente cierto en el caso de poblaciones vulnerables, tales como los atendidos por las guarderías, escuelas y viviendas para personas mayores.

La determinación de una distancia segura es difícil de hacer, sin embargo una síntesis de 2010 de 41 estudios que miden la contaminación del aire cerca de las carreteras, encuentran que la mayoría de los contaminantes regresan a sus mismos niveles en distancias de 160 a 570 metros de la orilla de una carretera, pero en cualquier área en particular, las distancias “seguras” de las fuentes de contaminación dependen de las condiciones físicas y naturales del área y los niveles de contaminación.<sup>175</sup> Por ejemplo, un estudio en el área de Los Ángeles encontró elevados los contaminantes en el aire de hasta 2.000 metros en dirección del viento y hasta 600 metros contra el viento en una de las principales autopistas.<sup>176</sup> Los niveles elevados de partículas ultra finas, hidrocarburos policíclicos aromáticos y óxido nítrico documentados hasta ahora de las autopista se atribuían a vientos bajos, alta humedad y a una inversión de temperatura de la superficie.

La Junta de Recursos del Aire de California (CARB por sus siglas en inglés) recomendó una serie de directrices en 2005 instando a los gobiernos locales especificar las distancias de seguridad de separación entre viviendas y otros lugares vulnerable, como carreteras, puertos, estaciones de ferrocarril y centros de distribución transitados, entre otras fuentes de contaminación. Los estudios de directrices citadas relacionados con el tráfico demuestran los riesgos graves para la salud atribuibles al vivir y al asistir a una escuela a menos de 1.000 pies de estas fuentes de diésel. Desde entonces, se han desarrollado varias políticas que requieren una planificación del uso del suelo más saludable y protectora cerca de las principales fuentes de contaminación de diésel, como una ordenanza de la salud pública en San Francisco que requiere filtros de aire en el interior de algunos nuevos proyectos de vivienda, donde los niveles de partículas son altos, directrices para la ubicación de escuelas en el Distrito de las Escuelas Unificadas de Los Ángeles, varias políticas regionales de proyectos ambientales de selección y varios planes generales urbanos que desalientan la vivienda a menos de 500 metros de las autopistas y fuentes similares de diesel.<sup>178</sup>



## MEDIDAS ADICIONALES: TÉCNICAS PARA LA COMUNIDAD

Hay una serie de técnicas que las comunidades pueden pedir, las cuales pueden fortalecer sus campañas de petición, y complementar los esfuerzos para mejorar la calidad del aire local y regional y reducir la exposición a las emisiones. Los inventarios de emisiones, monitoreo y mapeo de la comunidad, todo esto puede ayudar a las comunidades aumentar su conocimiento y participación en la reducción de emisiones y actividades de mitigación.

### INVENTARIOS DE EMISIONES

Los inventarios de emisiones se utilizan para establecer un punto de referencia de las emisiones anuales. Las tasas de emisión pueden utilizarse para estimar los efectos adversos para la salud, registrar el progreso de las medidas de mitigación y descubrir los impactos sobre la calidad del aire debido a los cambios en el uso del suelo o de las fuentes de emisiones.

En 2009, la EPA de los EE. UU. emitió una guía para la realización de inventarios de emisiones para puertos.<sup>179</sup> Los inventarios específicos de puertos deben indicar cuales son los mayores emisores de las actividades portuarias, lo que ayuda a dar prioridad a la reducción de emisiones e identificar las medidas de mitigación más rentable. Dentro de los puertos, la mayoría de las emisiones se originan normalmente por los buques oceánicos, seguido por embarcaciones de puertos, de equipos de manipulación de carga, camiones y ferrocarril,<sup>180</sup> a pesar de que la contribución de cada fuente en última instancia, puede variar según el puerto. Por ejemplo, un inventario de 2006 del puerto de Nueva York y Nueva Jersey indicó que la mayoría de las emisiones procedían de buques oceánicos, seguido por los equipos de manipulación de carga, camiones, embarcaciones de puerto y, luego de ferrocarriles.<sup>181</sup> Los inventarios similares de emisiones se completan para los puertos de Houston, Los Ángeles y Long Beach, entre otros.<sup>182</sup>

### MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE EN LA COMUNIDAD

El monitoreo de calidad del aire es un medio clave para identificar qué contaminantes son de preocupación para comunidades específicas. Los monitores bien colocados (por ejemplo, contra el viento y en dirección del viento de una fuente en particular) pueden ser útiles para estimar los efectos de la calidad del aire de una fuente de contaminación de interés. El monitoreo atmosférico al aire libre en lugares y horarios específicos permite a los miembros de la comunidad tener una mejor idea de las concentraciones de contaminantes que los afectan a, lo que refleja la exposición acumulativa a la combinación de fuentes cercanas. El monitoreo de la contaminación en tiempo real también puede informar a la comunidad acerca de la carga contaminante en distintos momentos del día y se puede utilizar esta información para asesorar a los residentes de las condiciones más extremas por lo que puede reducir sus riesgos al quedarse en casa, utilizando sistemas de filtración y evitar el ejercicio vigoroso. En algunos casos, una agencia ambiental o corporación puede realizar el monitoreo de calidad de aire para verificar la eficacia de las medidas de mitigación.

El diseño y la colocación del monitoreo es crítica. Se recomienda medir los niveles de partículas finas y de ser posible, las partículas ultra finas, sin embargo, dependiendo de la colocación específica de los monitores, puede ser deseable que muestre una serie de contaminantes adicionales. Los niveles de exposición pueden variar ampliamente, incluso dentro de una región relativamente pequeña, dependiendo de la proximidad de un sitio de muestreo para las fuentes de emisión y la topografía de la región y el tiempo, que afectan a la formación y el transporte de la contaminación.<sup>183</sup>



Programas como el *Global Community Monitor's Bucket Brigade* permite a los residentes interesados a solicitar e implementar el monitoreo de calidad del aire en su área.<sup>184</sup> La *Bucket Brigade* utiliza una variedad de métodos para monitorear la calidad del aire. Dependiendo del equipo seleccionado para una comunidad en particular, compuestos orgánicos volátiles, compuestos de azufre, material particulado (incluyendo MP2.5), metales pesados,

hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs por sus siglas en inglés), y diésel pueden ser medidos. El sistema de monitoreo comunitario asegura que las áreas con problemas debido a las concentraciones de contaminación potencialmente altas se observen efectivamente para la salud de los residentes y los trabajadores de la zona.

## MAPEO DE LA COMUNIDAD

El mapeo comunitario es una manera importante de identificar la ubicación de las comunidades donde la justicia ambiental es un problema, es decir, de bajos ingresos y comunidades minoritarias que pueden experimentar niveles desproporcionados de la exposición a la contaminación. El informe del *Pacific Institute Crossroads*, por ejemplo, identifica las escuelas, parques, centros de salud y residencias que se encuentran dentro de una distancia de “seguridad con amortiguamiento de la salud” de las zonas de carga pesada, como los puertos y las rutas de camiones.<sup>185</sup> Para los edificios dentro del amortiguamiento, las medidas de mitigación, tales como filtración de aire o barreras de vegetación (discutido anteriormente) entre la fuente y la población vulnerable puede ayudar a mejorar la calidad del aire para los ocupantes. Los planificadores también pueden utilizar las técnicas de mapeo para mantener la separación de las actividades generadoras de emisiones y los receptores sensibles en las zonas de amortiguamiento donde la tierra se divide en zonas para usos sensibles, pero donde las instalaciones no se hayan construido todavía.

Mientras el mapeo comunitario puede identificar potenciales áreas de preocupación, otros factores tales como la altura y la temperatura de las fuentes de emisión, velocidad y dirección del viento, los patrones climáticos y topográficos afectan cómo la contaminación se forma y se dispersa. Para obtener los mejores resultados, una combinación de monitoreo de calidad del aire y el modelado se debe utilizar para mapear y caracterizar la contaminación local del aire y de atribuir emisiones a fuentes particulares. El modelado es importante para llenar los vacíos donde el muestreo directo no es factible debido a los gastos o acceso, así como para la proyección de cambios en las emisiones que se espera que se produzca a partir de las medidas de mitigación específicas o aumentos en las fuentes de emisión, tales como el tráfico de camiones. El modelo se puede extraer de información disponible, como los datos existentes de los monitores de calidad del aire, información sobre las actividades de transporte actuales y futuras (por ejemplo, los volúmenes de tráfico), el clima y la topografía. Mediante el uso de datos de monitoreo, modelos y mapas, las políticas para una mejora en la calidad del aire pueden dirigirse a áreas en las que las estrategias de mitigación serán más eficaces.

Es importante tener en cuenta que la realización de un inventario de la contaminación, la cartografía, o el informe de seguimiento no mejora la calidad del aire de plano. Sin embargo, estas herramientas son importantes para determinar los posibles riesgos y medidas eficaces de mitigación, el desarrollo de planes de acción, y la verificación de la eficacia de esas medidas y el progreso general de la comunidad hacia un aire limpio. Recomendamos estas técnicas en combinación con fuertes programas de mitigación de la contaminación del aire.

## NOTAS FINALES

1 Kuenzli, N., M. Jerrett, W.J. Mack, B. Beckerman, L. LaBree, F. Gilliland, D. Thomas, and H.N. Hodis. "Ambient Air Pollution and Atherosclerosis in Los Angeles," *Environmental Health Perspective* 113 (February 2005):201-6.

Miller, K.A., D.S. Siscovick, L. Sheppard, K. Shepherd, J.H. Sullivan, G.L. Anderson, and J.D. Kaufman. "Long-term Exposure to Air Pollution and Incidence of Cardiovascular Events in Women," *New England Journal of Medicine* 1:356 (February 2007):447-58.

Hoffman, B., S. Moebus, S. Mohlenkamp, A. Stang, N. Lehman, D. Dragano, A. Schmermund, M. Memmesheimer, K. Mann, R. Erbel, and K.-H. Jockel. "Residential Exposure to Traffic Is Associated With Coronary Atherosclerosis," *Circulation*, published online July 16, 2007, DOI:10.1161 / CIRCULATIONAHA.107693622.

Pope, C.A., J.B. Muhlestein, H.T. May, D.G. Renlund, J.L. Anderson, and B.D. Horne. "Ischemic Heart Disease Events Triggered by Short-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution," *Circulation* 114 (December 5):20062443-8.

Schwartz, J., D. Slater, T.V. Larson, W.E. Person, and J.Q. Koenig. "Particulate Air Pollution and Hospital Emergency Room Visits for Asthma in Seattle," *American Review of Respiratory Disease* 147 (April 1993):826-31.

Jerrett, M., R.T. Burnett, R. Ma, C.A. Pope, D. Krewski, K.B. Newbold, G. Thurston, Y. Shi, N. Finkelstein, E.E. Calle, and M.J. Thun. "Spatial Analysis of Air Pollution and Mortality in Los Angeles," *Epidemiology* 16 (November 2005):727-36.

Mustafic, H., et al. "Main Air Pollutants and Myocardial Infarction: A Systematic Review and Meta-analysis," *JAMA*, February 15, 2012.

Wellenius, G.A., et al. "Ambient Air Pollution and the Risk of Acute Ischemic Stroke," *Archives of Internal Medicine*, Vol. 172, No. 3, February 13, 2012.

For a good summary of the latest information on particulate matter, see: Bay Area Air Quality Management District, Understanding Particulate Matter: Protecting Public Health in the San Francisco Bay Area, Draft August 2012; [http://www.baaqmd.gov/~media/Files/Planning%20and%20Research/Plans/PM%20Planning/UnderstandingPM\\_Draft\\_Aug%2023.ashx](http://www.baaqmd.gov/~media/Files/Planning%20and%20Research/Plans/PM%20Planning/UnderstandingPM_Draft_Aug%2023.ashx)

2 Ritz, B., M. Wilhelm, and Y. Zhao. "Air Pollution and Infant Death in Southern California, 1989-2000," *Pediatrics* 118 (August 2000):493-502.

Ritz, B., and M. Wilhelm. "Residential Proximity to Traffic and Adverse Birth Outcomes in Los Angeles County, California, 1994-1996," *Environmental Health Perspectives* 111 (February 2003):207-16.

Wilhelm, M., and B. Ritz. "Local Variations in CO and Particulate Air Pollution and Adverse Birth Outcomes in Los Angeles County, California, USA," *Environmental Health Perspectives* 113 (September 2005):1212-21.

3 Volk, H. "Residential Proximity to Freeways and Autism in the CHARGE Study," *Environmental Health Perspectives*, 2010. Available online December 16, 2010, DOI: 10.1289/ehp.1002835, at <http://dx.doi.org>.

Anderson, Z.J., et al. "Diabetes Incidence and Long-Term Exposure to Air Pollution: A Cohort Study," *Diabetes Care*, November 10, 2011; 10.2337/dc11-1155. <http://care.diabetesjournals.org/content/early/2011/11/03/dc11-1155.abstract>.

Calderón-Garcidueñas, L., et al. "Neuroinflammation, Hyperphosphorylated Tau, Diffuse Amyloid Plaques, and Down-Regulation of the Cellular Prion Protein in Air Pollution Exposed Children and Young Adults," *Journal of Alzheimer's Disease*, Vol. 28, No. 1, 2012. Available at: <http://iospress.metapress.com/content/vux3g01201610607/?p=2437bdf11554408d8cc9060c28d77f1c&pi=82>.

Weuve, J., et al. "Exposure to Particulate Air Pollution and Cognitive Decline in Older Women," *Archives of Internal Medicine*, Vol. 172, No. 3, February 13, 2012.

4 Davies, R.J., C. Rusznak, M.A. Calderon, J.H. Wang, M.M. Abdelaziz, and J.L. Devalia. "Allergen-Irritant Interaction and the Role of Corticosteroids," *Allergy* 52, (Suppl. 38) (1997):59-65.

Davies, R.J., C. Rusznak, and J.L. Devalia. "Why Is Allergy Increasing?—Environmental Factors," *Clinical & Experimental Allergy* 28, (Suppl. 6) (1998):8-14.

5 U.S. Environmental Protection Agency. *Provisional Assessment of Recent Studies on Health and Ecological Effects of Ozone Exposure*, Washington, D.C., EPA/600/R-09/101, 2009.

6 Hodgkin, J.E., D.E. Abbey, G.L. Euler, and A.R. Magie. "COPD Prevalence in Nonsmokers in High and Low Photochemical Air Pollution Areas," *Chest* 86 (1984):830-838.

Abbey, D.E., F. Petersen, P.K. Mills, and W.L. Beeson. "Long-term Ambient Concentrations of Total Suspended Particulates, Ozone, and Sulfur Dioxide and Respiratory Symptoms in a Nonsmoking Population," *Archives of Environmental Health* 48 (1993):33-46.

7 Diesel exhaust contains the following toxic constituents: acetaldehyde, acrolein, aniline, antimony compounds, arsenic, benzene, beryllium compounds, biphenyl, bis[2-ethylhexyl]phthalate, 1,3-butadiene, cadmium, chlorine, chlorobenzene, chromium compounds, cobalt compounds, cresol isomers, cyanide compounds, dioxins and dibenzofurans, dibutylphthalate, ethyl benzene, formaldehyde, hexane, inorganic lead, manganese compounds, mercury compounds, methanol, methyl ethyl ketone, naphthalene, nickel, 4-nitrobiphenyl, phenol, phosphorus, POM including PAHs and their derivatives, propionaldehyde, selenium compounds, styrene, toluene, xylenes. [www.oehha.ca.gov/public\\_info/facts/dieselfacts.html](http://www.oehha.ca.gov/public_info/facts/dieselfacts.html); [www.oehha.ca.gov/air/toxic\\_contaminants/html/Diesel%20Exhaust.htm](http://www.oehha.ca.gov/air/toxic_contaminants/html/Diesel%20Exhaust.htm).

8 [www.oehha.ca.gov/prop65/prop65\\_list/files/P65single021712.pdf](http://www.oehha.ca.gov/prop65/prop65_list/files/P65single021712.pdf); [http://press.iarc.fr/pr213\\_E.pdf](http://press.iarc.fr/pr213_E.pdf).

9 Silverman, D.T., et al. "The Diesel Exhaust in Miners Study: A Nested Case-Control Study of Lung Cancer and Diesel Exhaust," *Journal of the National Cancer Institute*, Vol. 104, No. 11, June 6, 2012, [www.oxfordjournals.org/our\\_journals/jnci/press\\_releases/silvermandjs034.pdf](http://www.oxfordjournals.org/our_journals/jnci/press_releases/silvermandjs034.pdf).

10 According to U.S. EPA, the following regulations avoid 52,000 annual premature deaths by 2030: 2001 highway Diesel (8,300); 2004 Nonroad Diesel (12,000), 2008 Locomotive/Marine (1,100), 2010 Emission Control Area (IMO ECA)/marine fuel (31,000). Assuming a 90% diesel PM reduction from each rule (though some of the rules yield 95% reductions), this means that diesel PM emissions led to roughly 58,200 premature deaths before the rules were in place. This is likely a significant under-estimate since several diesel PM sources are not accounted for here, such as light duty diesel trucks and stationary diesel engines.

11 Autism spectrum disorders (ASDs)—a group of developmental disabilities that can cause significant social, communication and behavioral challenges - have increased 78 percent since 2002 to impact 1 in 88 children, according to the Centers for Disease Control and Prevention (CDC). While experts are still working to better understand the risk factor, they agree that risk factors are not only genetic but environmental. Several recent studies in California have shown how air pollution contributes to autism, finding elevated risks in areas of elevated air pollution and in close proximity to freeways.

12 Kim, J., et al. "Traffic-Related Air Pollution and Respiratory Health: East Bay Children's Respiratory Health Study," *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2004;170:520-526.

McConnell, R., et al. "Childhood Incident Asthma and Traffic-Related Air Pollution at Home and School," *Environmental Health Perspectives* 2010; 118(7):1021-1026.

Van Vliet, P., M. Knappe, et al. "Motor Vehicle Exhaust and Chronic Respiratory Symptoms in Children Living Near Freeways," *Environmental Research* 1997; 74(2):122-32.

Appatova, A.S., et al. "Proximal Exposure of Public Schools and Students to Major Roadways: A Nationwide U.S. Survey," *Journal of Environmental Planning and Management* 2008; 51(5):631-646.

Nicolai, T., D. Carr, S.K. Weiland, H. Duhme, O. Von Ehrenstein, C. Wagner, and E. von Mutius. "Urban Traffic and Pollutant Exposure Related to Respiratory Outcomes and Atopy in a Large Sample of Children," *European Respiratory Journal* 2003;21:956-963.

Bruneekreef, B.; N.A. Janssen, J. de Hartog, H. Harssema, M. Knappe, and P. van Vliet. "Air Pollution From Truck Traffic and Lung Function in Children Living Near Motorways," *Epidemiology* 1997; 8(3):298-303.

Duhme, H., S.K. Weiland, et al. "The Association Between Self-Reported Symptoms of Asthma and Allergic Rhinitis and Self-reported Traffic Density on Street of Residence in Adolescents," *Epidemiology* 1996; 7(6):578-582.

Edwards, J., S. Walters, et al. "Hospital Admissions for Asthma in Preschool Children: Relationship to Major Roads in Birmingham, United Kingdom," *Archives of Environmental Health* 1994; 49(4):223-227.

Gauderman W.J., et al. "Childhood Asthma and Exposure to Traffic and Nitrogen Dioxide," *Epidemiology* 2005; 16:737-743.

McConnell, R., Berhane K, Yao L, Jerrett M, Lurmann F, Gilliland F, et al. 2006. Traffic, susceptibility, and childhood. *Environ Health Perspect* 2006; 114(5):766-772.

Gauderman WJ et al. Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study. *Lancet* 2007; 369(19561): 571-7.

Wilhelm et al.. Environmental Public Health Tracking of Childhood Asthma Using California Health Interview Survey, Traffic, and Outdoor Air Pollution Data. *Environmental Health Perspectives* 2008;116(8):1254-1260.

Meng et al.. Are Frequent Asthma Symptoms Among Low-Income Individuals Related to Heavy Traffic Near Homes, Vulnerabilities, or Both? *AEP* 2008; 18(5):343-350.

Venn et al. Living Near A Main Road and the Risk of Wheezing Illness in Children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2001; 164:2177-2180.

Lin, Munsie, Hwang, Fitzgerald, and Cayo.. Childhood Asthma Hospitalization and Residential Exposure to State Route Traffic. *Environmental Research, Section A* 2002; 88:73-81.

- English P, Neutra R., Scalf R. Sullivan M. Waller L. Zhu L. Examining Associations Between Childhood Asthma and Traffic Flow Using a Geographic Information System. *Environmental Health Perspectives* 1999; 107(9):761-767.
- van Vliet et al. Motor exhaust and chronic respiratory symptoms in children living near freeways. *Environmental Research* 1997; 74:12-132.
- Pearson et al.. Distance-weighted traffic density in proximity to a home is a risk factor for leukemia and other childhood cancers. *Journal of Air and Waste Management Association* 2000; 50:175-180.
- Raaschou-Nielsen, O., Hertel, O., Thomsen, B.L., & Olsen, J.H. Air Pollution from traffic at the residence of children with cancer. *Am J Epidemiol* 2001; 153:433-443.
- Knox and Gilman. Hazard proximities of childhood cancers in Great Britain from 1953-1980. *Journal of Epidemiology and Community Health* 1997; 51:151-159.
- Hoek, Brunekreef, Goldbohn, Fischer, van den Brandt. Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet* 2002; 360(9341):1203-9.
- Finkelstein et.al. Traffic Air Pollution and Mortality Rate Advancement Periods. *Am J Epidemiol* 2004; 160:173-177.
- Gan, W. Q. Changes in Residential Proximity to Road Traffic and the Risk of Death from Coronary Heart Disease. *Epidemiology* 2010; 21(5):642-649.
- Heather E. Volk, PhD, MPH; Fred Lurmann; Bryan Penfold; Irva Hertz-Picciotto, PhD; Rob McConnell, MD. Traffic-Related Air Pollution, Particulate Matter, and Autism. *JAMA Psychiatry*. 2013;70(1):71-77. doi:10.1001/jamapsychiatry.2013.266.
- 13 IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- 14 Federal Highway Administration Office of Planning, Environment, and Realty. "National Freight Transportation Trends and Emissions." *Assessing the Effects of Freight Movement at the National and—the latest complete data on CO<sub>2</sub> emissions from freight that we are aware of*.
- 15 Ramanathan V. and G. Carmichael, Global and regional climate changes due to black carbon, *Nature Geoscience* 1, 221 - 227 (2008).
- 16 [http://www.bts.gov/publications/national\\_transportation\\_statistics/html/table\\_01\\_49.html](http://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/html/table_01_49.html).
- 17 Bureau of Transportation Statistics. "U.S. Ton-Miles of Freight." *National Transportation Statistics*. Accessed August 15, 2011. Available at: [http://www.bts.gov/publications/national\\_transportation\\_statistics/html/table\\_01\\_49.html](http://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/html/table_01_49.html).
- 18 National Highway Traffic Safety Administration. "Traffic Safety Facts 2008 Data: Large Trucks." Available at: <http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811158.pdf>. Federal Highway Administration Office of Planning, Environment, and Realty, 2011.
- 19 FHA, 2011.
- 20 Federal Highway Administration Office of Planning, Environment, and Realty, 2011.
- 21 FHA, 2011.
- 22 Bailey, Diane, Thomas Plenys, Gina M. Solomon, Todd R. Campbell, Gail Ruderman Feuer, Julie Masters, and Bella Tonkonogy. "Harboring Pollution: Strategies to Clean Up U.S. Ports." Natural Resources Defense Council (NRDC) and the Coalition for Clean Air. August 2004.
- 23 See US EPA and California Air Resources Board for further information: <http://www.epa.gov/otaq/oceanvessels.htm>. <http://www.arb.ca.gov/ports/marinevess/ogv.htm>.
- 24 NRDC, Food Miles factsheets, <http://www.nrdc.org/health/effects/camiles/methodology.pdf>.
- 25 Federal Highway Administration Office of Planning, Environment, and Realty, 2011.
- 26 Port of Oakland. "Port of Oakland Allocates \$2.7 Million for Shore Power and Innovative Energy Study." April 4, 2011. Available at: <http://www.portofoakland.com/newsroom/pressrel/view.asp?id=223>.
- 27 Telephone interview with Tim DeMoss, Environmental Specialist, Port of Los Angeles. (June 27, 2011). "Cleaner Vehicles." FedEx, January 3, 2011. Available at: [http://about.fedex.designcdt.com/corporate\\_responsibility/the\\_environment/alternative\\_energy/cleaner\\_vehicles](http://about.fedex.designcdt.com/corporate_responsibility/the_environment/alternative_energy/cleaner_vehicles).
- 28 Smith, R., Jia, X., Mariappan, J. "Electrification of the Freight Train Network from the Ports of Los Angeles and Long Beach to the Inland Empire." May 2008. Available at: <http://leonard.csusb.edu/research/documents/1014FinalReport.pdf>.

- 29 "SmartWay Technology Package Savings Calculator Explanation of Assumptions." Environmental Protection Agency, accessed July 6, 2011. Available at: <http://www.epa.gov/smartway/calculator/calculatorexplanation.htm>.
- Samulski, M. "Potential Technologies for GHG Reductions from Commercial Marine Vessels." Environmental Protection Agency Office of Air and Radiation. Memorandum to Docket EPA-HQ-OAR-2008-0318. June 17, 2008.
- 30 "About the Port of Los Angeles Clean Truck Program." Port of Los Angeles website, accessed July 7, 2011. Available at: [http://www.portoflosangeles.org/ctp/idx\\_ctp.asp](http://www.portoflosangeles.org/ctp/idx_ctp.asp). Telephone conversation with Clean Air Action Plan staff member at Port of Los Angeles. July 12, 2011.
- 31 California Air Resources Board. Air Quality and Land Use Handbook: A Community Health Perspective, April 2005. <http://www.arb.ca.gov/ch/handbook.pdf>.
- 32 Housing Proximity to Freeways Policies, <http://www.rampasthma.org/wp-content/uploads/2011/07/2011-07-15-Housing-Proximity-to-Freeways.pdf>.
- 33 Rail is 1.9 to 5.5 times more fuel-efficient than trucks over the same freight movements. "Comparative Evaluation of Rail and Truck Fuel Efficiency on Competitive Corridors. ICF International Report to the Federal Railroad Administration. November 19, 2009. Available at: [http://www.fra.dot.gov/Downloads/Comparative\\_Evaluation\\_Rail\\_Truck\\_Fuel\\_Efficiency.pdf](http://www.fra.dot.gov/Downloads/Comparative_Evaluation_Rail_Truck_Fuel_Efficiency.pdf).
- 34 Telephone interview with Tim DeMoss, Environmental Specialist, Port of Los Angeles. (June 27, 2011).
- 35 "Cleaner Vehicles." FedEx, January 3, 2011. Available at: [http://about.fedex.designcdt.com/corporate\\_responsibility/the\\_environment/alternative\\_energy/cleaner\\_vehicles](http://about.fedex.designcdt.com/corporate_responsibility/the_environment/alternative_energy/cleaner_vehicles).
- 36 <http://www.ajc.com/business/coke-takes-some-smith-102665.html>.  
[http://www.thecoca-colacompany.com/dynamic/press\\_center/2011/09/leading-the-charge-toward-greener-fleets.html](http://www.thecoca-colacompany.com/dynamic/press_center/2011/09/leading-the-charge-toward-greener-fleets.html).
- 37 "In Spiritu(os) Veritas: Spirits from Minden to Stadthagen." *From Truck to Train*. Allianz pro Schiene, Community of European Railway and Infrastructure Companies, and The European Railway Industries, April 2008. Available at: [http://www.cer.be/media/080617\\_cer\\_pos-bsp\\_engl.pdf](http://www.cer.be/media/080617_cer_pos-bsp_engl.pdf).
- 38 "EPA 2010." Volvo Trucks North America, accessed July 6, 2011. Available at: <http://www.volvotrucks.com/trucks/na/en-us/products/engines/EPA10/Pages/epa10.aspx>.
- 40 "Clean Trucks." Port of Long Beach website, accessed July 7, 2011. Available at: <http://www.polb.com/environment/cleantrucks/default.asp>.
- "Comprehensive Truck Management Program." Port of Oakland website, accessed July 7, 2011. Available at: [http://www.portofoakland.com/port/maritime/truck\\_fact.asp](http://www.portofoakland.com/port/maritime/truck_fact.asp).
- "Clean Truck Program." Port of Seattle website, accessed July 7, 2011. Available at: <http://www.portseattle.org/seaport/cargo/CleanTrucks.shtml>.
- 41 "Overview of the Statewide Drayage Truck Regulation." California Environmental Protection Agency Air Resources Board. July 6, 2011. Available at: <http://www.arb.ca.gov/msprog/onroad/porttruck/regfactsheet.pdf>.
- 42 "SmartWay Technology Package Savings Calculator Explanation of Assumptions." Environmental Protection Agency, accessed July 6, 2011. Available at: <http://www.epa.gov/smartway/calculator/calculatorexplanation.htm>.
- 43 Calculated from "SmartWay Transport Partners and Affiliates." Environmental Protection Agency, accessed July 5, 2011. Available at: <http://epa.gov/smartway/transport/partner-list/index.htm>.
- 44 "Opinion: Funding SmartWay a Smart Move." Submitted by Target, Best Buy, Environmental Defense Fund, and Others. *Politico*, June 26, 2011. Available at: <http://www.politico.com/news/stories/0611/57770.html>.
- 45 "SmartWay Technology Calculator."
- 46 Telephone conversation with Jubitz staff. June 2011.
- 47 [http://www.atr-online.org/research/idling/ATRI\\_Idling\\_Compendium.pdf](http://www.atr-online.org/research/idling/ATRI_Idling_Compendium.pdf).
- 48 Andraski, Joe and Tony Galli. "The Empty Miles Problem" from the presentation *VICS Empty Miles*. Voluntary Interindustry Commerce Solutions. Available at: [http://www.vics.org/docs/home/empty\\_miles\\_FHWA\\_v3.pdf](http://www.vics.org/docs/home/empty_miles_FHWA_v3.pdf).
- "Container Port Volumes." *Regional Shipping and Port Development Container Traffic Forecast 2007 Update*. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Page 49. Available at: <http://www.unescap.org/publications/detail.asp?id=1250>.
- 49 <http://www.synchronetmarine.com/index.htm>.
- 50 "Martin-Brower Keeps the Burgers Rolling with Paragon's Software." Paragon website, September 14, 2010. Available at: <http://www.paragonrouting.com/us/news/martin-brower-keeps-the-burgers-rolling-with-paragon-s-software>.

51 "2011 Corporate Social Responsibility Update." Dr. Pepper Snapple Group, 2011. Available at: [http://www.drpeppernapplegroup.com/files/2011\\_Corporate\\_Social\\_Responsibility\\_Report.pdf](http://www.drpeppernapplegroup.com/files/2011_Corporate_Social_Responsibility_Report.pdf), page 6.

52 Calculated from "SmartWay Transport Partners and Affiliates." Environmental Protection Agency, accessed July 5, 2011. Available at: <http://epa.gov/smartway/transport/partner-list/index.htm>.

53 "Transportation." Stonyfield Farm website, accessed July 11, 2011. Available at: <http://www.stonyfield.com/healthy-planet/our-practices-farm-table/transportation/truckin-what-goes-out>.

54 "Stonyfield Farm." *Edge*, *Ryder's Business Magazine*, 2008. Available at: [http://www.ryder.com/pdf/rsc-410\\_stonyfield\\_farm\\_edge.pdf](http://www.ryder.com/pdf/rsc-410_stonyfield_farm_edge.pdf).

55 <http://cenblog.org/cleantech-chemistry/2011/11/why-fedex-is-an-early-adopter-of-transportation-tech/>.

56 [http://www.balqon.com/product\\_details.php?pid=1](http://www.balqon.com/product_details.php?pid=1).

57 "Balqon Corporation Releases Lithium-Ion Battery Powered Drayage Truck for Extended Range Applications." Balqon Corporation, July 23, 2009. Available at: [http://www.balqon.com/news\\_details.php?id=30](http://www.balqon.com/news_details.php?id=30).

58 "TRU Advisory: 08-12 ULETRU Compliance Extension Awarded for Early LETRU Compliance." *Regulatory Advisory*, Revised January 2011. California Air Resources Board. Available at: [http://www.emissionreductioninc.com/ARB\\_TRU\\_Early\\_Compliance\\_advisory.pdf](http://www.emissionreductioninc.com/ARB_TRU_Early_Compliance_advisory.pdf).

59 "Shorepower Demonstrates Dock Safety System for Hybrid Reefer Unit." Food Logistics website, accessed July 8, 2011. Available at: [http://www.foodlogistics.com/web/online/News/Shurepower-Demonstrates-Dock-Safety-System-For-Hybrid-Reefer-Unit/8\\$1044](http://www.foodlogistics.com/web/online/News/Shurepower-Demonstrates-Dock-Safety-System-For-Hybrid-Reefer-Unit/8$1044).

<http://www.shorepower.com/doe-etrui-infrastructure-report.pdf>

60 "Transport Refrigeration Unit (TRU) Airborne Toxic Control Measure (ATCM) 2011 Amendments, staff report, <http://www.arb.ca.gov/regact/2011/tru2011/truisor.pdf>.

61 For information on LEED standards, see the U.S. Green Building Council: <http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CategoryID=19>

62 "What Makes a Building Green? Patagonia's Reno Service Center." Patagonia website, accessed July 11, 2011. Available at: <http://www.patagonia.com/us/patagonia.go?assetid=12080>.

63 California Air Resources Board, Railyard Health Risk Assessments and Mitigation Measures, [www.arb.ca.gov/rail-yard/hra/hra.htm](http://www.arb.ca.gov/rail-yard/hra/hra.htm). Cancer risks exceed 1,000 per million next to some of the largest railyards.

64 Appendix 1. *Arizona Railroad Inventory and Assessment, 2007*. Arizona Department of Transportation. Available at: [http://www.azdot.gov/bqaz/PDF/DRAFT\\_ASRP\\_Appendix.pdf](http://www.azdot.gov/bqaz/PDF/DRAFT_ASRP_Appendix.pdf). Page 21.

65 "Freight Railroads – Central Region." Rail Serve website. Accessed August 11, 2011. Available at: [http://www.railserve.com/Freight/North\\_America/Central/](http://www.railserve.com/Freight/North_America/Central/).

66 "Switzerland." *CIA World Factbook*. United States Central Intelligence Agency, 2011. Available at: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/sz.html>.

67 "Electrification of the Freight Train Network from the Ports of Los Angeles and Long Beach to the Inland Empire." Cal State Polytechnic University, Pomona. May 2008. <http://leonard.csusb.edu/research/documents/1014FinalReport.pdf>, page 11.

68 <http://www.american-rails.com/electric-locomotives.html>.

[http://en.wikipedia.org/wiki/GE\\_Genesis](http://en.wikipedia.org/wiki/GE_Genesis).

*Note that we have attempted on several occasions to verify this with General Electric ( Todd Alhart, 518.387.7914, todd.alhart@ge.com) without success.*

69 "Supplement to the June 2010 Staff Report on Proposed Actions to Further Reduce Diesel Particulate Matter at High-Priority California Railyards." California Air Resources Board, July 5, 2011. Available at: <http://www.arb.ca.gov/rail-yard/commitments/suppcomeqa070511.pdf>, page 2.

70 U.S. Environmental Protection Agency. "EPA Finalizes More Stringent Emissions Standards for Locomotives and Marine Compression-Ignition Engines." Regulatory Announcement EPA420-F-08-004, March 2008. Available at: <http://www.epa.gov/otaq/regs/nonroad/420f08004.htm>.

71 West Coast Collaborative, Locomotive and Rail Sector meeting materials, 2012, <http://westcoastcollaborative.org/wkgrp-loco.htm>.

72 Union Pacific Railroad. "The Short Haul: The Green Goat." Corporate website accessed August 17, 2011. Available at: <http://www.uprr.com/she/emg/index.shtml>.

- 73 Green Technology." BNSF Railway Website, Accessed August 3, 2011. Available at: <http://www.bnsf.com/communities/bnsf-and-the-environment/green-technology/>.
- 74 Union Pacific Railroad. "The Short Haul: The Green Goat." Corporate website accessed August 17, 2011. Available at: <http://www.uprr.com/she/emg/index.shtml>.
- 75 General Electric. "Evolution Hybrid Locomotive." Corporate website accessed August 17, 2011. Available at: <http://www.ecomagination.com/technologies/evolution-hybrid-locomotive/>.
- 76 Personal Communication, Harold Holmes, California Air Resources Board, 2011.
- "AB 118 Advanced Technology Demonstration Projects." California Air Resources Board. Accessed August 17, 2011. Available at: <http://www.arb.ca.gov/msprog/aqip/demo.htm>.
- 77 "Supplement to the June 2010 Staff Report on Proposed Actions to Further Reduce Diesel Particulate Matter at High-Priority California Railyards." California Air Resources Board, July 5, 2011. Available at: <http://www.arb.ca.gov/rail-yard/commitments/suppcomeqa070511.pdf>, page 3.
- 78 See emissions standards at: <http://www.dieselnet.com/standards/us/hd.php>.
- 79 Montañez, J. and Mahler, M. "Reducing Idling Locomotives Emissions." North Carolina Department of Environment and Natural Resources Department of Air Quality. Presentation. Accessed on August 17, 2011. Available at: [www.ncair.org/planning/reducing\\_idling\\_locomotive\\_emissions.ppt](http://www.ncair.org/planning/reducing_idling_locomotive_emissions.ppt).
- 80 Montañez, J. and Mahler, M. For more information on automatic engine shut-down/start-up system, see the idling summary at EPA's SmartWay site: <http://www.epa.gov/smartway/technology/idling.htm>.
- 81 <http://www.hotstart.com/home/who-we-are/news/hotstart-auxiliary-power-units-good-for-environment-and-customers/>.
- [http://missoulain.com/news/local/article\\_26ac3b04-783a-11df-8ee1-001cc4c03286.html](http://missoulain.com/news/local/article_26ac3b04-783a-11df-8ee1-001cc4c03286.html).
- 82 <http://www.westcoastcollaborative.org/files/meetings/2008-06-11/AK-Rail-Emissions-Reduction-handout.pdf>.
- 83 "Emissions Control System." Advanced Cleanup Technologies, Inc. Available at: <http://www.advancedcleanup.com/index.php?article=2>.
- 84 "Goods Movement as a Pollution Source." Center for Community Action and Environmental Justice website, accessed July 7, 2011. Available at: <http://www.ccae.org/environmental-issues/goods-movement.html>.
- 85 "Green Technology." BNSF Railway Website, Accessed August 3, 2011. Available at: <http://www.bnsf.com/communities/bnsf-and-the-environment/green-technology/>.
- 86 <http://www.bnsf.com/media/news-releases/2010/october/2010-10-18a.html>.
- 87 Calculated from 2005 emissions estimates at four California rail yards: BNSF San Bernardino, BNSF Hobart, UP Commerce, and UP ICTF/Dolores. "Supplement to the June 2010 Staff Report on Proposed Actions to Further Reduce Diesel Particulate Matter at High-Priority California Railyards." California Air Resources Board, July 5, 2011. Available at: <http://www.arb.ca.gov/railyard/commitments/suppcomeqa070511.pdf>.
- 88 "Supplement to the June 2010 Staff Report on Proposed Actions to Further Reduce Diesel Particulate Matter at High-Priority California Railyards." California Air Resources Board, July 5, 2011. Available at: <http://www.arb.ca.gov/rail-yard/commitments/suppcomeqa070511.pdf>, page F-82.
- 89 Estimate of 2005 emissions at the BNSF San Bernardino rail yard. Calculated from "Supplement to the June 2010 Staff Report on Proposed Actions to Further Reduce Diesel Particulate Matter at High-Priority California Railyards." California Air Resources Board, July 5, 2011. Available at: <http://www.arb.ca.gov/railyard/commitments/suppcomeqa070511.pdf>.
- 90 "Wide-Span Cranes the Future of Intermodal Operations." BNSF Website, June 28, 2007. Accessed August 17, 2011. Available at: [http://www.bnsf.com/employees/communications/bnsf\\_today/2007/06/2007-06-28-e.html](http://www.bnsf.com/employees/communications/bnsf_today/2007/06/2007-06-28-e.html).
- 91 "Transport Refrigeration Unit (TRU) Airborne Toxic Control Measure (ATCM) 2011 Amendments - Workshop #3." California Air Resources Board Staff Presentation, June 29, 2011. Available at: [http://www.arb.ca.gov/diesel/tru/documents/slides\\_workshop-3\\_2011-06-29.pdf](http://www.arb.ca.gov/diesel/tru/documents/slides_workshop-3_2011-06-29.pdf), slides 11 and 27.
- 92 Corbett et al., Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment, *Environ. Sci. Technol.* 2007, 41, 8512-8518; <http://cleantech.cnss.no/wp-content/uploads/2011/05/2007-Corbett-Mortality-from-Ship-Emissions-1.pdf>.
- 93 Corbett et al., 2007.
- 94 <http://www.epa.gov/otaq/regs/nonroad/marine/ci/420f10015.htm>.
- 95 <http://www.epa.gov/nonroad/marine/ci/420f09015.htm>.
- 96 <http://www.epa.gov/nonroad/marine/ci/420f09015.htm>.

97 California Air Resources Board, Ocean-going Vessel Fuel Rules, <http://www.arb.ca.gov/ports/marinevess/ogv.htm> (Visited October 8, 2012).

98 "Maersk Line" - <http://www.epa.gov/diesel/ports/casestudies.htm>.

99 [http://www.apl.com/press\\_releases/html/press\\_release\\_20110412.html](http://www.apl.com/press_releases/html/press_release_20110412.html).

100 <http://www.wsdot.wa.gov/ferries/environment/biodiesel.htm>.

101 <http://www.arb.ca.gov/planning/gmerp/gmerp.htm> at p. 97.

102 [http://www.arb.ca.gov/ports/marinevess/documents/marinenote2012\\_1.pdf](http://www.arb.ca.gov/ports/marinevess/documents/marinenote2012_1.pdf).

103 West Coast Diesel Collaborative, American Recovery and Reinvestment Act: Port of Tacoma Shorepower Project, [http://www.westcoastcollaborative.org/files/grants/DERA%20ARRA%20\\_Port%20of%20Tacoma\\_%20Shorepower%20Fact%20Sheet.pdf](http://www.westcoastcollaborative.org/files/grants/DERA%20ARRA%20_Port%20of%20Tacoma_%20Shorepower%20Fact%20Sheet.pdf) (last visited October 31, 2012).

104 P. 13, <http://www.cleanairactionplan.org/civica/filebank/blobdload.asp?BlobID=2485>.

105 Harboring Pollution, p. 24 <http://www.nrdc.org/air/pollution/ports/ports2.pdf>.

106 P. 89, <http://www.cleanairactionplan.org/civica/filebank/blobdload.asp?BlobID=2485>.

107 <http://www.portseattle.org/community/environment/airsea.shtml>.

108 In many cases, utilizing shore power requires a transformer to take the voltage from 440 volts on the main power grid down the 220 volts that the electrical systems on most ships require.

109 <http://www.crowley.com/About-Us/EcoStewardship/Operations/Crowley-is-using-shore-side-power-cold-ironing-at-various-port-locations-to-reduce-carbon-emissions>.

110 Confirmed by Chris Peterson, Chief Wharfinger, February 29, 2012; <http://www.epa.gov/diesel/ports/casestudies.htm>.

111 <http://www.nrdc.org/media/2007/070829.asp>.

112 "Navy Cold-Ironing Requirements." February 29, 2012. Available at: <http://www.shoreportshippower.com/navycold-ironingrequirements.html>. Also for more details see: <http://www.arb.ca.gov/regact/2007/shorepwr07/tsd.pdf>.

113 CARB Technical Support Document for Shorepower Regulation, page 49, 2007. <http://www.arb.ca.gov/regact/2007/shorepwr07/tsd.pdf>.

114 Harboring Pollution.

115 San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan, page 123, [http://www.portoflosangeles.org/CAAP/\\_2010\\_CAAP\\_UPDATE\\_FINAL.pdf](http://www.portoflosangeles.org/CAAP/_2010_CAAP_UPDATE_FINAL.pdf).

116 337, [http://ntl.bts.gov/lib/32000/32700/32779/DOT\\_Climate\\_Change\\_Report\\_-\\_April\\_2010\\_-\\_Volume\\_1\\_and\\_2.pdf](http://ntl.bts.gov/lib/32000/32700/32779/DOT_Climate_Change_Report_-_April_2010_-_Volume_1_and_2.pdf).

117 Royal Caribbean International (2008). "Independence of the Seas – Worlds Largest Cruise Ship Delivered." Press Release, April 26, 2008. p. 337 [http://ntl.bts.gov/lib/32000/32700/32779/DOT\\_Climate\\_Change\\_Report\\_-\\_April\\_2010\\_-\\_Volume\\_1\\_and\\_2.pdf](http://ntl.bts.gov/lib/32000/32700/32779/DOT_Climate_Change_Report_-_April_2010_-_Volume_1_and_2.pdf).

118 337, [http://ntl.bts.gov/lib/32000/32700/32779/DOT\\_Climate\\_Change\\_Report\\_-\\_April\\_2010\\_-\\_Volume\\_1\\_and\\_2.pdf](http://ntl.bts.gov/lib/32000/32700/32779/DOT_Climate_Change_Report_-_April_2010_-_Volume_1_and_2.pdf).

119 <http://www.totemocean.com/ts-ships.htm>; <http://www.epa.gov/diesel/ports/casestudies.htm>.

120 [http://madmariner.com/projects/engines/story/DIESEL\\_ELECTRIC\\_PROPULSION\\_HYBRID\\_071409\\_PE](http://madmariner.com/projects/engines/story/DIESEL_ELECTRIC_PROPULSION_HYBRID_071409_PE).

121 <http://www.totemocean.com/ts-ships.htm>; <http://www.epa.gov/diesel/ports/casestudies.htm>.

122 <http://www.triplepundit.com/2010/09/long-beach-port-pushes-ahead-with-hybrid-tugs/>; <http://www.polb.com/news/displaynews.asp?NewsID=727&TargetID=1>

123 [http://www.foss.com/press/Press\\_Release\\_030207.html](http://www.foss.com/press/Press_Release_030207.html).

124 [http://www.ihl.co.jp/ihimu/en/rd/technology/#anc\\_04](http://www.ihl.co.jp/ihimu/en/rd/technology/#anc_04).

125 Firm Develops LNG-Powered Container Ship, The Journal of Commerce Online, Hisane Masaki, 9/1/2011.

126 Port of Long Beach: [http://www.polb.com/environment/air/vessels/green\\_flag.asp](http://www.polb.com/environment/air/vessels/green_flag.asp) (Last visited, October 8th 2012).

127 P. 12 - <http://www.cleanairactionplan.org/civica/filebank/blobdload.asp?BlobID=2485>.

128 Port Of Tacoma. *Port of Tacoma-on-Dock Rail*. 2012 6/15/2012]; Available from: <http://www.portoftacoma.com/Page.aspx?nid=228>.

- 129 Ashar, A. and S. Swigart, *A Comparative Analysis of Intermodal Ship-to-Rail Connections at Louisiana Deep Water Ports*. 2007, Louisiana Department of Transportation and Development: Baton Rouge, LA.
- 130 Parsons, *San Pedro Bay Ports Rail Study Update Executive Summary*. 2006, The Port of Long Beach; The Port of Los Angeles: Irvine, California.
- 131 Ashar, 2007; Parsons, 2006.
- 132 Kelley, D., *Plan for Dockside Rail Yard Yanked Amid Opposition*, Los Angeles Times. December 4, 1986.
- Woodyard, C., *Dockside Service Studied : Fears of Noise Raised at Port Rail Hearing*, Los Angeles Times. May 19, 1988.
- Resor, R., J. Blaze, and E. Morlok, *Short-Haul Rail Intermodal: Can It Compete with Trucks?* Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2004. 1873: 45-52.
- 133 <http://www.portoftacoma.com/Page.aspx?nid=228>.
- 134 Virginia Freight Advisory Committee. Dual on-Dock Rail Access at the Port of Virginia. 2007 [8/11/2012]; <http://www.portofvirginia.com/facilities/apmt.aspx>.
- <http://blog.portofvirginia.com/my-blog/2010/07/vpa-inks-20-year-lease-agreement-for-apmt-virginia.html>.
- 135 [http://www.portoflosangeles.org/facilities/rail\\_intermodal\\_yards.aspx](http://www.portoflosangeles.org/facilities/rail_intermodal_yards.aspx).
- 136 The Port Authority of NY & NJ. *2010 Port of New York and New Jersey Trade Statistics*. 2011.
- March 2011 6/15/2012]; Available from: <http://www.panynj.gov/port/pdf/port-trade-statisticssummary-2001-2010.pdf>.
- 137 Rodrigue, J.-P. *On-Dock Rail Lifts, 1991-2008*. 2012 6/15/2012]; Available from: [http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/appl4en/PANYNJ\\_expressrail.html](http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/appl4en/PANYNJ_expressrail.html).
- 138 Port of Seattle. *Container Terminals*. 2012 6/20/2012]; Available from: <http://www.portseattle.org/Cargo/SeaCargo/Facilities/Container-Terminals/Pages/default.aspx>.
- Bailey, D. and G. Solomon, *Pollution Prevention at Ports: Clearing the Air*. Environmental Impact Assessment Review, 2004. 24(7-8): 749-774.
- 139 New Orleans Public Belt. *New Orleans Public Belt Railroad-Container / Cofc*. 2012 [6/15/2012]; Available from: [http://www.nopb.com/nopb/index.php?option=com\\_content&task=view&id=52&Itemid=149](http://www.nopb.com/nopb/index.php?option=com_content&task=view&id=52&Itemid=149).
- Tampa Port Authority. *General Cargo / Business Opportunities / Home - Tampa Bay Authority*. 2009 [6/15/2012]; Available from: <http://www.tampaport.com/Business-Opportunities/General-Cargo>.
- Jacksonville Port Authority. *Cargo - Services - Intermodal - the Jacksonville Port Authority (Jaxport)*. 2012 [6/15/2012]; Available from: <http://www.jaxport.com/cargo/services/intermodal>.
- 140 Maher Terminals. *Port of Prince Rupert:: Maher Terminals Holding Corp*. 2008 [6/15/2012]; Available from: <http://www.mahercanada.com/index.cfm>.
- 141 DP World. *First on-Dock Rail Facility at Dp World-Operated Korean Port Opens: New Rail Brings More Efficient Services for Customers*. 6/15/2012]; Available from: [https://webapps.dpworld.com/portal/page/portal/DP\\_WORLD\\_WEB-SITE/Media-Centre/News-Releases/News-Releases-2010/1%2012-DPWorld-Busan-En%20%282%29.pdf](https://webapps.dpworld.com/portal/page/portal/DP_WORLD_WEB-SITE/Media-Centre/News-Releases/News-Releases-2010/1%2012-DPWorld-Busan-En%20%282%29.pdf).
- 142 Port of LA and LB Clean Air Action Plan, p. 165-166, [http://www.portoflosangeles.org/CAAP/12\\_21\\_2010\\_CAAP\\_update\\_full\\_text.pdf](http://www.portoflosangeles.org/CAAP/12_21_2010_CAAP_update_full_text.pdf).
- 143 <http://www.massport.com/port-of-boston/Conley%20Terminal/ConleyTerminal.aspx>.
- 144 <http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/0/bfb5accf1b7bfb4185257a980067ab24?OpenDocument>.
- 145 [http://www.gottwald.com/gottwald/site/gottwald/galleries/Brochures/Green\\_Range\\_English.pdf](http://www.gottwald.com/gottwald/site/gottwald/galleries/Brochures/Green_Range_English.pdf).
- [http://www.portofrotterdam.com/en/News/pressreleases-news/Pages/20100428\\_02.aspx](http://www.portofrotterdam.com/en/News/pressreleases-news/Pages/20100428_02.aspx).
- <http://www.ccdott.org/transfer/projresults/1998/task%201261/task%2012.6.1.pdf>.
- 146 Pollution prevention at ports: clearing the air; Solomon, Bailey.
- 147 [http://www.portofhelsinki.fi/download/13353\\_Helsinki\\_pages\\_2.pdf](http://www.portofhelsinki.fi/download/13353_Helsinki_pages_2.pdf).
- 148 [http://www.portofhelsinki.fi/environment/environment\\_effects](http://www.portofhelsinki.fi/environment/environment_effects).
- 149 <http://www.dhamraport.com/agreement-dpcl.asp#>.
- 150 <http://westcoastcollaborative.org/files/sector-marine/AAPA-ShorePower-050107.pdf>.
- [http://www.ppcac.org/pdfs/Xiao\\_Feng\\_ShanghaiPorts\\_Initiative.pdf](http://www.ppcac.org/pdfs/Xiao_Feng_ShanghaiPorts_Initiative.pdf).
- <http://www.ppcac.org/index.htm>.

- 151 Sensitive sites are defined and described in the CARB Air Quality and Land Use Planning Guidelines, 2005; <http://www.arb.ca.gov/ch/landuse.htm>.
- Notification should include the name of the project, location, extent (acreage, number of pieces of equipment operating and duration), any special considerations (such as contaminated waste removal or other hazards), and contact information for a community liaison who can answer any questions.
- 152 [http://www.sfenvironment.org/our\\_policies/overview.html?ssi=11](http://www.sfenvironment.org/our_policies/overview.html?ssi=11).  
<http://www.baybiodiesel.com/>.
- 153 [http://www.portoflosangeles.org/Board/2008/February/022108\\_item10\\_trans.pdf](http://www.portoflosangeles.org/Board/2008/February/022108_item10_trans.pdf).  
[http://www.metro.net/board/Items/2011/06\\_June/20110615EMACItem10.pdf](http://www.metro.net/board/Items/2011/06_June/20110615EMACItem10.pdf).
- 154 <http://www.meca.org/galleries/default-file/Green%20Construction%20Oct2010.pdf>.
- 155 "Los Angeles International Airport (LAX) CBA." Partnership for Working Families, 2004. Available at: <http://www.communitybenefits.org/article.php?id=1471>.
- "LAX airport CBA." Community Benefits Agreements, January 28, 2008. Available at: <http://communitybenefits.blogspot.com/2008/01/lax-airport-expansion-cba-demonstrates.html>.  
<http://www.laxmasterplan.org/commBenefits/pdf/CBAStatusReport2007.pdf>.
- 156 California Air Resources Board, *Final Emissions Reduction Plan for Ports and Goods Movement in California*. 2006, California Environmental Protection Agency: Sacramento, CA.
- Bailey and Solomon, 2004.
- 157 US EPA. *Introduction to Iaq: Air & Radiation*. 2011 6/21/2012 6/20/2012]; Available from: <http://www.epa.gov/iaq/ia-intro.html>.
- 158 Ault, A.P., M.J. Moore, H. Furutani, and K.A. Prather, *Impact of Emissions from the Los Angeles Port Region on San Diego Air Quality During Regional Transport Events*. Environmental Science & Technology, 2009. 43(10): 3500-3506.
- 159 Reisman, R.E., P.M. Mauriello, G.B. Davis, J.W. Georgitis, and J.M. DeMasi, *A Double-Blind Study of the Effectiveness of a High-Efficiency Particulate Air (Hepa) Filter in the Treatment of Patients with Perennial Allergic Rhinitis and Asthma*. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 1990. 85(6): 1050-1057.
- 160 Sonoma Technology, I., *Mobile Source Air Toxics (Msats) at Three Schools Next to Us 95 in Las Vegas, Nevada*. 2010, Prepared for Nevada Department of Transportation, Las Vegas, NV.
- 161 South Coast Air Quality Management District and IQAir North America, *Pilot Study of High Performance Air Filtration for Classrooms Applications: Draft Report*. 2009.
- 162 Port of Long Beach. *Port of Long Beach - Funded Projects*. 6/15/2012]; Available from: <http://www.polb.com/environment/grants/projects.asp>.
- 163 The Air Filter Store. *Whole House Air Filters*. 2012 6/15/2012]; Available from: <http://www.theairfilterstore.com/whole-house-air-filters>.
- 164 Sonoma Technology, 2010.
- 165 Sonoma Technology, 2010.
- 166 McPherson, G., J. Simpson, et al., *Benefit-Cost Analysis of Modesto's Municipal Urban Forest*. Journal of Arboriculture 1999. 25(5): 235-248.
- McDonald, A.G., W. J. Bealey, et al., *Quantifying the Effect of Urban Tree Planting on Concentrations and Depositions of Pm10 in Two Uk Conurbations*. Atmospheric Environment 2007. 41(39): 8455-8467.
- Beckett, K.P., P. H. Freer-Smith, et al., *Urban Woodlands: Their Role in Reducing the Effects of Particulate Pollution*. Environmental Pollution 1998. 99(3): 347-360.
- Gallagher, M.W., K. M. Beswick, et al., *Measurements of Aerosol Fluxes to Speulder Forest Using a Micrometeorological Technique*. Atmospheric Environment, 1997. 31(3): 359-373.
- Fuller, M., F.A. Bombardelli, and D. Niemeier, *Near-Road Tree Canopy Modeling of Particulate Matter Impaction in Dilute Air Flows*. Atmospheric Environment, In Review.
- 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): 5334-5344.
- QUARG, *Airborne Particulate Matter in the United Kingdom*, Urban Air Review Group, Editor. 1996, University of Birmingham.

- Freer-Smith, P.H., K. P. Beckett, et al. , *Deposition Velocities to Sorbus Aria, Acer Campestre, Populus Deltoides × Trichocarpa Beaupré, Pinus Nigra and × Cupressocyparis Leylandii for Coarse, Fine and Ultra-Fine Particles in the Urban Environment*. Environmental Pollution, 2005. 133(1): 157-167.
- Bowker, G.E., R. Baldauf, et al. , *The Effects of Roadside Structures on the Transport and Dispersion of Ultrafine Particles from Highways*. Atmospheric Environment 2007. 41(37): 8129-8139.
- Ruijgrok, W., H. Tieben, et al. , *The Dry Deposition of Particles to a Forest Canopy: A Comparison of Model and Experimental Results*. Atmospheric Environment, 1997. 31(3): 399-415.
- Houtte, J., *Project-Level Mitigation: What Affects Diesel Particulate Matter Emissions*, Dept of Civil and Environmental Engineering, Editor. 2007, University of California: Davis.
- EPA, *Incorporating Emerging and Voluntary Measures in a State Implementation Plan (Sip)*, Air Quality Atmospheric Science Division, Editor. 2004, Environmental Protection Agency: Research Triangle Park, NC. p. 30.
- Lovett, G.M., *Atmospheric Deposition of Nutrients and Pollutants in North America: An Ecological Perspective*. Ecological Applications 1994. 4(4): 629-650.
- Norbeck, J., T. Durbin, et al. , *Characterization of Particulate Emissions from Gasoline-Fueled Vehicles*. . 1998, UC Riverside: Riverside, CA.
- Lorenz, R. and C.E. Murphy, *Dry Deposition of Particles to a Pine Plantation*. Boundary-Layer Meteorology 1989. 46(4): 355-366.
- Freer-Smith, P., A. El-Khatib, et al. , *Capture of Particulate Pollution by Trees: A Comparison of Species Typical of Semi-Arid Areas (Ficus Nitida and Eucalyptus Globulus) with European and North American Species*. Water, Air, & Soil Pollution 2004. 155(1): 173-187.
- 167 Cahill, T., *Removal Rates of Particulate Matter onto Vegetation as a Function of Particle Size. Removal Rates of Particulate Matter onto Vegetation as a Function of Particle Size*. 2008, University of California, Davis.
- 169 Hagler, G.S.W., M.-Y. Lin, A. Khlystov, R.W. Baldauf, V. Isakov, J. Faircloth, and L.E. Jackson, *Field Investigation of Roadside Vegetative and Structural Barrier Impact on near-Road Ultrafine Particle Concentrations under a Variety of Wind Conditions*. Science of The Total Environment, 2012. 419(0): 7-15.
- 170 Hagler et al, 2012.
- 171 Ning, Z., N. Hudda, N. Daher, W. Kam, J. Herner, K. Kozawa, S. Mara, and C. Sioutas, *Impact of Roadside Noise Barriers on Particle Size Distributions and Pollutants Concentrations near Freeways*. Atmospheric Environment, 2010. 44(26): 3118-3127.
- 172 Baldauf, R., E. Thoma, A. Khlystov, V. Isakov, G. Bowker, T. Long, and R. Snow. 2008. "Impacts of noise barriers on near-road air quality." Atmospheric Environment 42 (32) (October): 7502-7507. doi:10.1016/j.atmosenv.2008.05.051.
- 173 Karner, A.A., D.S. Eisinger, S. Bai, and D.A. Niemeier, *Mitigating Diesel Truck Impacts in Environmental Justice Communities*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2009. 2125: 1-8.
- 174 California Air Resources Board. Air Quality and Land Use Handbook: A Community Health Perspective, April 2005. <http://www.arb.ca.gov/ch/handbook.pdf>.
- 175 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): 5334-5344.
- 176 Hu, S. et.al. A wide area of air pollutant impact downwind of a freeway during pre-sunrise hours. *Atmospheric Environment* 2009; 43:2541-2549.
- 177 California Air Resources Board. Air Quality and Land Use Handbook: A Community Health Perspective, April 2005. <http://www.arb.ca.gov/ch/handbook.pdf>.
- 178 Housing Proximity to Freeways Policies, <http://www.rampasthma.org/wp-content/uploads/2011/07/2011-07-15-Housing-Proximity-to-Freeways.pdf>.
- 179 ICF International, *Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-Related Emission Inventories: Final Report*. 2009, US EPA.
- 180 ICF International, 2009.
- 181 Starcrest Consulting Group, L., *2006 Baseline Multi-Facility Emissions Inventory of Cargo Handling Equipment, Heavy-Duty Diesel Vehicles, Railroad Locomotives and Commercial Marine Vessels*. 2008, The Port Authority of New York New Jersey Port Commerce Department.
- 182 The Port of Los Angeles 2010 Air Emissions Inventory: [http://www.portoflosangeles.org/pdf/2010\\_Air\\_Emissions\\_Inventory.pdf](http://www.portoflosangeles.org/pdf/2010_Air_Emissions_Inventory.pdf).

Port of Long Beach 2010 Emissions Inventory: <http://www.polb.com/environment/air/emissions.asp>.

Port of Houston 2007 Emissions Inventory: <http://www.portofhouston.com/static/gen/inside-theport/Environment/PHA-GM-AirEmissions-07.pdf>.

183 For example, see U.S. EPA's Near Roadway Monitoring site and the Technical Assistance Document posted there. <http://www.epa.gov/ttnamti1/nearroad.html>.

184 Global Community Monitor. *Global Community Monitor: Bucket Brigade*. 2006 [6/15/2012]; Available from: <http://www.bucketbrigade.net/>.

185 Pacific Institute and Ditching Dirty Diesel Collaborative, *At a Crossroads in Our Region's Health: Freight Transport and the Future of Community Health in the San Francisco Bay Area*. 2011: Oakland, CA.





**Natural Resources Defense Council**

1314 Second Street  
Santa Monica, CA 90401  
Tel: (310) 434-2300  
[www.nrdc.org](http://www.nrdc.org)