

# Beneficios del Uso de Combustibles más limpios en Costa Rica

*Marcela Castillo y Sebastián Galarza*

PNUMA, Centro Mario Molina Chile

San José, Noviembre 2015



Centro Mario Molina • Chile



# Objetivos de la presentación

---

- Presentar los resultados del estudio preparado por el Centro Mario Molina Chile (CMMCh) para el PNUMA: “Beneficios del uso de Combustibles más limpios en Costa Rica”
- Introducir las organizaciones internacionales que trabajan en el ámbito de transporte limpio
- Resaltar la importancia de reducir la contaminación atmosférica relacionada al sector transporte
- Describir los beneficios en materia de salud pública de mejoras en calidad de combustibles y normas de emisiones para vehículos
- Presentar recomendaciones para Costa Rica

# Contenido de la presentación

---

1. Introducción a CCAC, GFEI, PCFV
2. La importancia de mejorar la calidad de combustibles - enfocado en el diesel
3. El contexto global en materia de políticas públicas que promueven combustibles y vehículos limpios
4. Introducción a tecnologías de control de emisiones
5. El contexto costarricense en materia de combustibles
6. Beneficios de combustibles más limpios en Costa Rica
7. Recomendaciones
8. Resultados preliminares de mediciones de emisiones en San José

# 1. Agrupaciones internacionales que promueven combustibles y vehículos limpios



# Coalición de Clima y Aire Limpio (CCAC)

- Establecida en el 2012 y enfocada en reducir Contaminantes Climáticos de Vida Corta (CCVC)
  - Coalición ya cuenta con 75 socios entre países, organizaciones intergubernamentales y organizaciones no gubernamentales
- Definición de CCVC: Contaminantes con una vida útil en la atmósfera relativamente breve, entre unos días y unas pocas décadas, a diferencia del CO<sub>2</sub>, que permanece en la atmósfera durante siglos o miles de años
  - Ejemplos: El hollín de diesel (carbono negro), metano, ozono troposférico y HFCs
- Resultan peligrosos por sus efectos nocivos a la salud humana y contribuyen entre 40% y 45% al calentamiento global
- Su mitigación acarrea beneficios a corto plazo, lo que favorece especialmente a las regiones más vulnerables



Reducción de las Emisiones de Carbono Negro Provenientes de Vehículos Diesel de Trabajo Pesado y Maquinarias

Mitigación de los Contaminantes del Clima de Corta Vida en el Sector de Residuos Sólidos de los Municipios

Mitigación del Carbono Negro y Otros Contaminantes Provenientes de la Producción de Ladrillo

Promoviendo Tecnologías Alternativas a HFC y Estándares

Acelerando la Reducción de las Emisiones de Metano Provenientes de la Producción de Petróleo y Gas

Reducción de Emisiones SLCP de la cocina doméstica y la calefacción doméstica

Financiación de la Mitigación de los Contaminantes del Clima de Corta Vida

Apoyo Nacional de Planificación para la Acción en **SLCPs (SNAP)**

**SLCPs**  
Evaluaciones Regionales

**Agricultura**



# CCAC: Iniciativa para Vehículos Pesados a Diésel

---

- Orientada a reducir emisiones de carbono negro de vehículos y motores pesados diésel
- Iniciativa es liderada por:
  - United States (EPA y Departamento de Estado), Environment Canada, International Council for Clean Transportation (ICCT) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
- PNUMA tiene un acuerdo de cooperación con CMMCh para la ejecución de las actividades en LAC.
- El objetivo de la iniciativa es:
  - Promover diesel limpio de bajo azufre.
  - Introducción de estándares de emisión.
  - Programas de *retrofit* para incorporación de filtros de partículas

# Global Fuel Economy Initiative (GFEI)

---

- La Iniciativa Global para la Economía de Combustibles (2009)
  - Socios: PNUMA, IEA, ICCT, FIA Foundation, CMMCh, University of California Davis.
- Busca promover y apoyar en el desarrollo de políticas que promuevan los vehículos más eficientes.
- Con el objetivo de reducir el consumo de combustible en un:
  - 30% para el 2020 de todos los automóviles nuevos en los países de la OEDC
  - 50% para el 2030 de todos los automóviles nuevos a escala global
  - 50% para el 2050 de todos los automóviles a escala global
- Actividades principales:
  - Desarrollo de información y análisis del rendimiento de los vehículos a nivel global;
  - Trabajar con gobiernos en el desarrollo de políticas que promuevan el ahorro de combustibles en los vehículos producidos o vendidos en sus países.



# Partnership for Clean Fuels and Vehicles (PCFV)

---

- El Partenariado para Combustibles y Vehículos Limpios (PCFV, 2002) es la principal iniciativa publico-privada principal que promueve la transición a vehículos y combustibles limpios a nivel global.
  - Cuenta con 72 organizaciones e incorpora a líderes y expertos en transporte limpio a nivel mundial
- Busca reducir emisiones del sector transporte a través de mejoras en la calidad de combustible e incorporación de tecnologías vehiculares usadas en los principales mercados mundiales
- Iniciativas:
  - Campaña para la eliminación de plomo de combustibles
  - Campaña para la reducción del contenido de azufre en el diesel
  - *Toolkit* Regulatorio y *Toolkit* para una Flota Limpia: Una compilación de herramientas regulatorias para reducir los impactos negativos del sector transporte

## 2. La importancia de mejorar la calidad de combustibles - enfocada en el diesel



# Aspectos fundamentales en el control de emisiones provenientes de vehículos a motor

## Nuevas normas vehiculares

Tomar en cuenta emisiones de todas las fuentes móviles: “on-road”, “off-road”, marino, locomotores, aviación, construcción...

El valor de los límites impuestos se limita a:

- El cumplimiento y fiscalización de las normas
- Rendimiento en tiempo real

## Normas de calidad de combustibles

Combustibles de alta calidad (especialmente bajos en contenido de azufre) permiten el uso de tecnologías avanzadas en el control de emisiones vehiculares.

Programas de cumplimiento de normas de combustibles son necesarios para prevenir la carga de combustibles incorrecta y daños a motores

## Controles a vehículos en uso

Medidas incluyen:

- Encontrar a los mas grandes emisores (Censos remotos, mantenimiento)
- Combustibles limpios
- Programas de retro-adaptación
- Estrategias complementarias (zonas de bajas emisiones, entrenamiento de conductores, etc.)

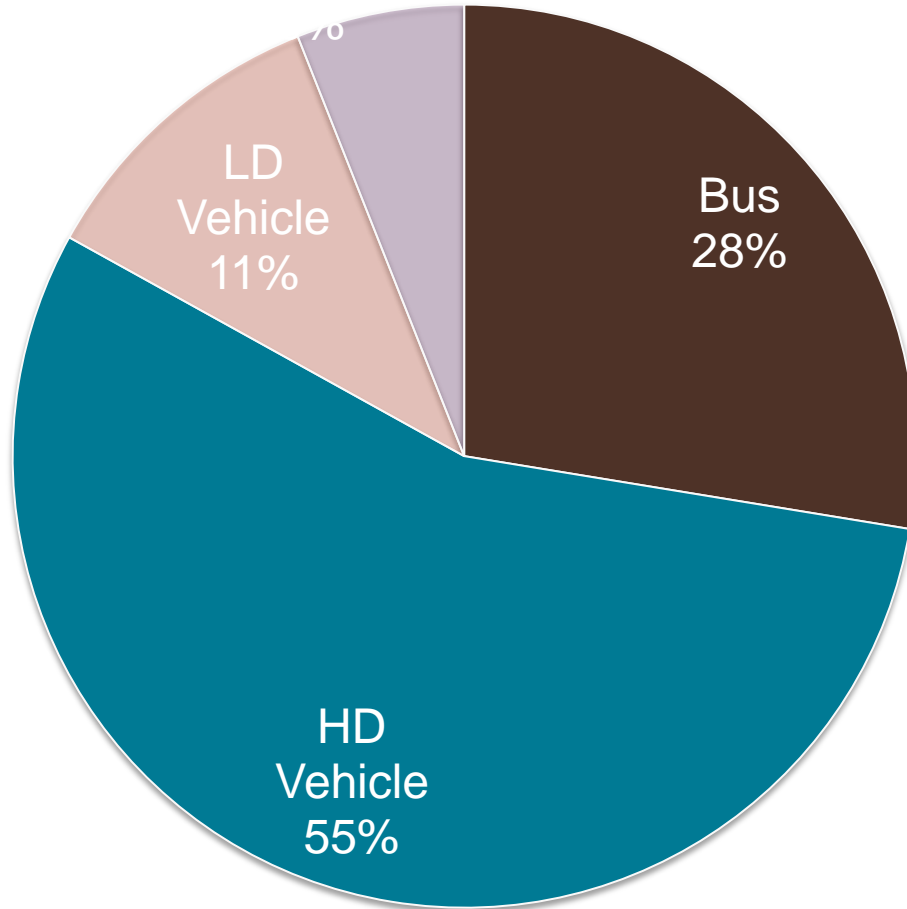
**“Enfoque de Sistema”**

# El sector transporte es una de las principales fuentes de emisiones atmosféricas

- La OMS estima 3.2 millones de muertes prematuras a causa de la contaminación atmosférica (2010)
  - Reducir el material particulado total ( $PM_{10}$ ) desde niveles cercanos a  $70\mu g/m^3$ , a niveles de  $20\mu g/m^3$ , podría reducir las muertes relacionadas a contaminación atmosférica alrededor de en un 15%
- Representa un tercio de emisiones de  $CO_2$  y una sexta parte de GEI a nivel global
- Sector en crecimiento, especialmente en países emergentes – China, India, América Latina
- Fuente de emisiones nocivas para la salud y el sistema climatológico
  - $CO_2$
  - $NO_x$ , Material fino particulado (PM 2.5) y carbono negro

# La contribución de diésel a emisiones de PM<sub>2.5</sub> y de carbono negro es alta en el sector de transporte

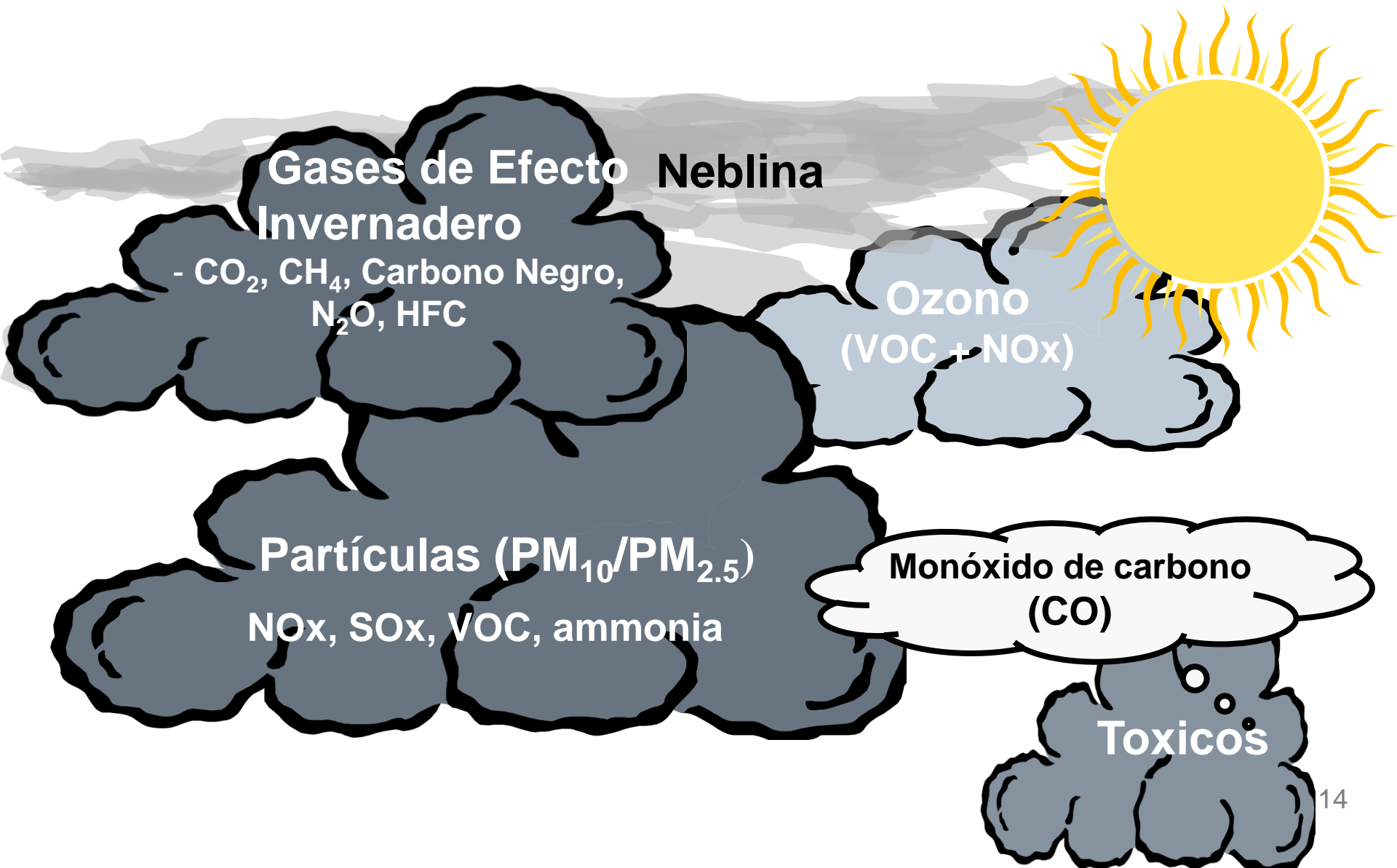
Share of PM<sub>2.5</sub> in 2010, by Mode



- Más de 80 por ciento de PM<sub>2.5</sub>
- Casi 99 por ciento de carbono negro

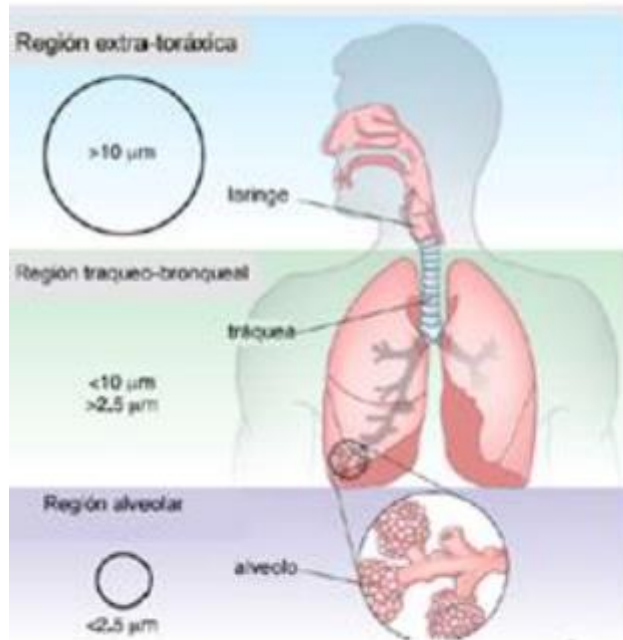
Chambliss, S., Miller, J., Facanha, C., Minjares, R., & Blumberg, K. (2013). The Impact of Stringent Fuel and Vehicle Standards on Premature Mortality and Emissions (pp. 1–96).<sup>13</sup> Washington, DC: International Council on Clean Transportation. Retrieved from <http://www.theicct.org/global-health-roadmap>

# ¿Cuáles son los contaminantes de interés?





# Características y efectos del material particulado del hollín de diésel

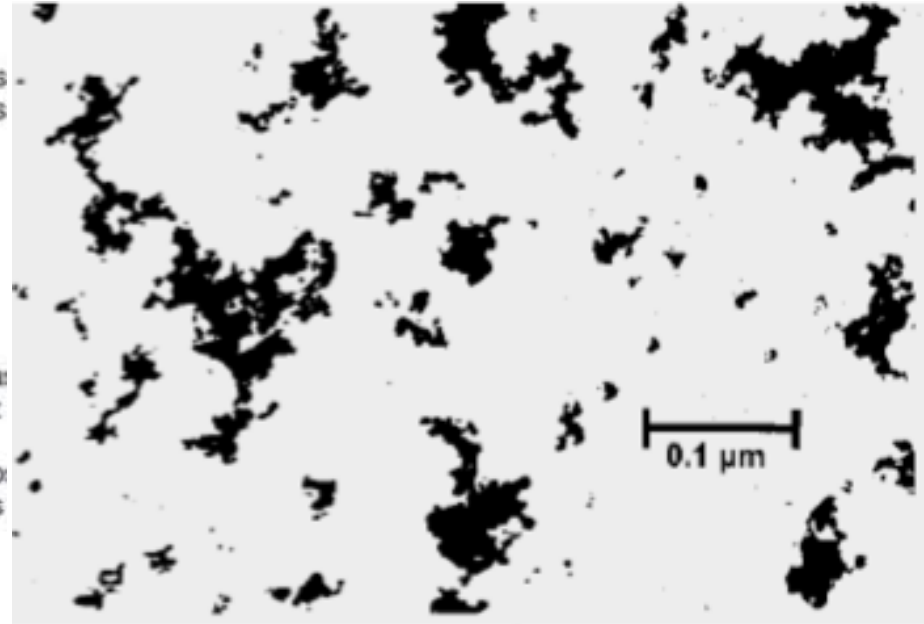


MP10 impactan en vías respiratorias superiores

Faringitis  
Amigdalitis  
Rinofaringitis

MP2,5 impactan en vías respiratorias inferiores:

Problemas inflamatorios  
Patologías pulmonares  
Cancerígenas



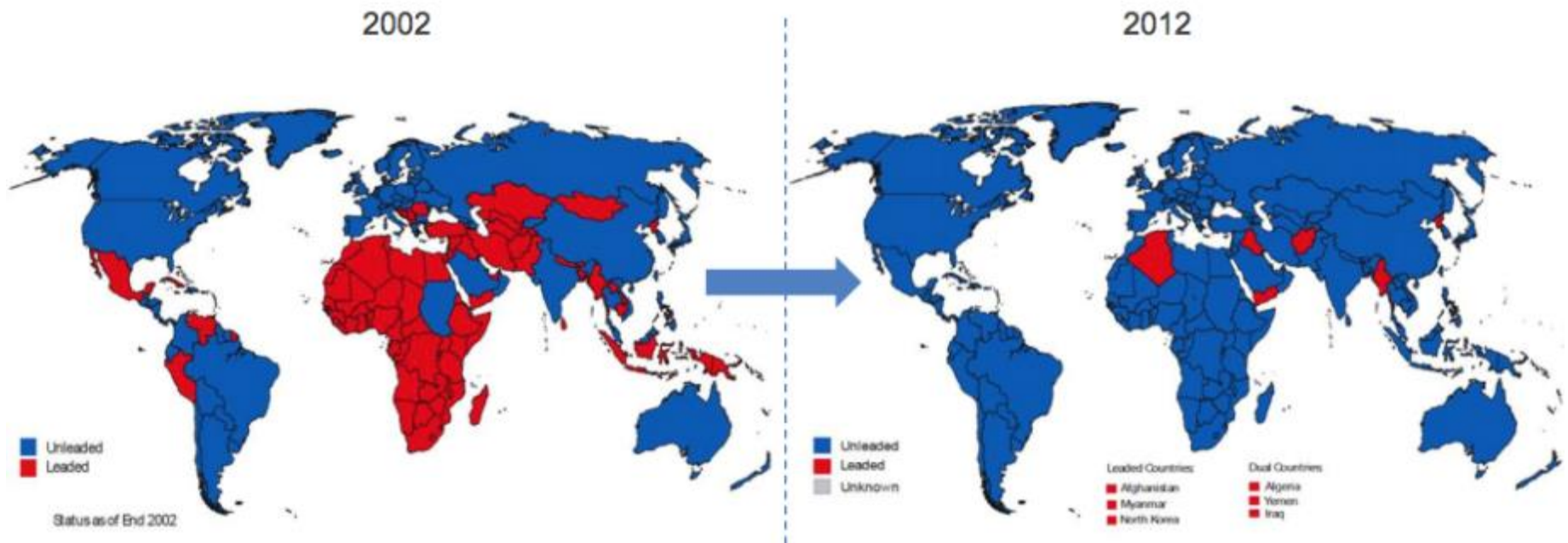
- El material particulado del hollín de diésel está compuesto en su mayor parte por carbono negro
- Esto equivale a una cuarta parte de emisiones de carbono negro a nivel global
- El carbono negro es el segundo contribuidor al cambio climático producido por actividad humana (Bond, et al.)
  - Un kg de carbono negro causa tanto impacto climático como (en el corto plazo) que 3,200 kg de  $\text{CO}_2$  (Forster, et al.)

### 3. El estado de los combustibles limpios a nivel mundial - enfoque en Latinoamérica

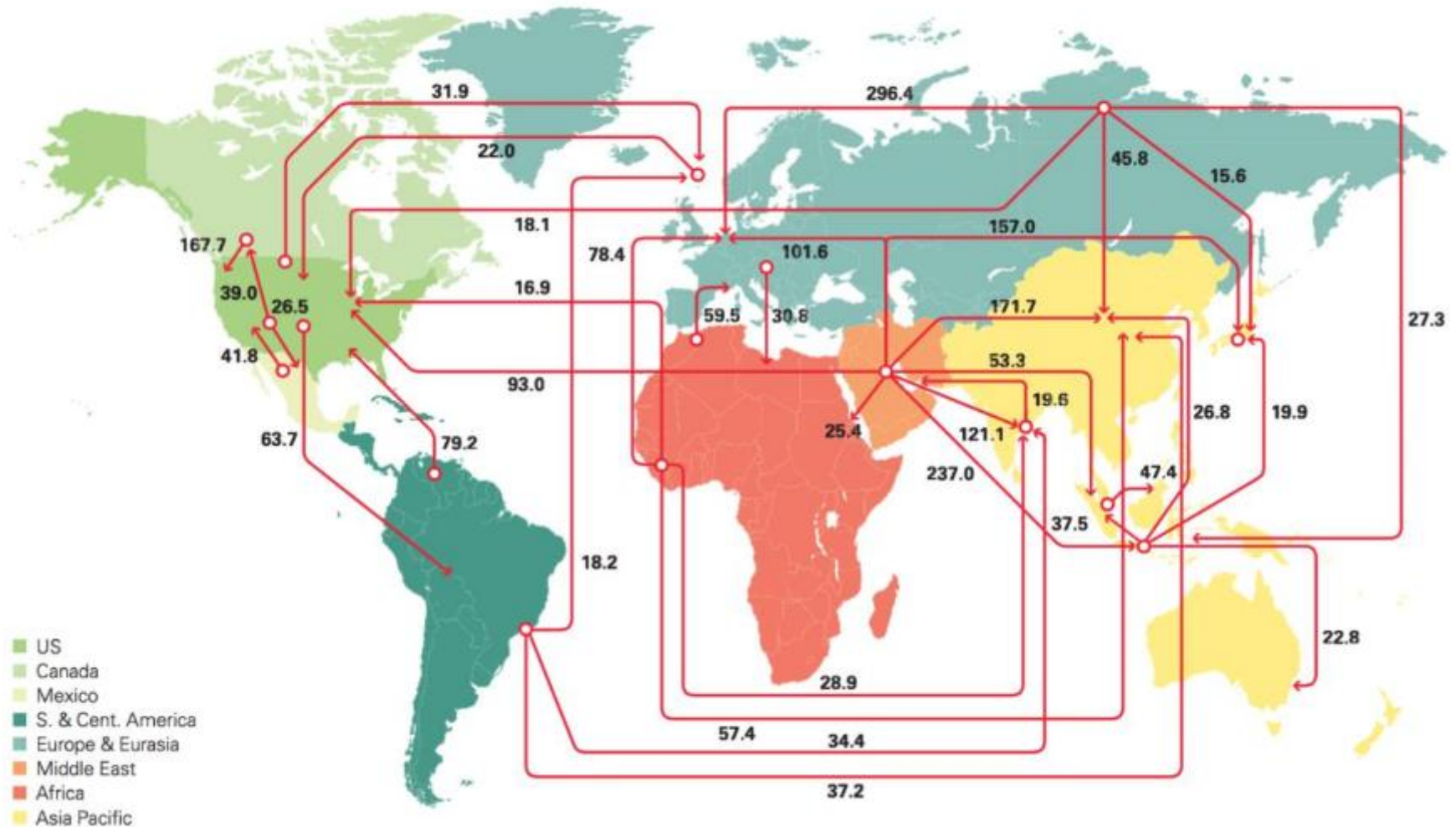


Fuente: [www.telegraph.co.uk](http://www.telegraph.co.uk)

# En las ultimas dos décadas han habido avances importantes en cuanto a calidad de combustibles



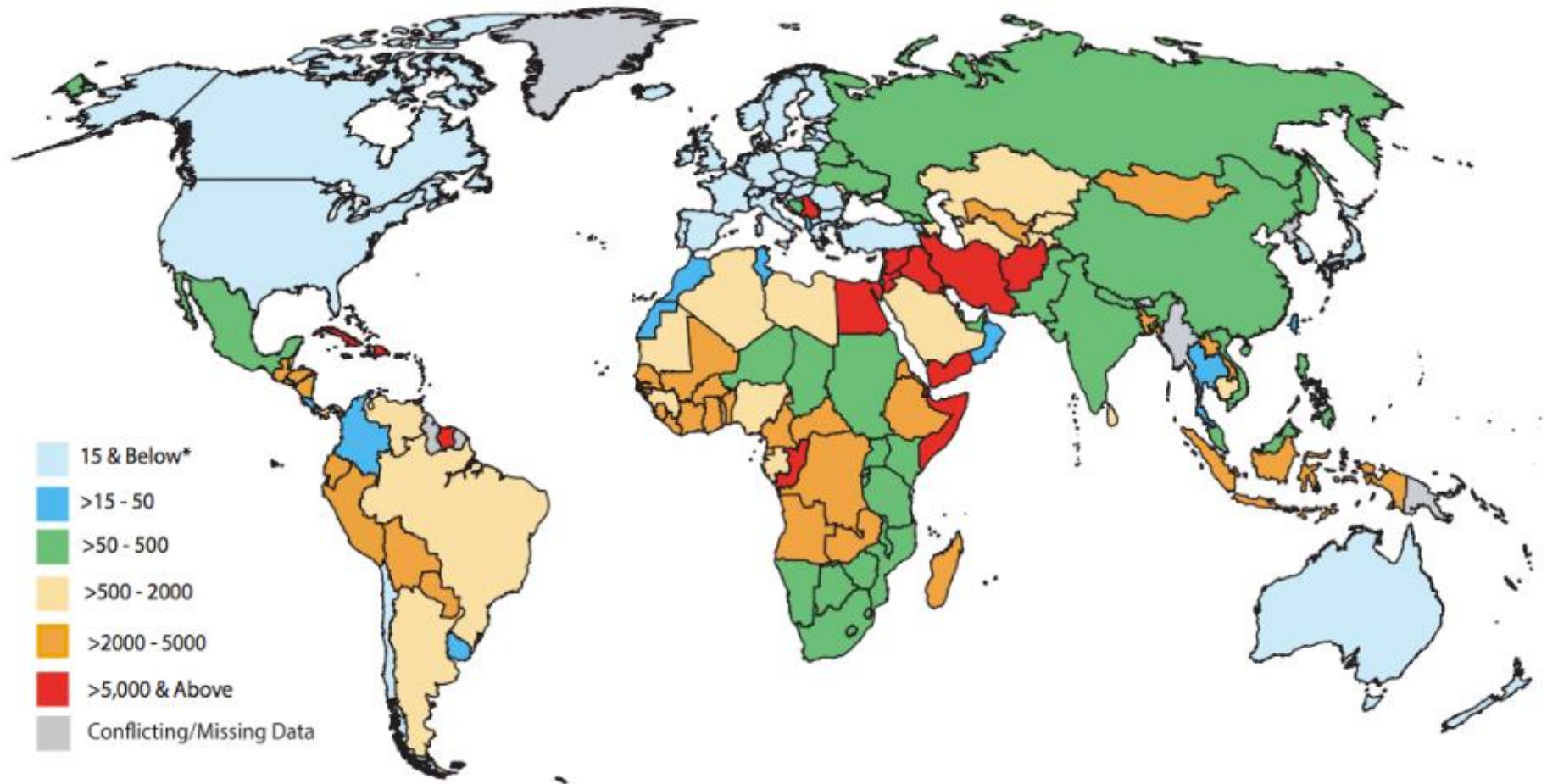
# Convergencia de mercados principales hacia combustibles de alta calidad



Fuente: BP 2015



# Mercados emergentes siguen utilizando combustibles con altos contenido de azufre

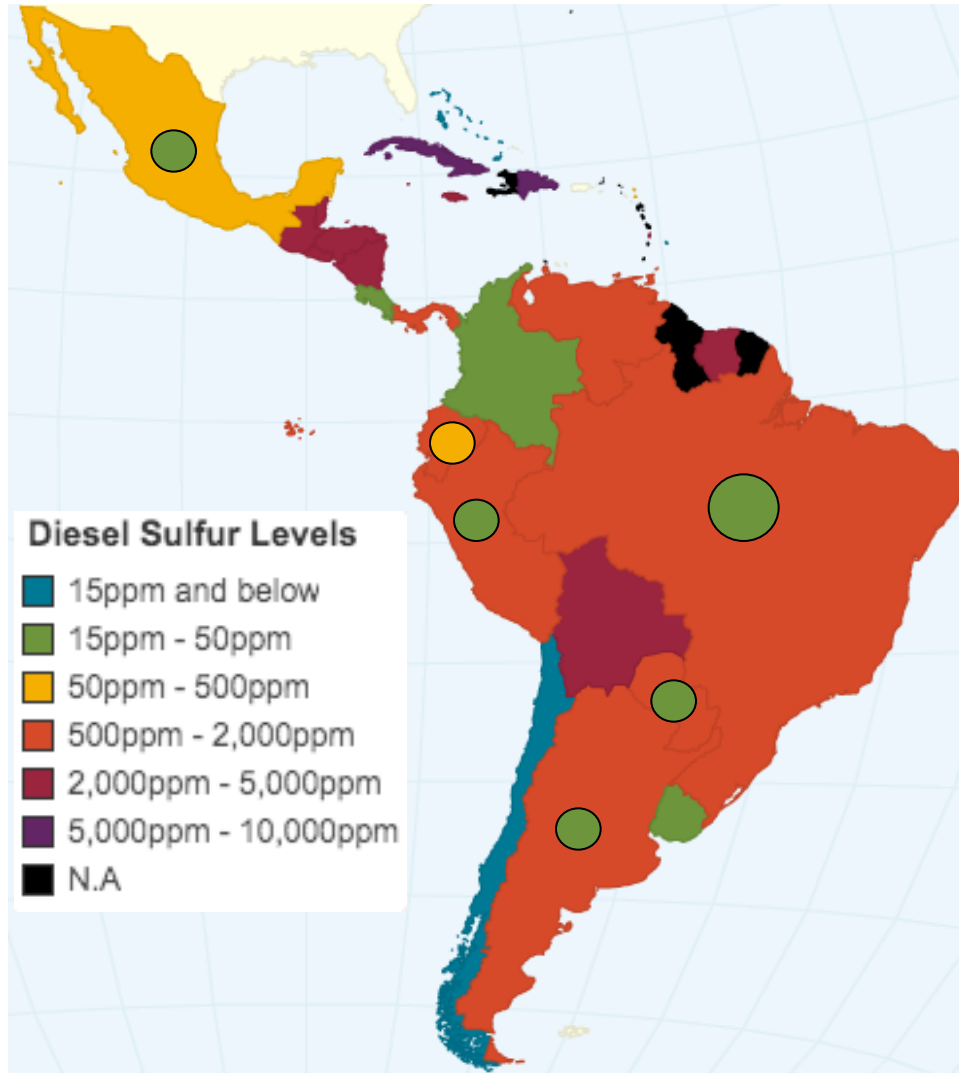


# El estado de combustibles en el resto de América Latina y el Caribe es muy diverso

- Compromiso de parte del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe para adoptar 50ppm en el la región
- Chile es el primer país en adoptar 15ppm a nivel nacional (2012)
- Uruguay y Costa Rica han llegado 50ppm – Colombia, Brasil y México en gran medida
- El resto de países llevan un promedio entre 2000-5000ppm
- Euro V para vehículos pesados en vigencia solo en ciudades de Chile, Brasil y Colombia.
- El resto de la región entre Euro II y III con algunos permitiendo importación de vehículos usados.
- Chile es el único país comprometido a estándar Euro VI



# Niveles de azufre en diesel en América Latina



- Niveles máximos de azufre a nivel nacional
- Argentina, Brasil, Jamaica, México y Perú tienen diesel de 50ppm o menor en ciertas ciudades/regiones
- Límites de azufre a 500ppm y recientemente a 15ppm en Centro América (propuestos)
- Compromiso a nivel regional de reducir contenido de azufre a 50ppm en 2015

# Estándares de emisiones para vehículos pesados en América Latina



- Estándares de emisiones actuales
- Países en proceso de mejoras en estándares – Brasil (Euro VI), Argentina y México (Euro V), Perú y Uruguay (Euro IV)
- Brasil y México son mercados clave ya que regionalmente tienen manufactura

# Capacidad de refinamiento en America Latina

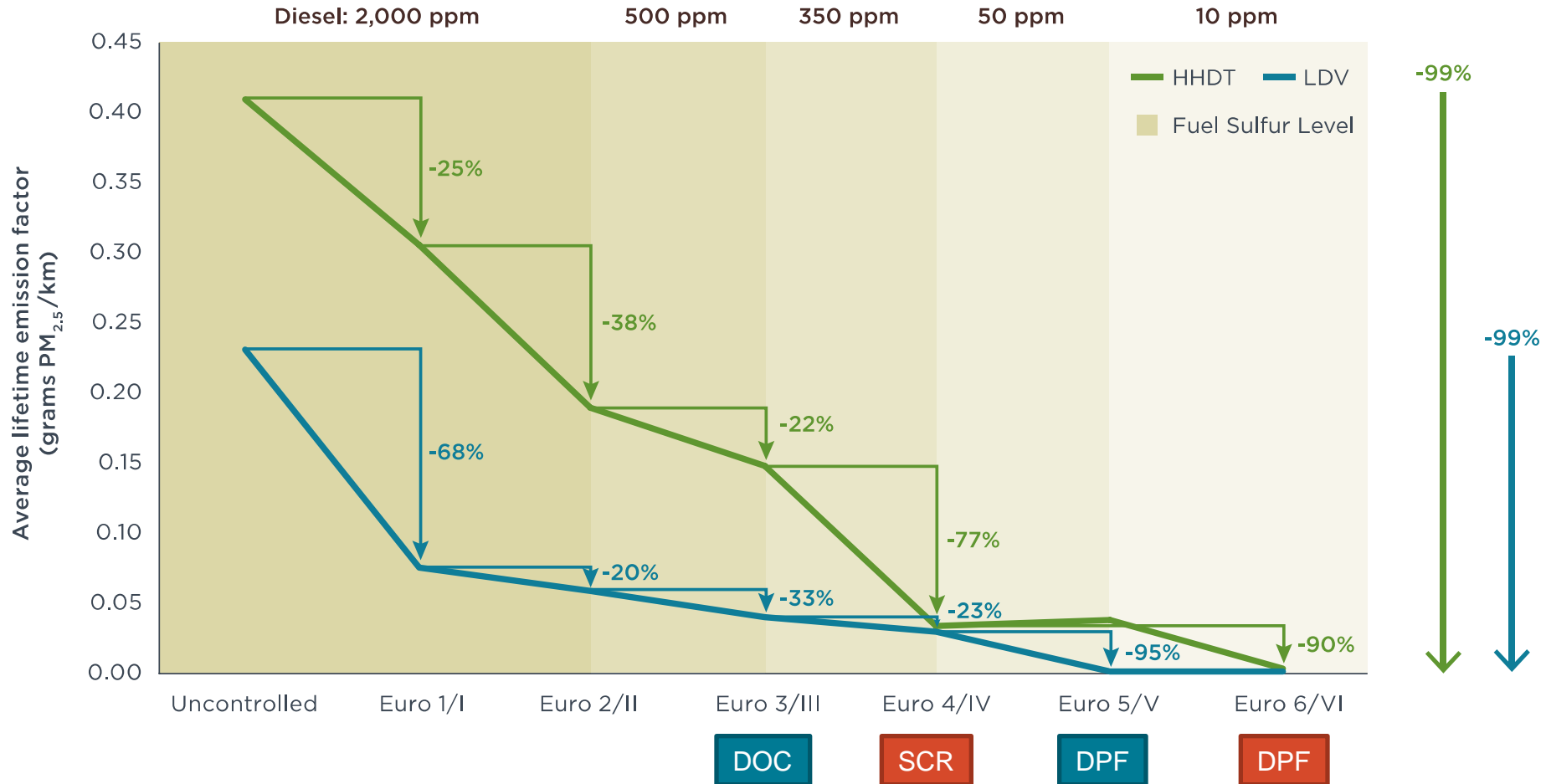
PAIS	#	CAPACIDAD (BBL/DIA)	% DE CAPACIDAD REGIONAL
Brazil	13	1,917,333	25.10%
Mexico	6	1,540,000	20.20%
Venezuela*	5	1,282,100	16.80%
Argentina	10	630,575	8.30%
Netherlands Antilles*	1	320,000	4.20%
Cuba	4	301,400	3.90%
Colombia	5	290,850	3.80%
Aruba*	1	235,000	3.10%
Chile	3	226,800	3.00%
Peru	6	198,950	2.60%
Ecuador	3	176,000	2.30%
Trinidad & Tobago*	1	168,000	2.20%

- LAC tiene el 21% de las reservas de petróleo y 10% de su producción (78m bbl/d)
- 71 refinerías – 9% de capacidad global
- 7.6m bbl/d capacidad de carga
- Aproximadamente 15-30% de la capacidad es para combustibles de bajo contenido de azufre
- Existe una brecha con el consumo petrolero en la región - 8.2m bbl/d
- Se espera entre 330k – 1m+ bbl/d en aumentos de capacidad en los próximos años
- Sin embargo, hay demoras importantes y barreras financieras en proyección de modernización y expansión en toda la región

## 4. Tecnología de control de emisiones



# Los combustibles con bajo contenido de azufre son un prerequisite para controles de emisión y estándares avanzados

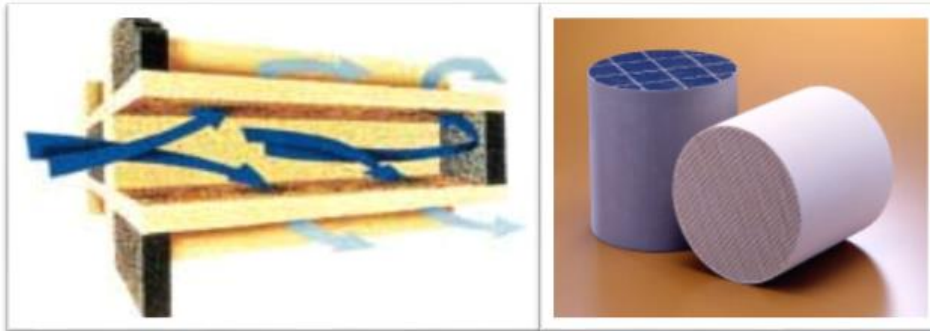


Fuente: ICCT Health Roadmap (2013)



# Filtros de partículas diésel (DPF):

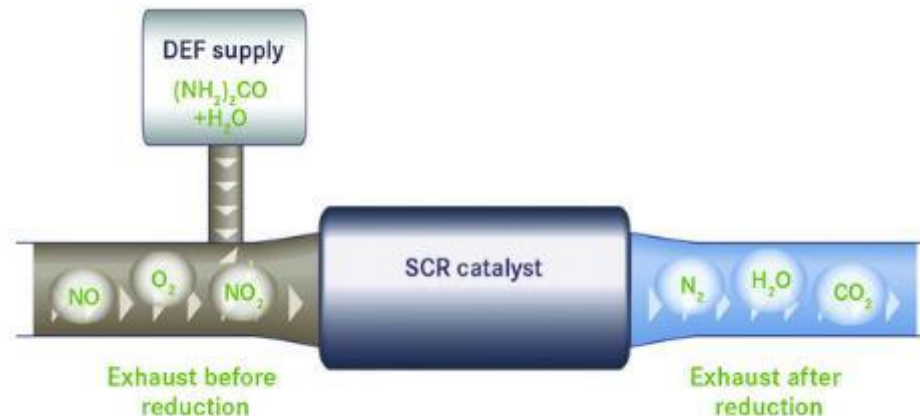
- Casos exitosos en Europa y en Latino América
- Reducción cercana al **90% del MP**
- Diésel menos de 50 ppm de azufre
- Retrofit en buses Euro III





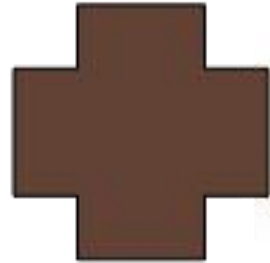
# Reducción Catalítica Selectiva (SCR)

- Uso de un agente reductor, aditivo de urea, que convierte los óxidos de nitrógeno en nitrógeno, agua y pequeñas cantidades de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).
- Reducción ente 75%-90% de las emisiones de  $\text{NO}_x$ .



# Combustibles y Motores Funcionan Como un Sistema Integral

Diesel particulate filter

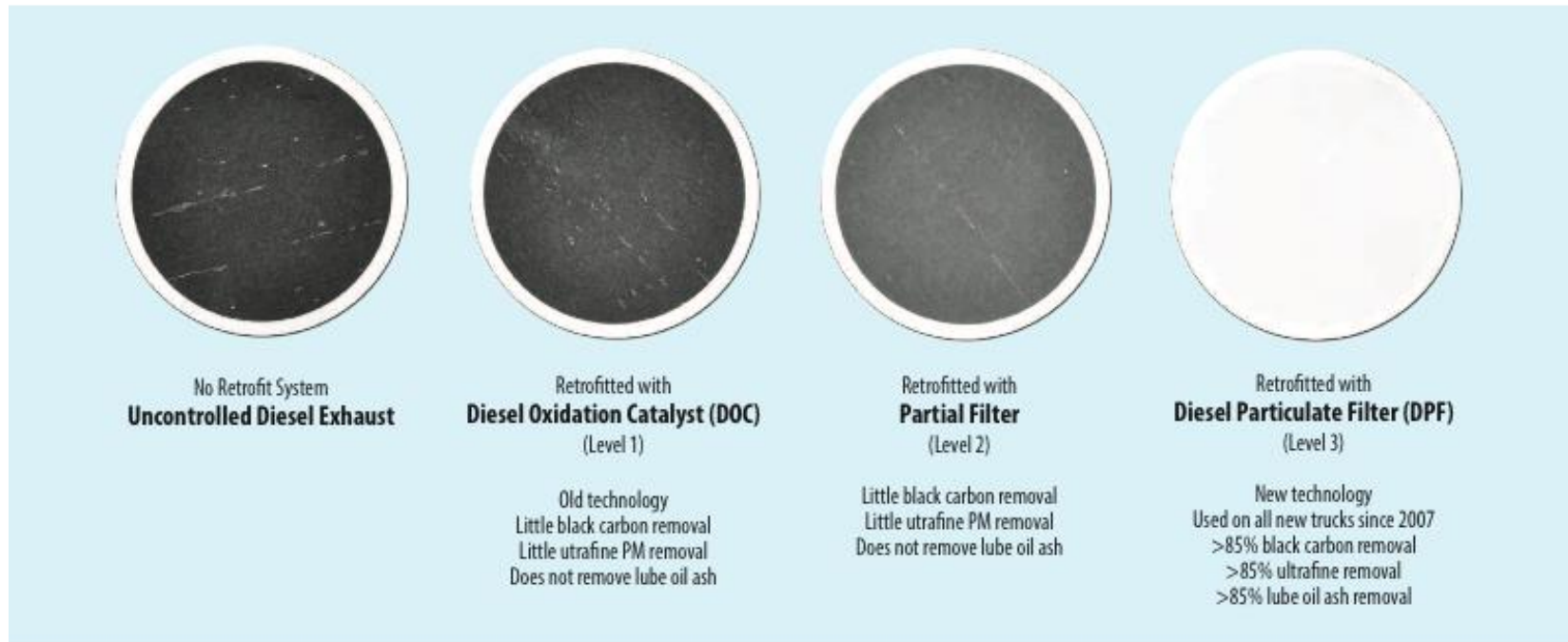


50 ppm sulfur is necessary for diesel filters to function ....

10-15ppm sulfur is necessary for them to work well

# Mejoras en combustibles + emisiones vehiculares reducen emisiones a niveles cercanos a cero

## Comparison of Diesel Retrofit Technology



**Overview:** The exhibits above are actual PM collection samples from an engine testing laboratory used to collect and measure diesel particulate matter (PM) emissions. Test conditions are:

- Test Cycle: UDDS (Urban Dynamometer Driving Schedule)
- Test Distance: 5.5 miles over 17 minutes
- Fuel Consumed During Test: 1.1 gallons
- Test Vehicle: Heavy-duty truck with a 370 hp Cummins engine (1999 model year)
- PM material on collection samples is 1/1,800th of actual



## 5. Vehículos y Combustibles en Costa Rica



# Estudio: Beneficios de combustibles más limpios en Costa Rica

- Estudio realizado por CMMCh para PNUMA
- Parte de esfuerzos de HDDI-CCAC
- Autores:  
Marcela Castillo  
Gianni López  
Sebastián Galarza  
Marcelo Fernández



## BENEFICIOS DEL USO DE COMBUSTIBLES MÁS LIMPIOS EN COSTA RICA

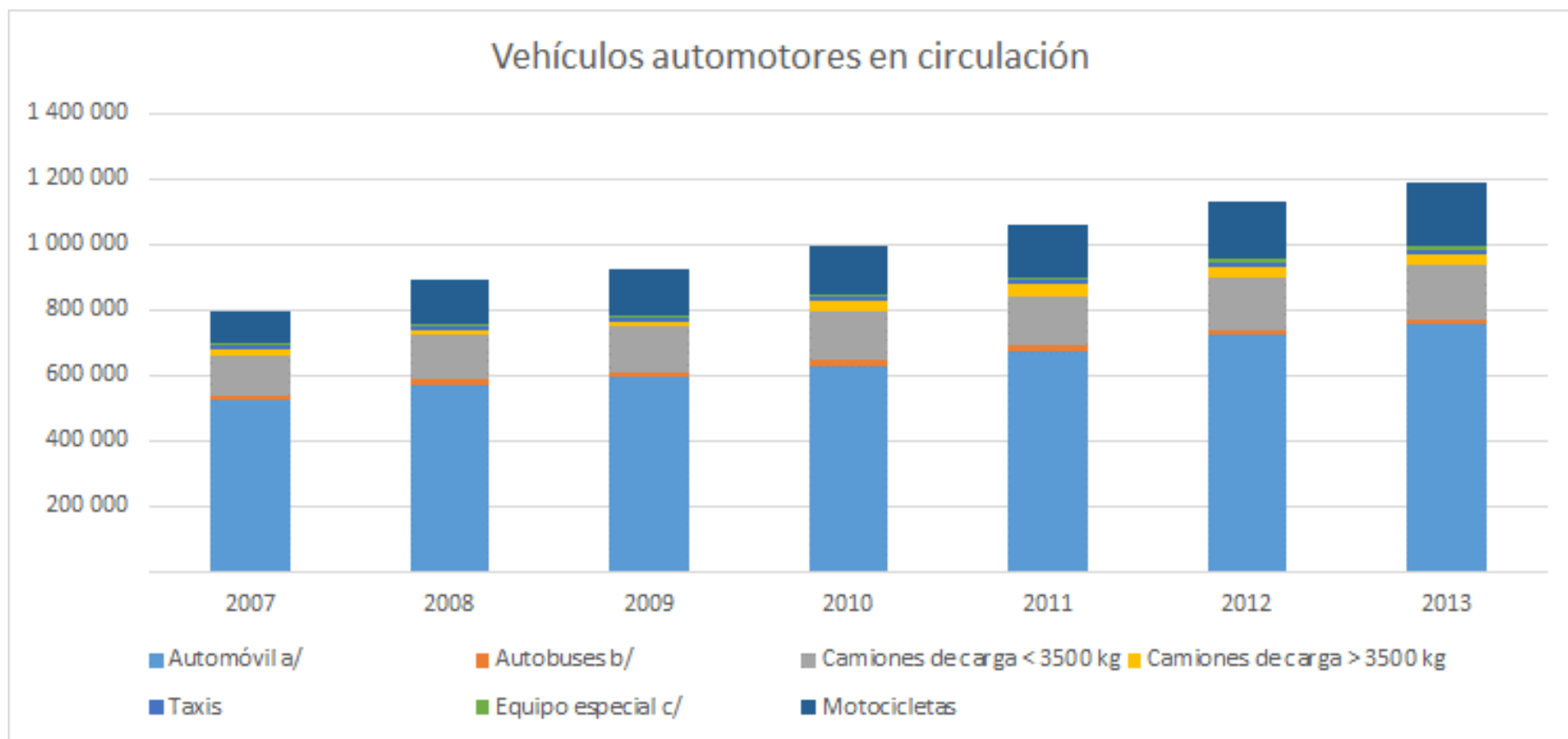
PREPARADO PARA EL PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL  
MEDIO AMBIENTE (UNEP)

OCTUBRE DE 2015



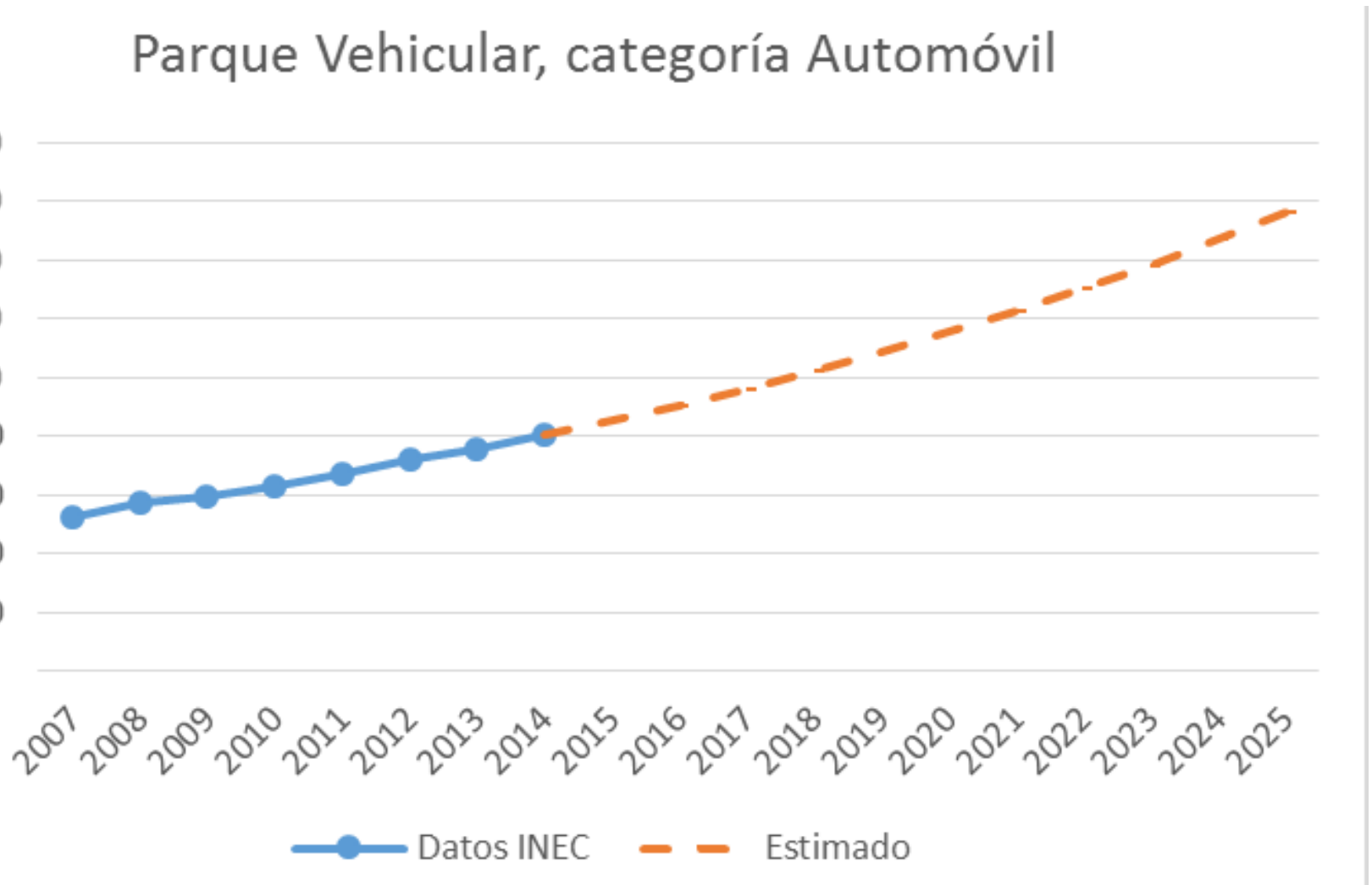
Antonio Bellet 292, Oficina 602, Santiago, Chile  
(+562) 224799650-(+562) 224346243

La edad promedio de la flota vehicular, considerando todas las categorías vehiculares, es de 16 años (2014)

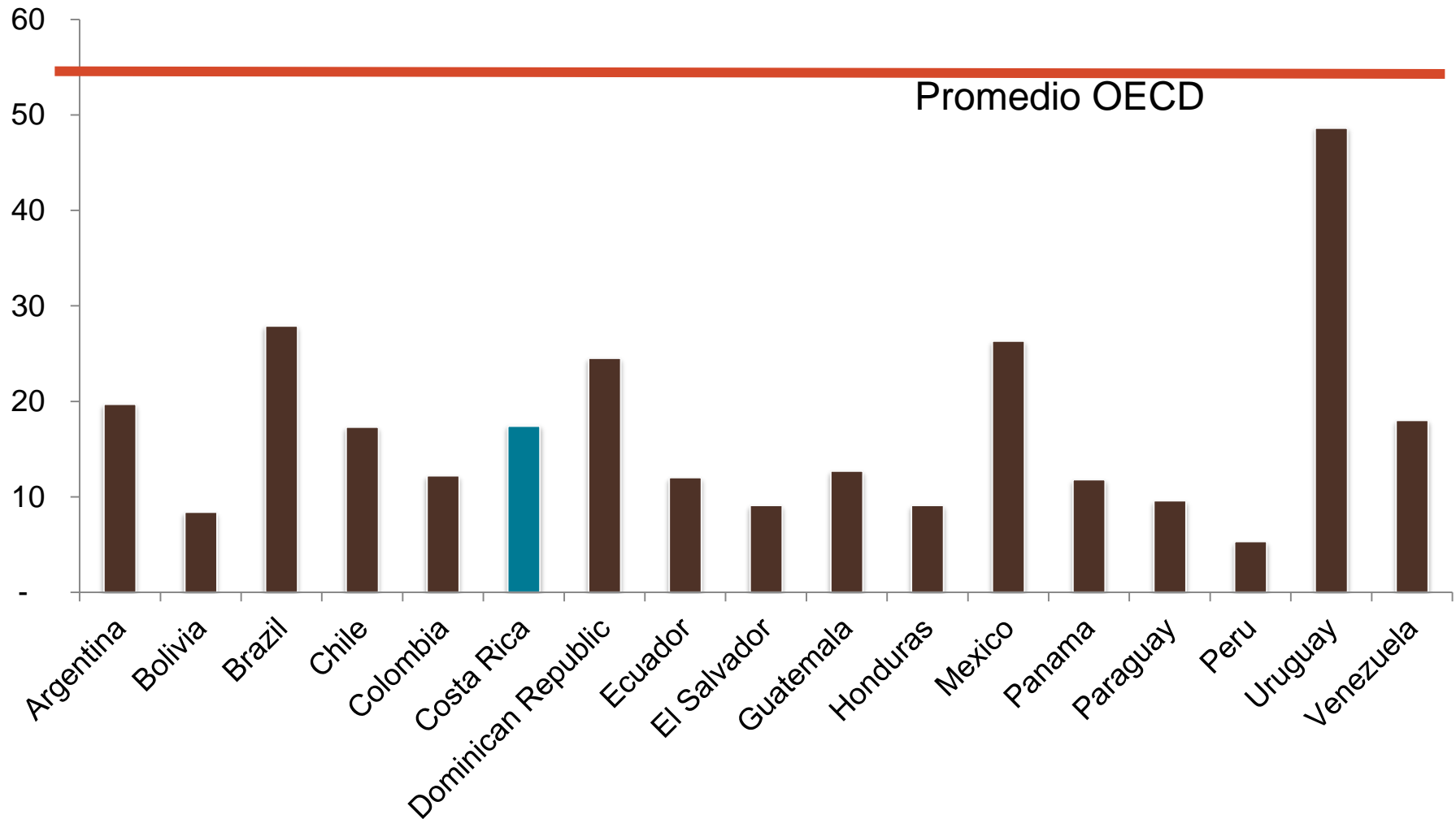




# El crecimiento del parque automotriz liviano es del 6% anual - 1.600.000 automóviles para el año 2025



# Vehículos por cada per 100 habitantes

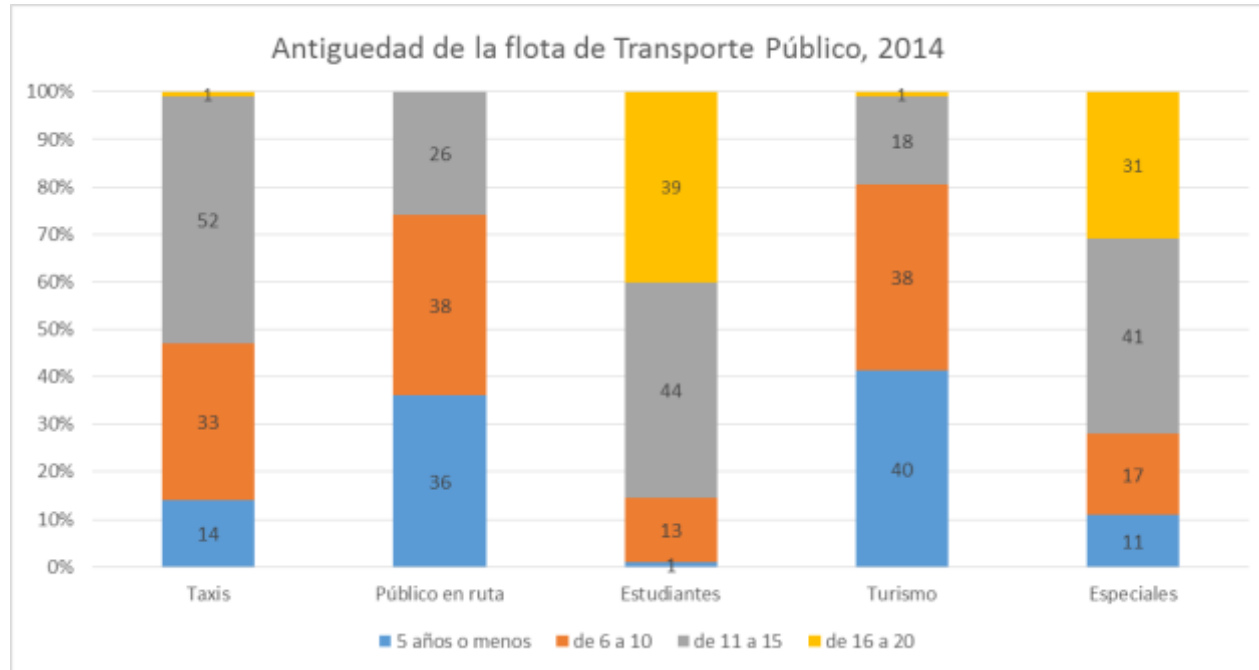


# Emisiones del parque automotor liviano 2014

	Emisión (Ton/año)			
	MP	NOx	CO <sub>2</sub>	Consumo de combustible
<b>Vehículos livianos</b>	374	14.083	2.933.035	935.290

- 1/3 del parque tiene más de 20 años.
- Se estima una incorporación de cerca de 760.000 vehículos en 10 años.
- Aumentos preocupantes de emisiones y consumo de combustible si no se regula el sector.

# Encuesta de Consumo Energético Nacional en el Sector Transporte de Costa Rica (2004)



- **AUTOBUSES;** el transporte público representa un 41.2% y los autobuses el 58.8% restante, es decir para el año 2013 se estima que la flota de transporte público sería aproximadamente de 7150 unidades.
- Por otro lado se tiene la distribución porcentual de la antigüedad de la flota del transporte público, edad promedio es de 7.5 años.

# Al rededor de la mitad del consumo energético de Costa Rica, proviene de fuentes fósiles – en decrecimiento

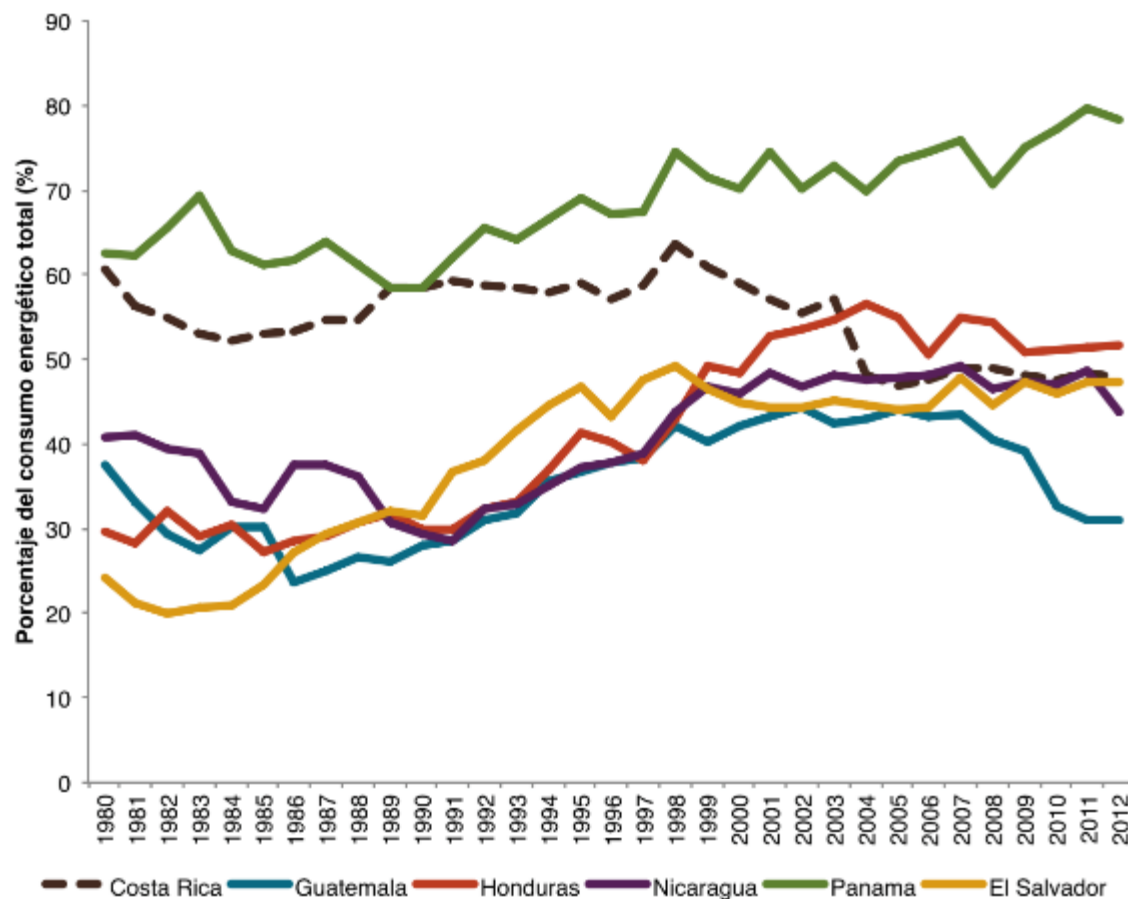


FIGURA 8 CONSUMO DE FUENTES FÓSILES EN PAÍSES DE CENTROAMÉRICA

FUENTE: BANCO MUNDIAL (2015)

Ventas de derivados de petróleo en Costa Rica han tenido un crecimiento moderado (2,4%) cuando se lo compara con el crecimiento del PIB (4,6%)

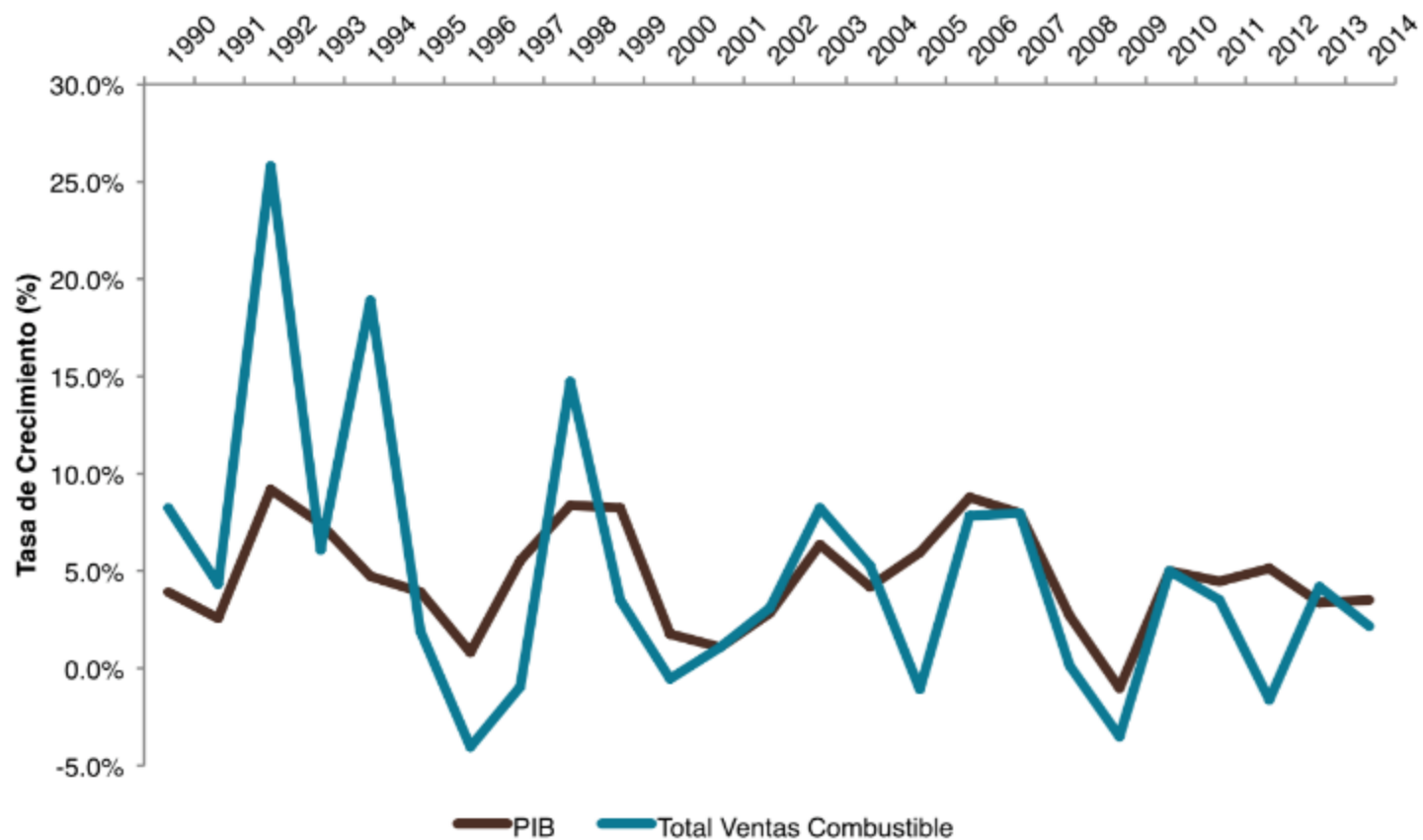


FIGURA 9 TASA DE CRECIMIENTO DE VENTAS DE COMBUSTIBLE Y PIB (1990-2014)

FUENTE: BANCO MUNDIAL (2015) Y RECOPE (2014)



Costa Rica presenta los índices de emisiones más altos - cercanos al 70% - como porcentaje del total de la quema de combustibles en Centroamérica

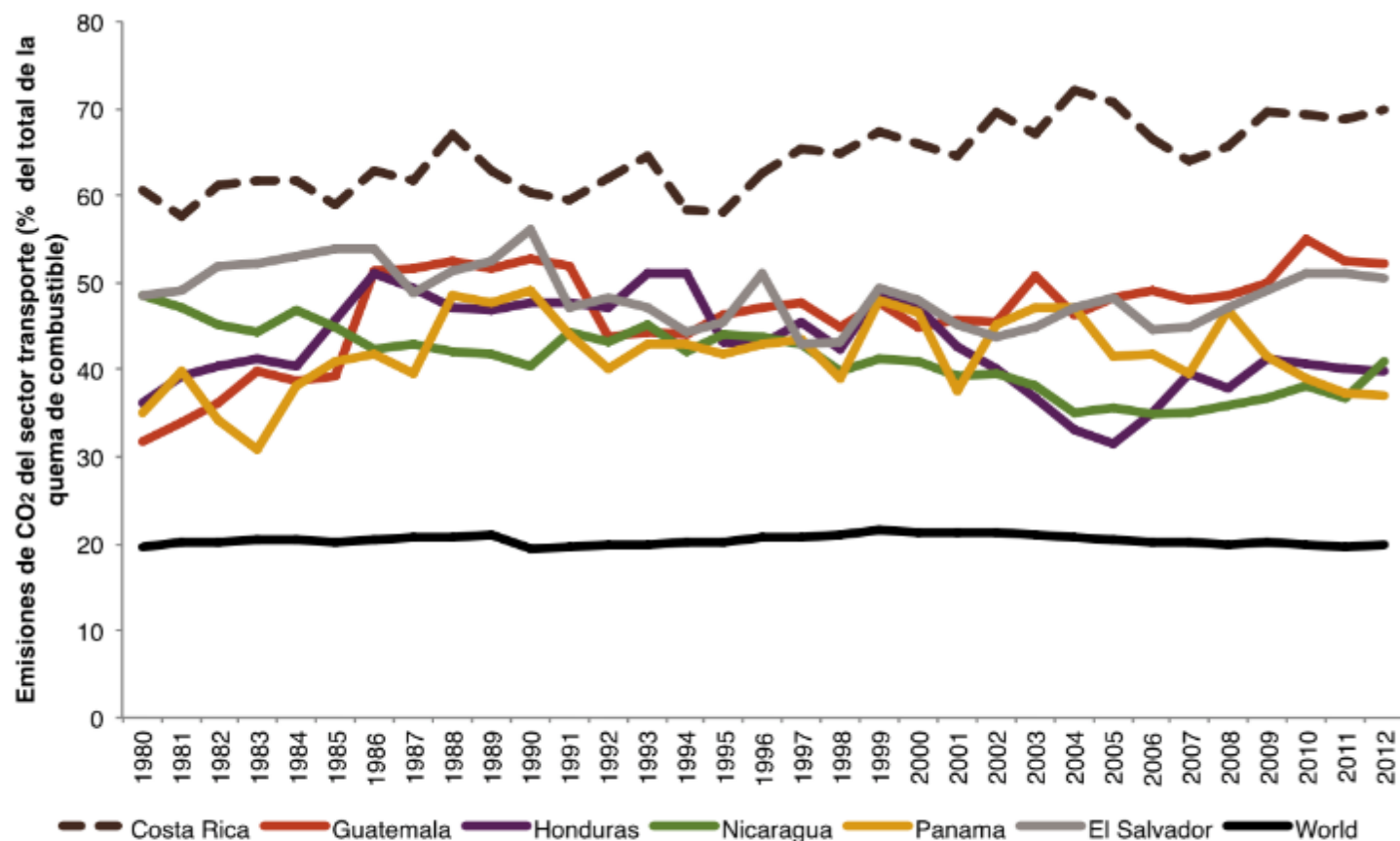


FIGURA 11 EMISIONES DE CO2 SECTOR TRANSPORTE EN PAÍSES DE CENTRO AMÉRICA.

FUENTE: BANCO MUNDIAL (2015)

# El sector transporte es el mayor consumidor de recursos petroleros en Costa Rica - 47% del consumo final energético y 81% del consumo final de derivados de petróleo

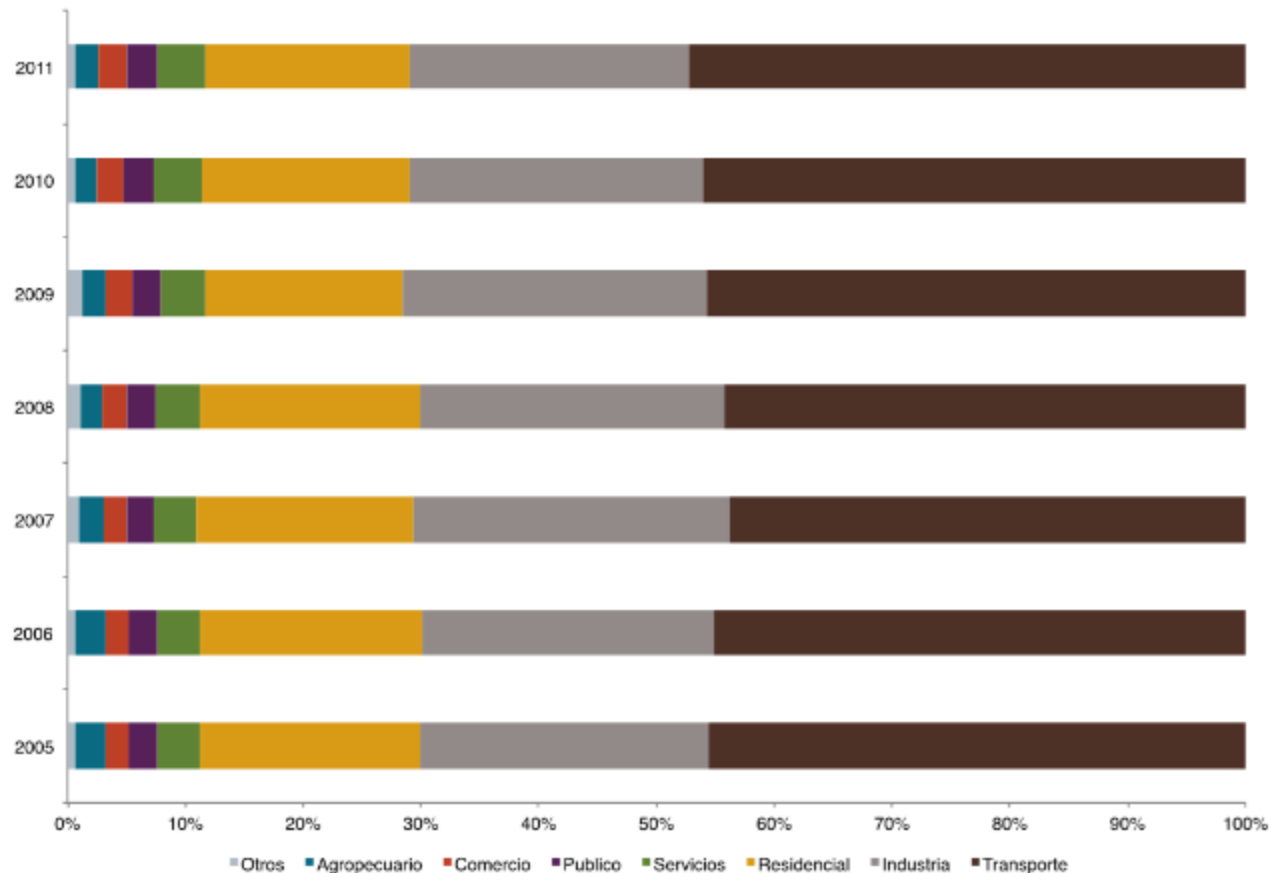


FIGURA 10 CONSUMO ENERGÉTICO FINAL POR SECTOR EN COSTA RICA

FUENTE: MINAE (2012)

Los combustibles para transporte terrestre que se comercializan en Costa Rica son de tres calidades: gasolina Súper, Plus 91 y diésel de bajo contenido de azufre (50ppm)

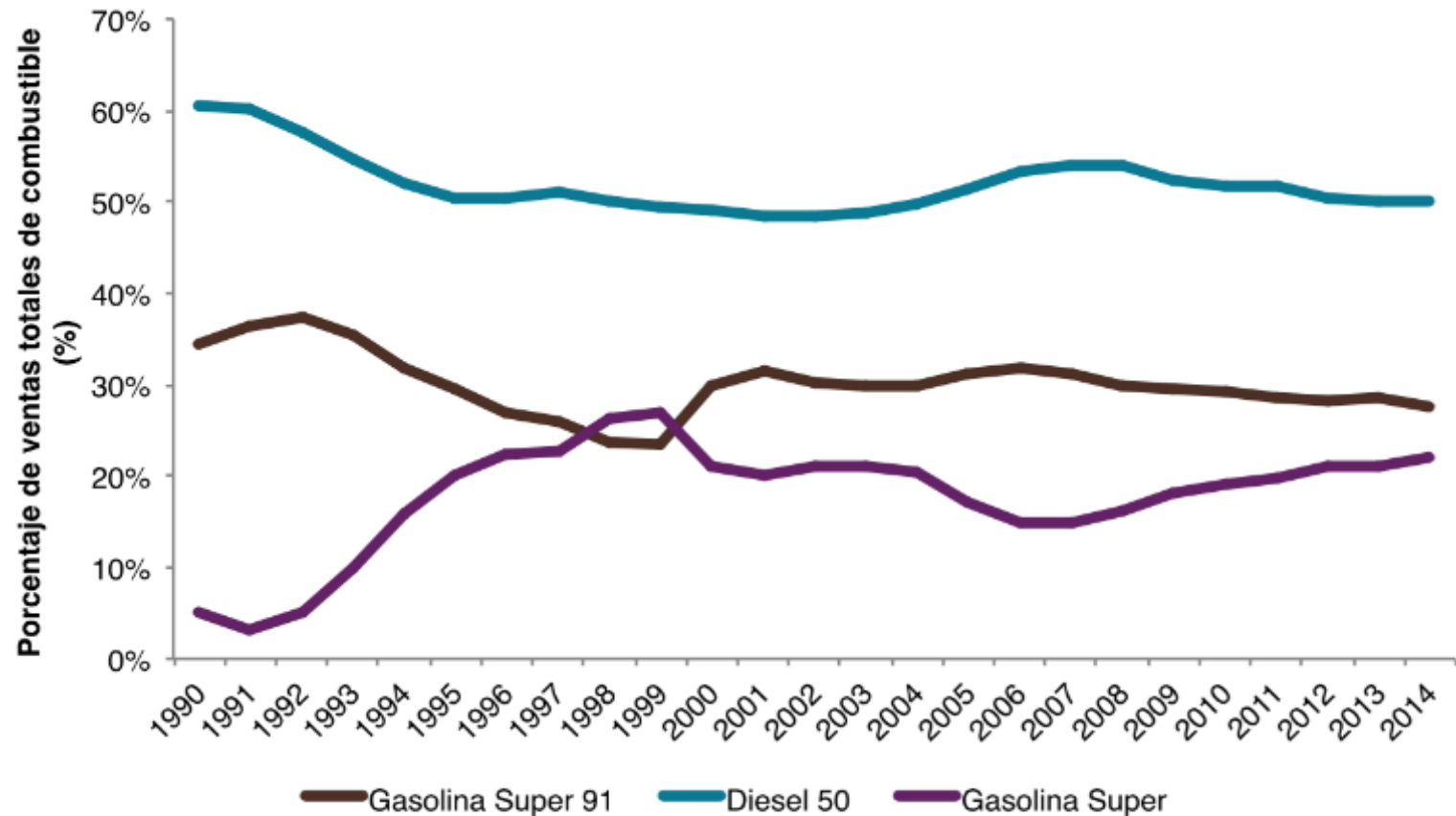


FIGURA 12 CONSUMO DE COMBUSTIBLES PARA EL SECTOR TRANSPORTE

FUENTE: RECOPE (2014)

# Proyección de demanda de derivados en el VII Plan Nacional de Energía 2015-2030 (MINAE 2015)

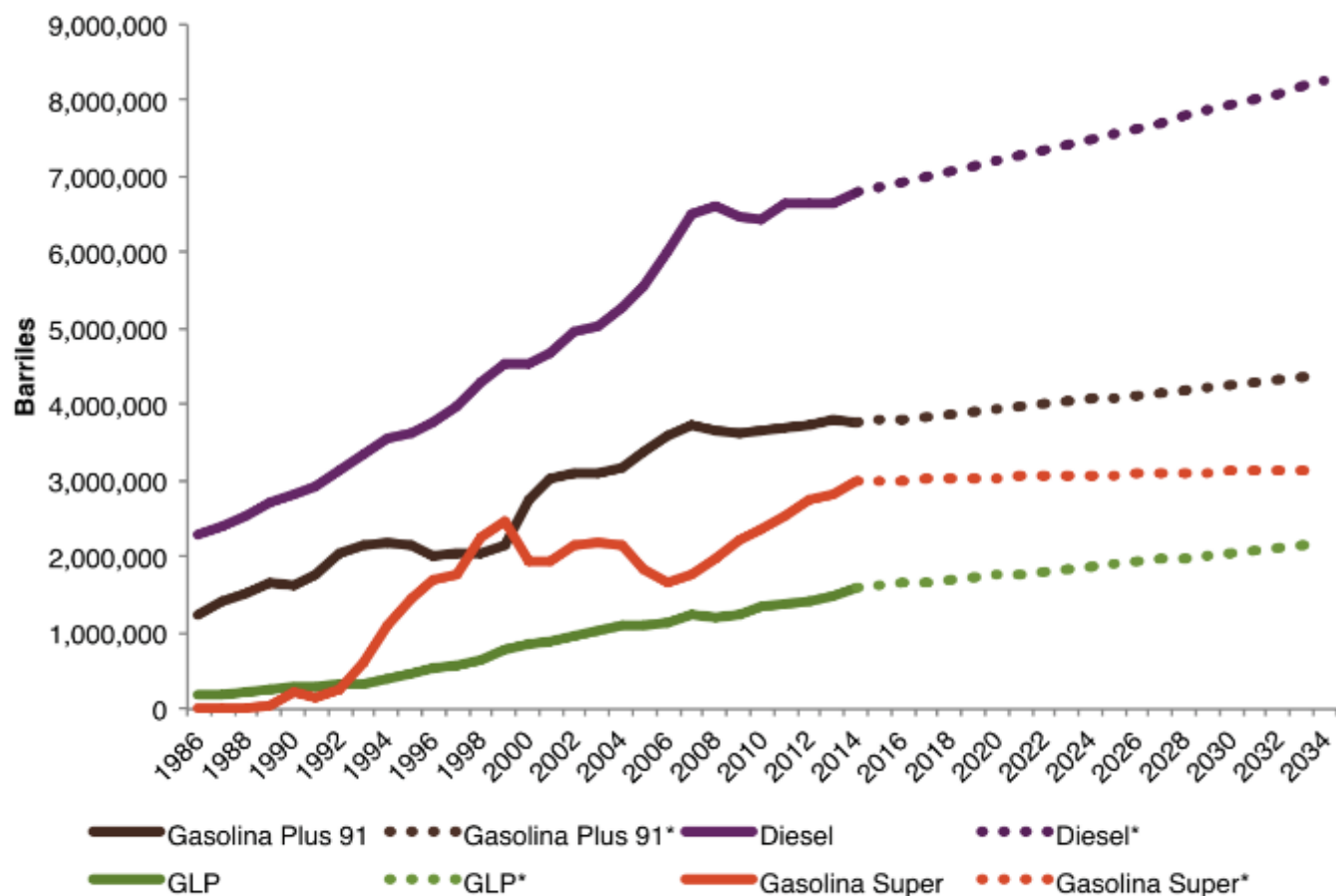


FIGURA 13 PROYECCIONES DE CONSUMO DE COMBUSTIBLES (1986-2034)

FUENTE: ADAPTADO DE MINAE (2015)

# Contexto internacional: Evolución reciente del mercado de crudo y derivados

- Después de llegar a registrar precio de USD \$105 por barril (06/2014), WTI se desplomó en más de un 57%, llegando a los USD \$45 por barril (09/2015)
- La gasolina convencional y el diésel de bajo contenido de azufre provenientes del Golfo de Estados Unidos han perdido más del 51%
- Razones de la reducción en precios:
  - Crecimiento en la producción petrolera de Estados Unidos, actualmente situada en 9,3 millones de barriles diarios, la cual ha experimentó durante el año pasado el incremento más alto en su historia (EIA 2015b).
  - Países OPEP no han reducido su producción de crudo.
  - Expectativas de crecimiento poco optimistas de economías emergentes, lideradas por China
  - En el corto plazo podemos ver que estas presiones sobre el mercado no disminuirán

# Precios de gasolina y diesel del Golfo de EE.UU. se han reducido a niveles de la crisis de 2009

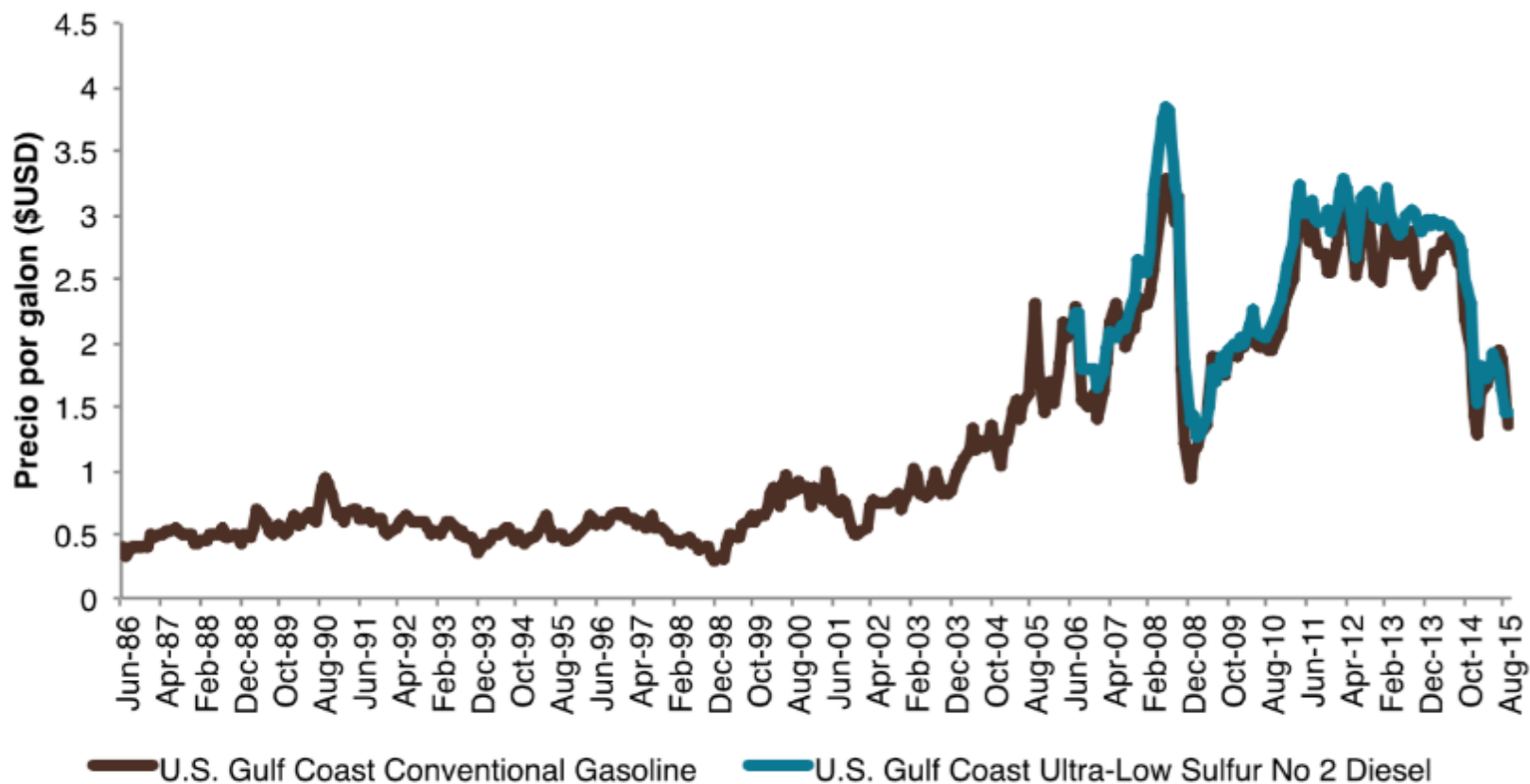


FIGURA 15 PRECIOS DE GASOLINA Y DIÉSEL DEL GOLFO DE ESTADOS UNIDOS

FUENTE: EIA (2015a)



# Lo mismo ha pasado con los precios de crudo – West Texas Intermediate y Brent

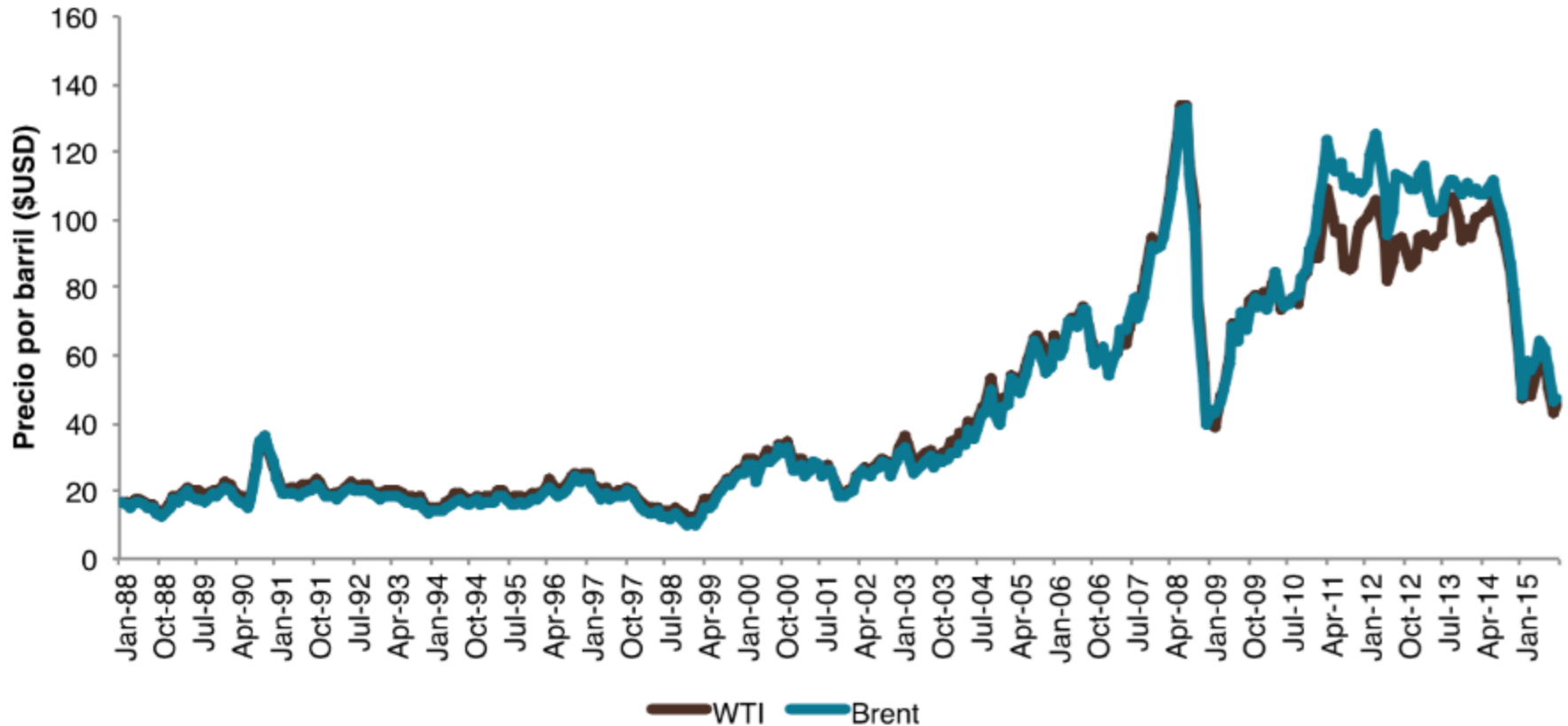


FIGURA 14 PRECIOS HISTÓRICOS DE CORRIENTES DE CRUDO - WTI Y BRENT

FUENTE: EIA (2015a)

En Costa Rica las gasolinas Súper y Plus 91 tuvieron una reducción de 19% y 21% y el diésel del 35% en el mismo periodo – menor a rebajas internacionales

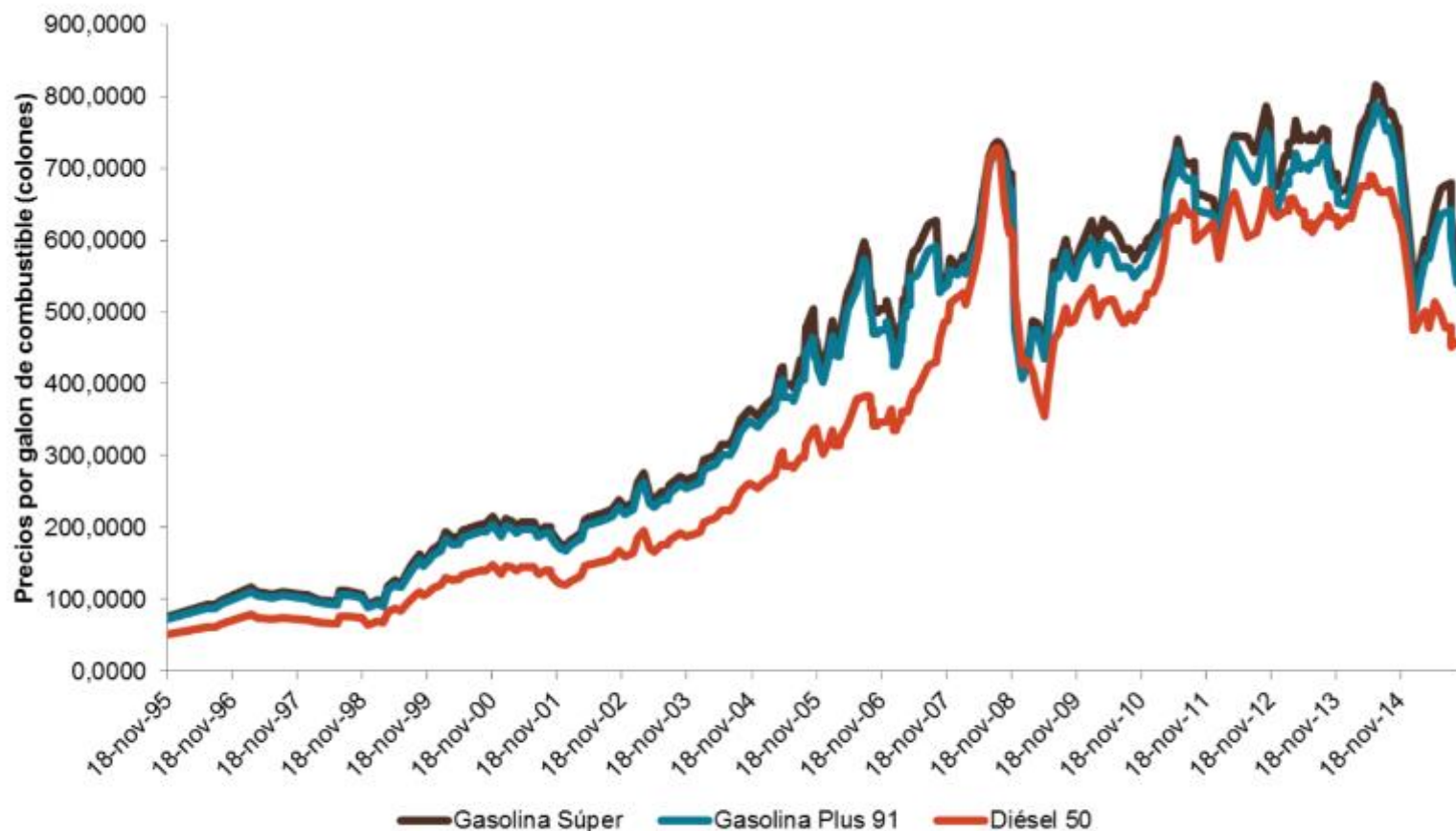


FIGURA 23 PRECIOS HISTÓRICOS DE COMBUSTIBLES EN COSTA RICA

FUENTE: RECOPE (2015b)

# Costa Rica tienen los precios de combustibles más altos de la región pero también los de mejor calidad

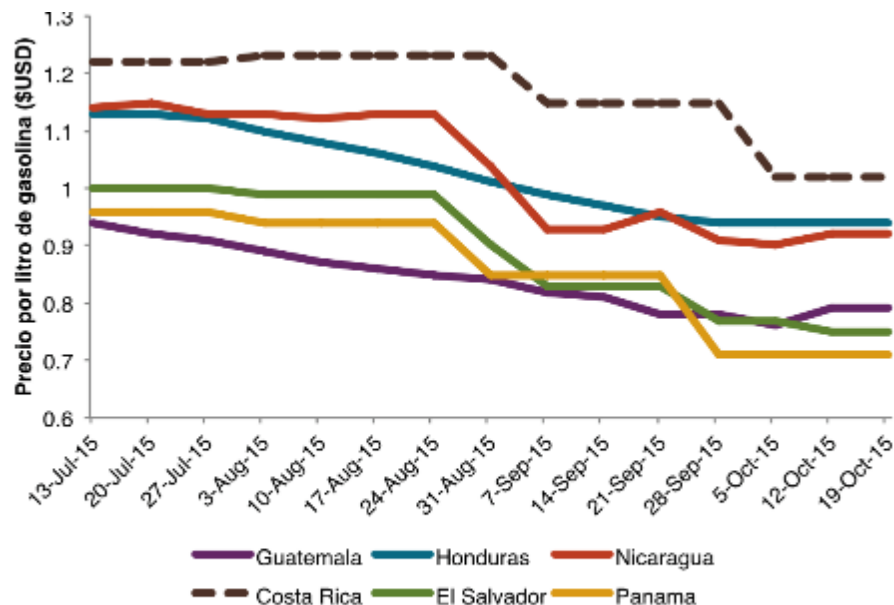


FIGURA 25 PRECIOS DE GASOLINA EN CENTROAMÉRICA

FUENTE: GLOBAL PETROL PRICES (2015)

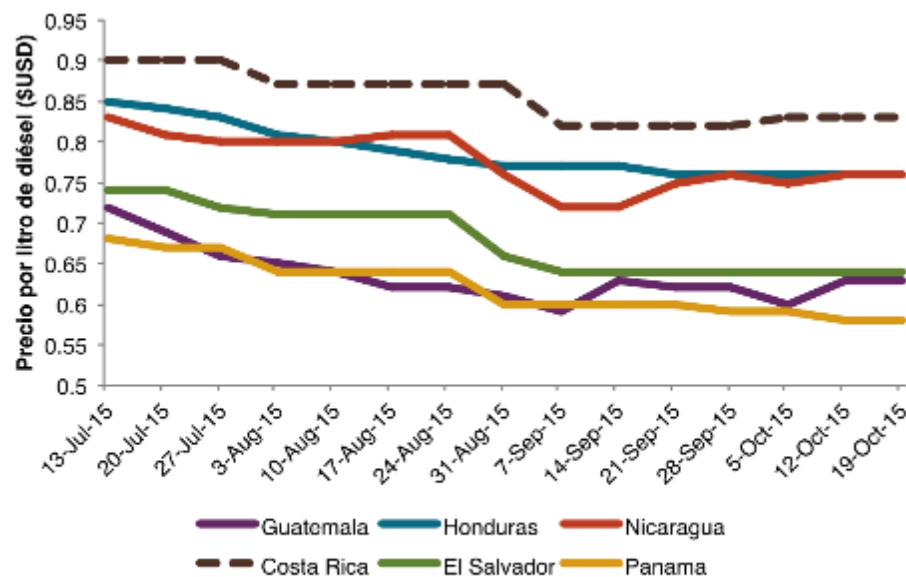


FIGURA 26 PRECIOS DE DIÉSEL EN CENTROAMÉRICA

FUENTE: GLOBAL PETROL PRICES (2015)

- Esto es particularmente relevante para el diésel, ya que mientras Costa Rica
- Costa Rica importa combustible con un contenido de azufre inferior a 15 ppm y tiene una normativa que rige un máximo de 50 ppm, el resto de los países de la región tienen combustible de más de 500 ppm de contenido de azufre - con la excepción de Panamá que tiene diésel con 365 ppm.

# Costa Rica tienen los precios de combustibles más altos de la región pero también los de mejor calidad

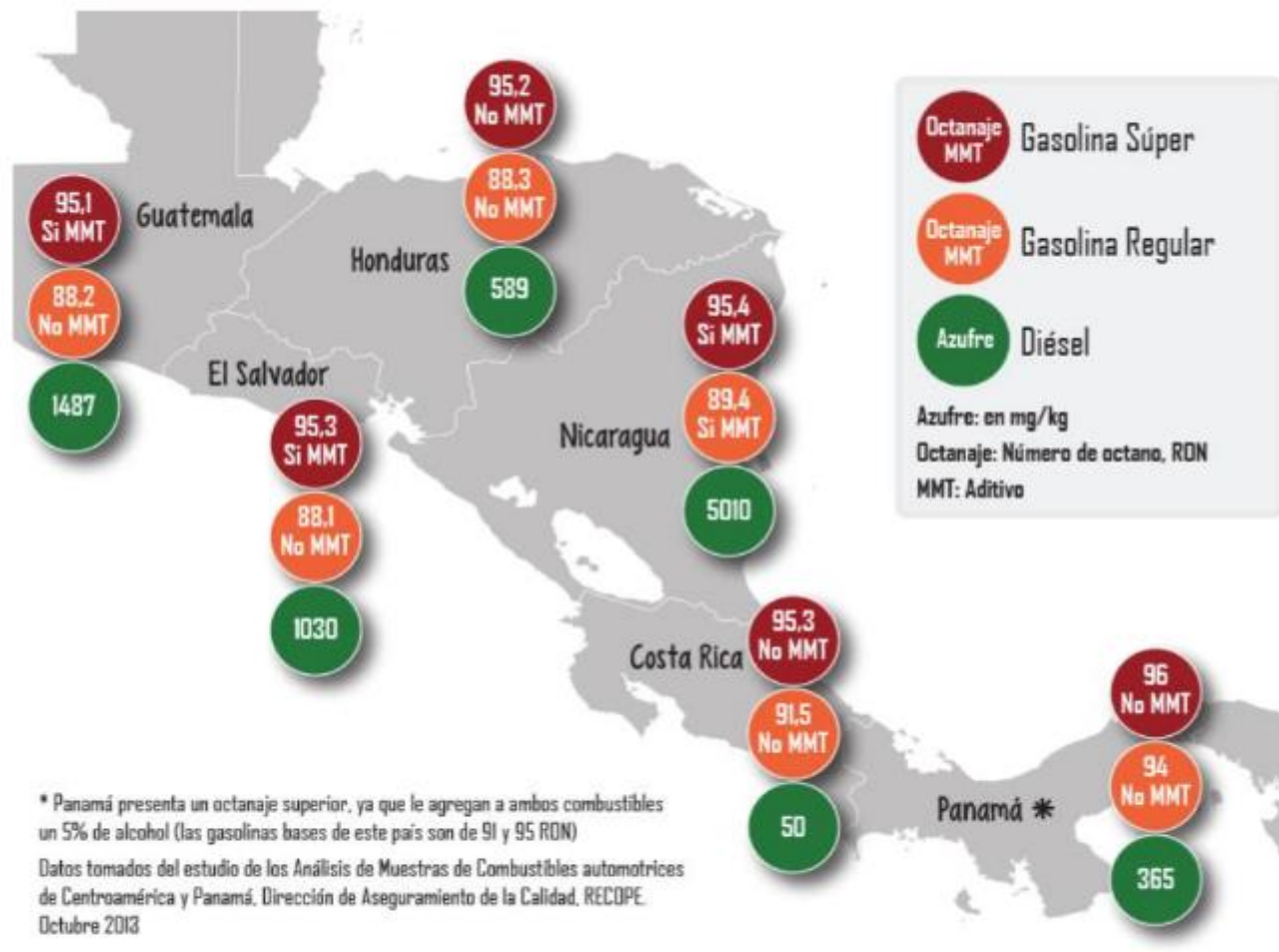
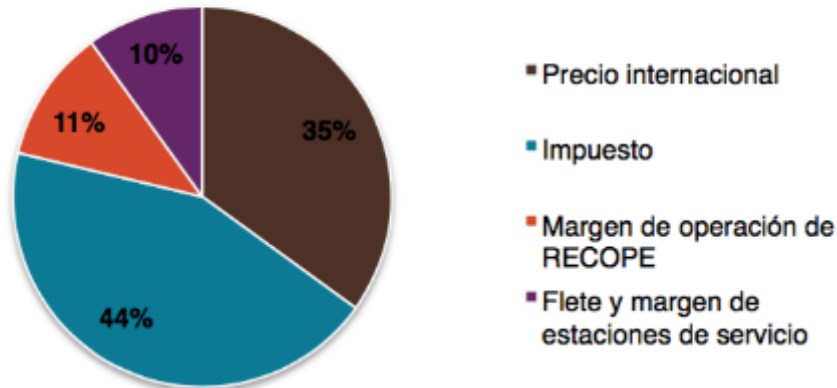


FIGURA 24 CALIDAD DE COMBUSTIBLES EN CENTRO AMÉRICA

Composición de precios se divide en: precio internacional, el impuesto, margen de operación de RECOPE y de las estaciones de servicio.

### Gasolina Súper y Plus 91



### Diésel 50

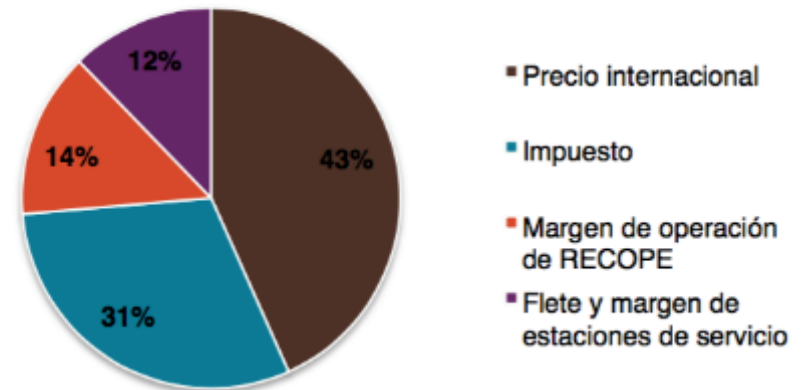


FIGURA 22 COMPOSICIÓN DE PRECIOS DE COMBUSTIBLE EN COSTA RICA

FUENTE: RECOPE (2015a); PRECIOS VIGENTES AL 1 DE OCTUBRE DE 2015



# El diferencial de precio es mínimo entre el diésel con un contenido de azufre entre 15-500 ppm y aquel de 15 ppm

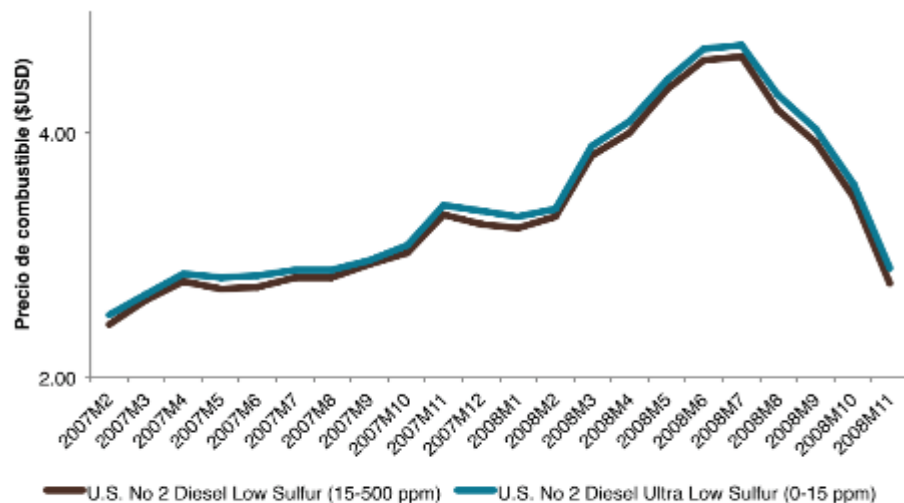


FIGURA 27 PRECIO DE DIÉSEL EN EE.UU. POR CONTENIDO DE AZUFRE

FUENTE: EIA (2015c)

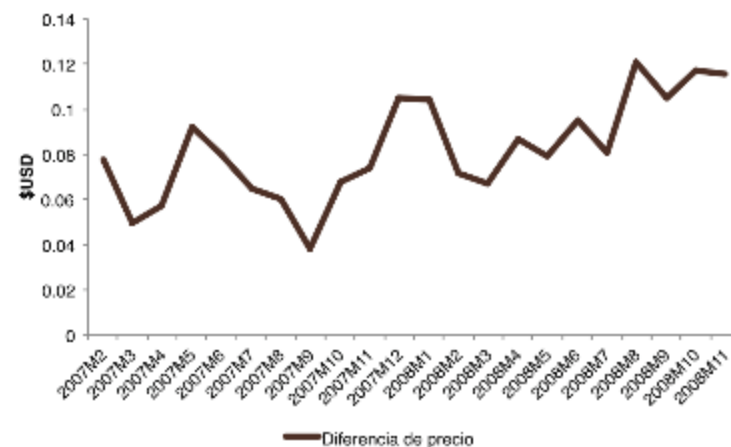
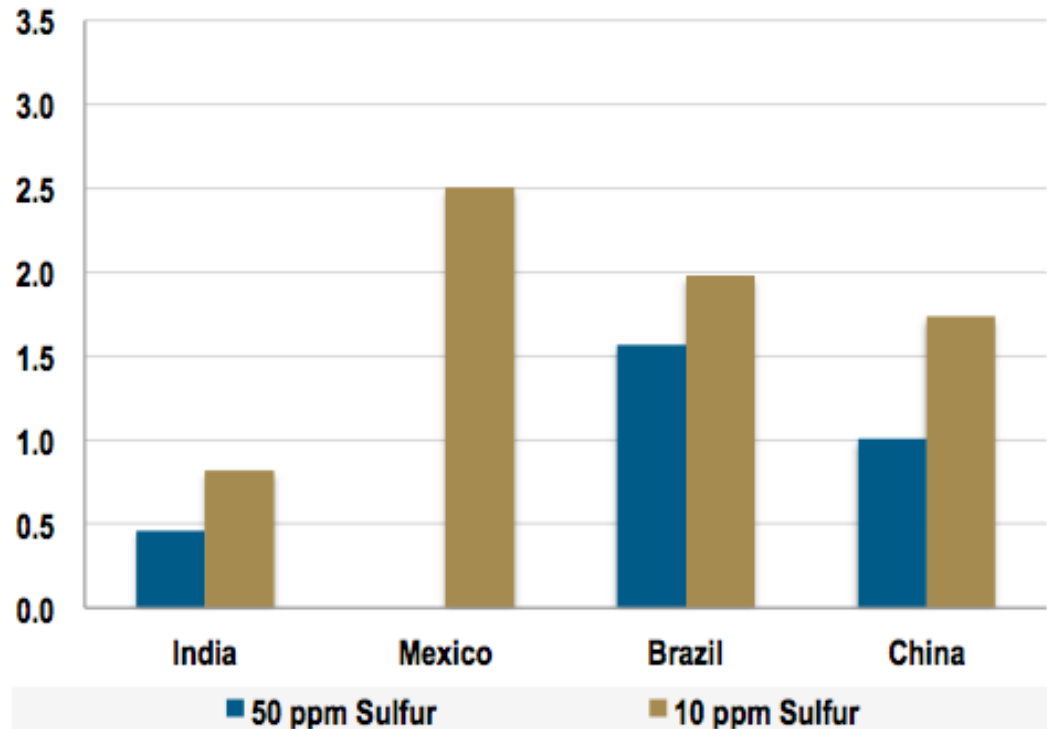


FIGURA 28 DIFERENCIA DE PRECIO ENTRE DIÉSEL CON CONTENIDO DE AZUFRE ENTRE 15-500 PPM Y 0-15 PPM

FUENTE: EIA (2015c)

- Como podemos ver, entre 2007 y 2008, cuando en Estados Unidos todavía se comercializaban los dos tipos de combustible con grados distintos de contenido de azufre, la diferencia promedio fue de \$0,08
- Dado los beneficios, en salud pública y cambio climático, de las tecnologías vehiculares asociadas a consumo de diésel de menor contenido de azufre, el bajo diferencial de costos se vuelve aún más relevante.

# El diferencial de precio sigue siendo bajo cuando se considera inversión en refinerías

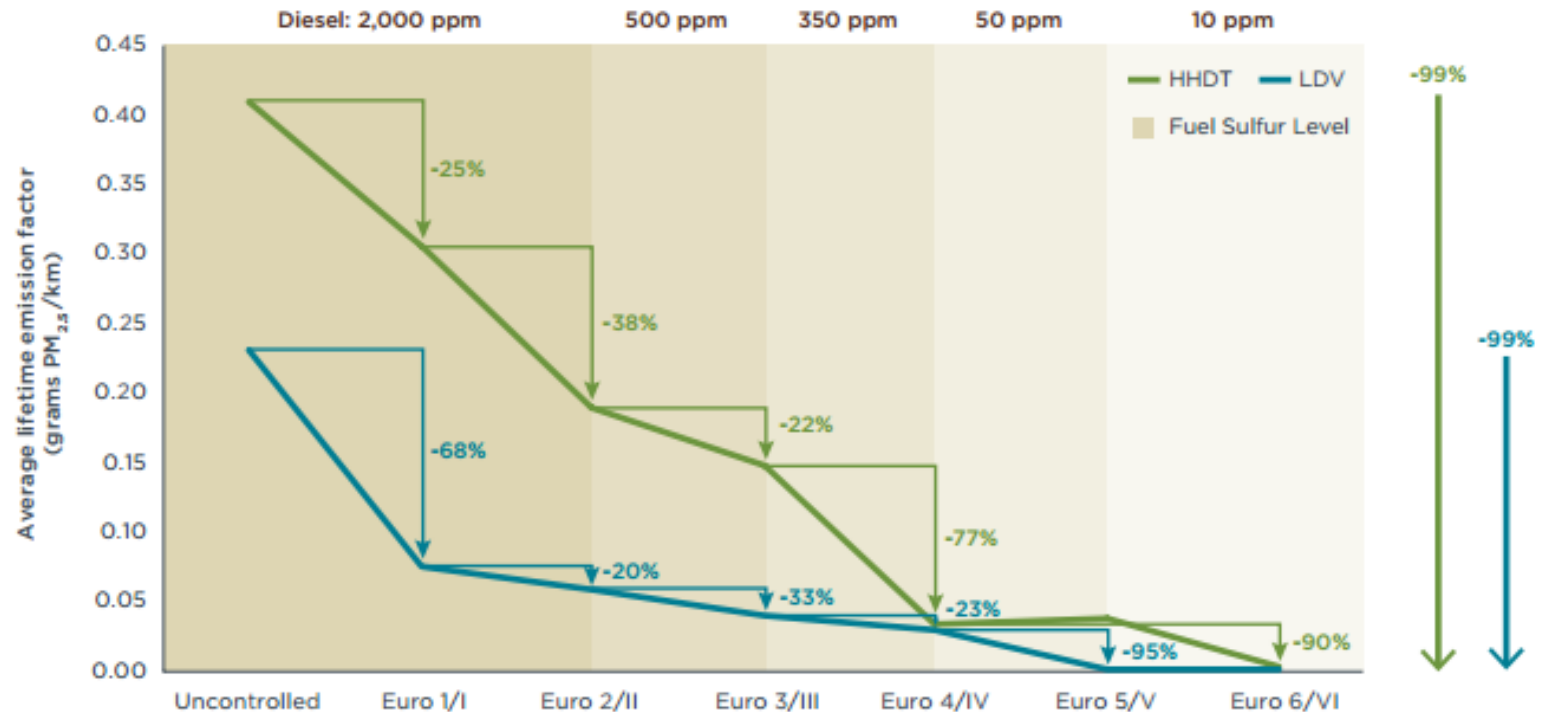


- Costo estimado para Diesel (on-road) a distintos niveles de azufre
- Considerando parámetros de inversión a nivel de país en centavos/litro (USD)

## 6. Beneficios de combustibles más limpios en Costa Rica

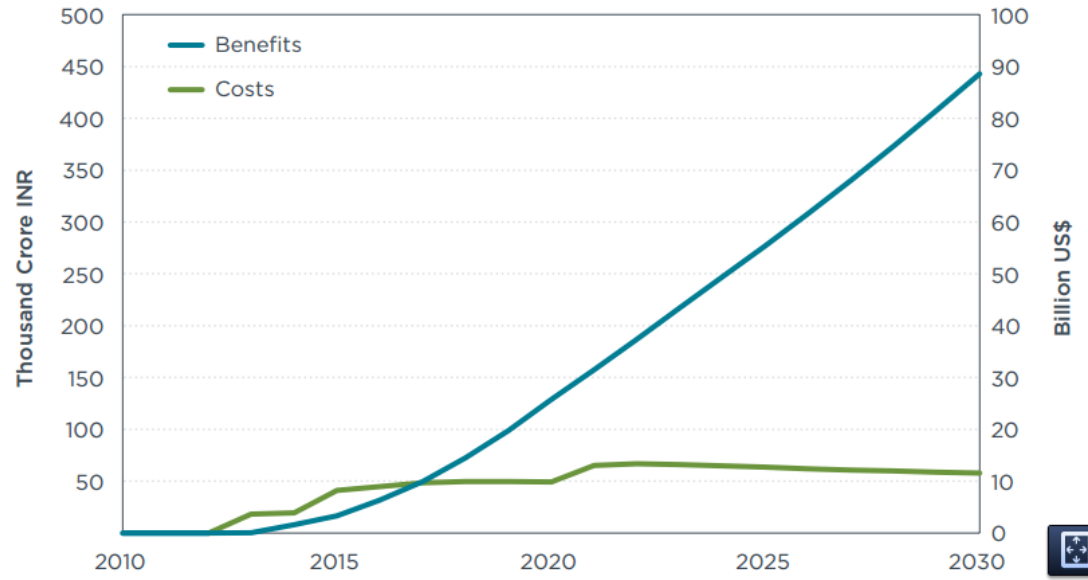


# Combustibles con bajo contenido en azufre permiten la introducción y el uso de nuevas tecnologías en vehículos



- Efecto directo en las emisiones de MP, SO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes, tanto en vehículos nuevos, como vehículos en uso.
- Permite la incorporación de tecnologías relacionadas con el abatimiento de NOx que pueden ser **superior al 90%** en vehículos a gasolina y diésel y en el caso del **MP** la eficiencia puede llegar a ser de un **100%**.

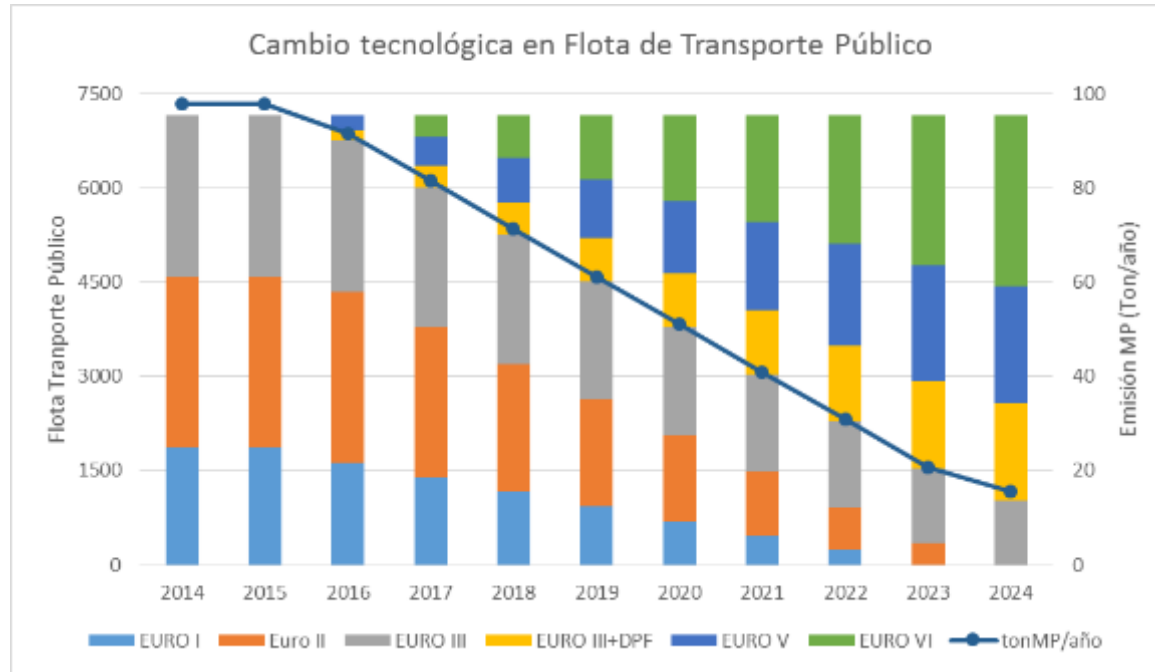
# Los costos son más bajos que la variación típica de los mercados



- Son más bajos que la variación típica de los mercados
- India: determina beneficios netos cercanos a \$ 80 mil millones de dólares en un periodo de 20 años (2010-2030), asociados a la incorporación de combustible con ultra-bajo contenido de azufre en conjunto con normativas más estrictas

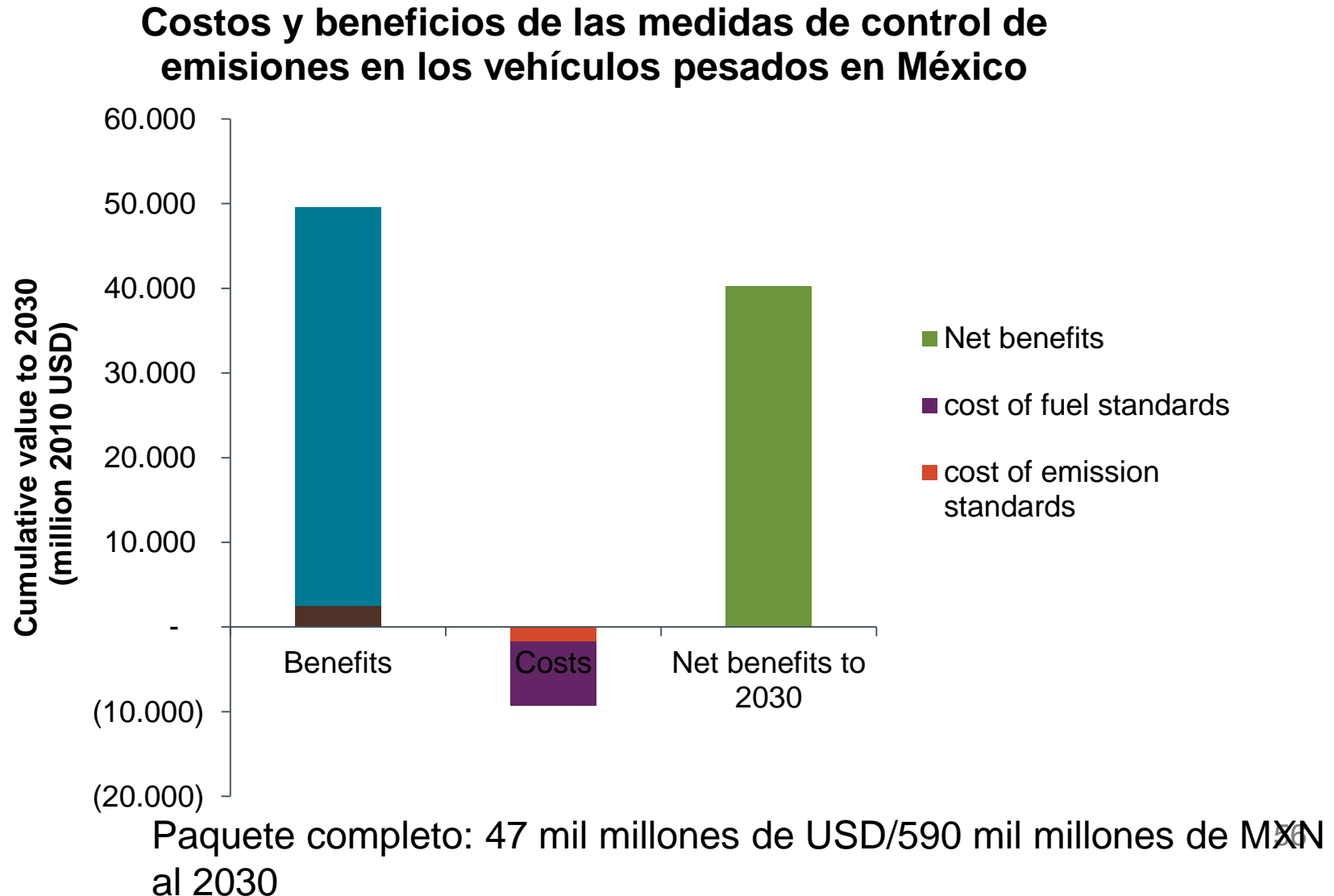


# Simulación realizada para flota de transporte público con diferentes normas y controles de emisión



- Los resultados de cambio tecnológico ambicioso
- En términos generales, con un cambio tecnológico se esperan considerables reducciones de las emisiones de MP cercano al **80% en 10 años**. Mejora que se puede expresar, además de la contaminación local, en el cambio climático, puesto que las emisiones de hollín representan cerca del 70% de las emisiones de MP de combustible diésel

# Los beneficios en salud predominan en los beneficios netos de las medidas



# Recomendaciones



Fuente: ECF

# Recomendaciones para mejorar calidad de combustibles y vehículos en Costa Rica

---

- Primeras conclusiones
  - Importancia de no perder el enfoque: Lo que importante es la mejora en la calidad del aire
  - Implementar un enfoque de sistema: Normas de emisiones para vehículos, combustibles limpios, y programas de control de emisiones para vehículos en uso
  - Los combustibles limpios son un prerrequisito para tecnologías avanzadas que reducen emisiones cercanas a cero

# Recomendaciones para mejorar calidad de combustibles y vehículos en Costa Rica

---

- Recomendaciones:
  - Focalizar medidas de control para MP2,5 provenientes de las partículas de hollín de diesel
  - Hacer un esfuerzo regulatorio para limitar contenido de azufre en diesel a 10-15 ppm
  - Esto es esencial para aprovechar tecnologías de control de emisiones
  - Avanzar lo antes posible en normas de emisiones Euro 5/V
  - Junto con normas mas exigentes, promover la incorporación de filtros de partículas de diesel



# Estudio preliminar de impacto del transporte en la calidad del aire en San José, Costa Rica





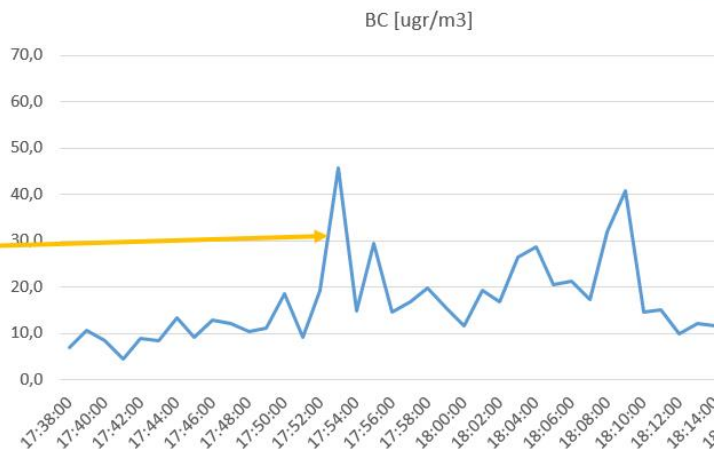
# Antecedentes

---

- San José cuenta con una estación de monitoreo, donde se mide manualmente y tres veces a la semana concentraciones de MP2.5.
- El sector de los hospitales queda en las cercanías de calles con alto tráfico de vehículos pesados (Paseo Colón).
- El sector de los hospitales queda en las cercanías de calles con alto tráfico de vehículos pesados (Paseo Colón).
- En Abril del 2015 se realizó un *sniffer* con un monitor de BC portátil en el centro de San José, donde se observó un aumento de las concentraciones en las cercanías de los hospitales.



Nive  
Med  
Epis  
Grar  
Atm



Estudio preliminar de impacto del transporte  
en la calidad del aire en San José, Costa Rica

# Antecedentes

---

- Existen evidencias científicas, provenientes de estudios epidemiológicos, que indican que las emisiones de Black Carbon (BC) están relacionadas con daños en salud (Invernizzi, 2011).
- El año 2012, la OMS clasificó las emisiones de diésel como carcinogénicas, sugiriendo a su rama europea la creación de estándares de salud pública para los niveles de *black carbon* (BC).

# Antecedentes

---

- **Objetivos**

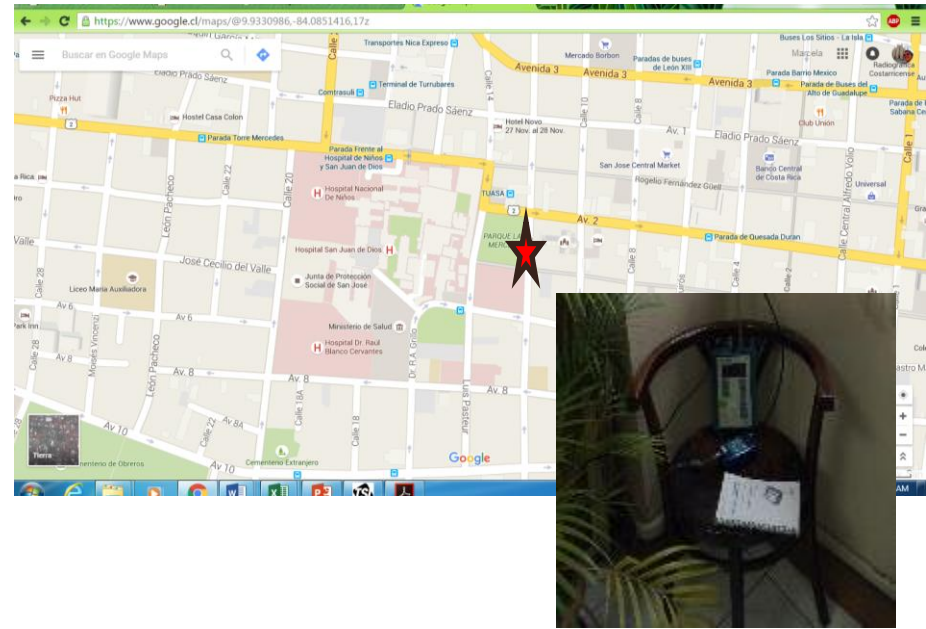
- Sensibilizar a las autoridades sobre los niveles de concentraciones de contaminantes cancerígenos en las inmediaciones de los hospitales de San José, para de esta manera poder realizar una campaña de monitoreo para determinar el impacto del transporte en la calidad del aire en San José.

- **Hipótesis**

- Las concentraciones de BC en las inmediaciones del sector de los hospitales en San José son mayores a los encontrados en otro sector de la ciudad; los cuales son originadas principalmente de las emisiones del transporte en el sector.

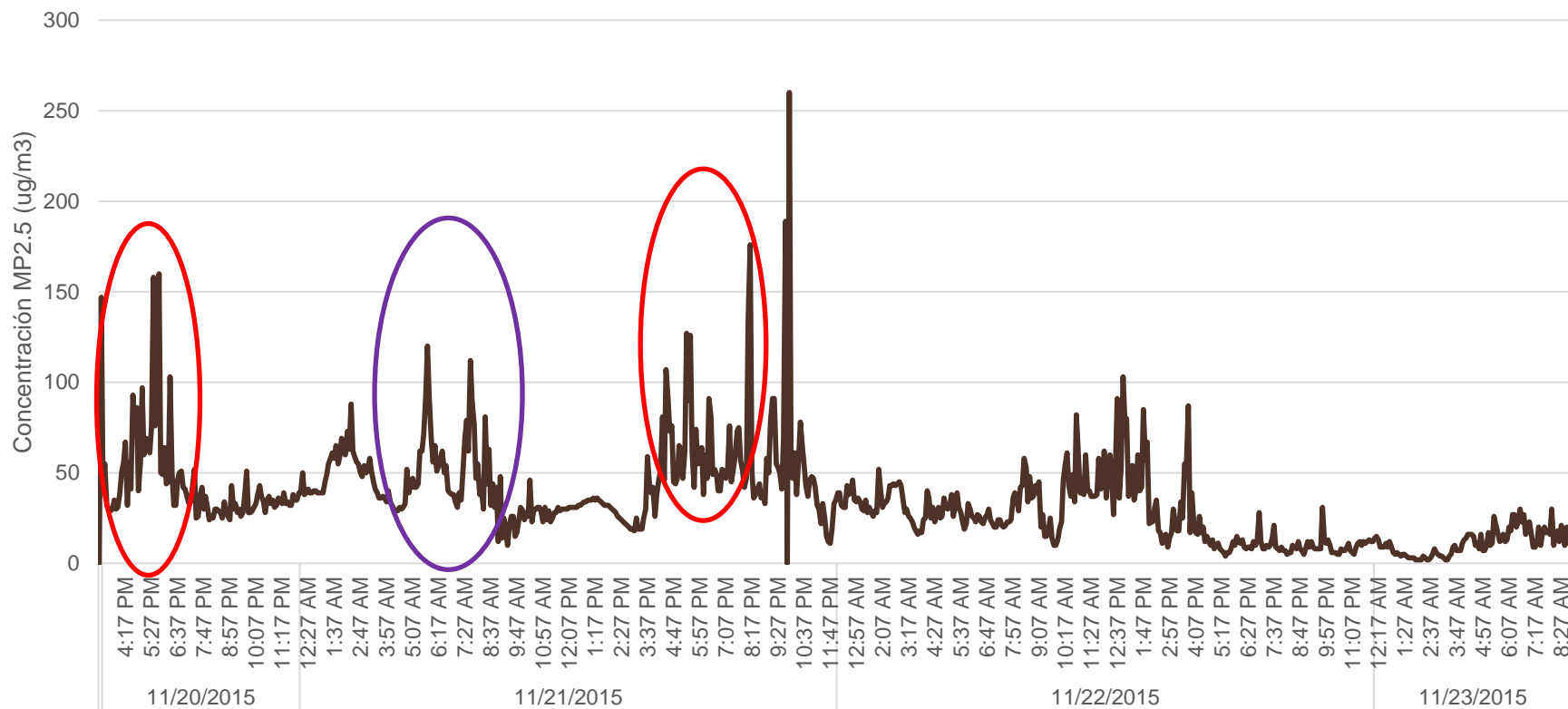
# Campaña de monitoreo

- Duración: 1 semana en un lugar de alto tráfico e impacto de la ciudad: Sector de hospitales (hot spot transporte lejos de otra fuente de emisiones).
- Monitores: continuos en tiempo real (5 minuto), DustTrak (TSI) para monitoreo de MP2.5. Microathalometer (AethLabs) para monitoreo de BC.
- Se medirá con un monitor continuo de MP2.5 para poder relacionarlo con emisiones de transporte (BC).
- Se realizará un perfil diario y semanal de las concentraciones de BC.



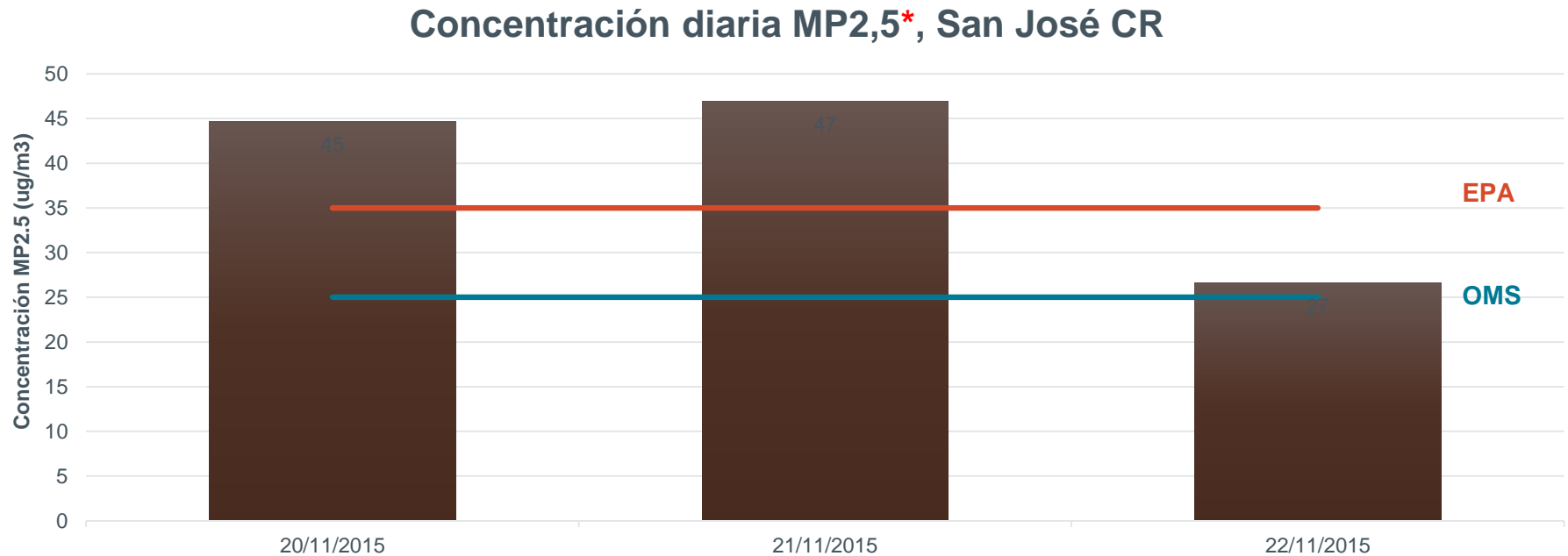
# Resultados preliminares: Concentración MP2.5 en sector Transporte

Concentración MP2.5, San José Costa Rica





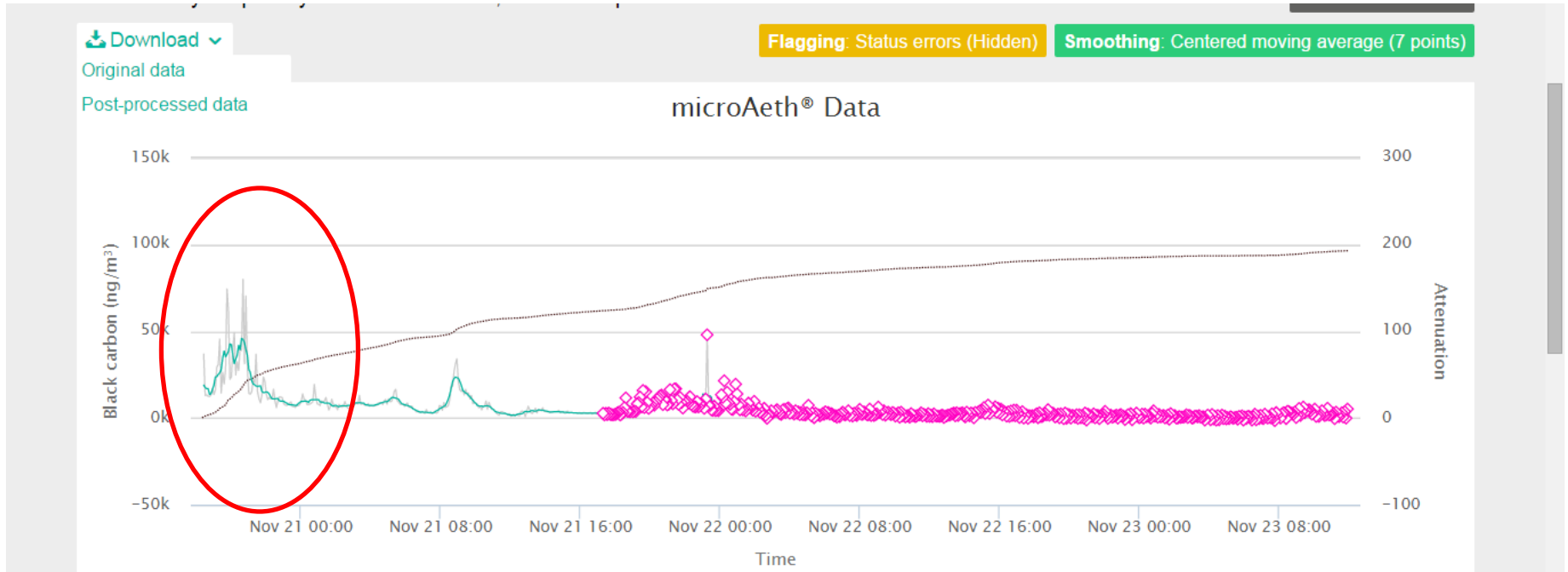
# Concentraciones promedio diarios de MP2.5



## ■ Consideraciones

- 20 de Noviembre se monitoreo desde las 15 hr.
- No se realizó un promedio móvil como lo indica la normativa.
- Sector impactado directamente por transporte.

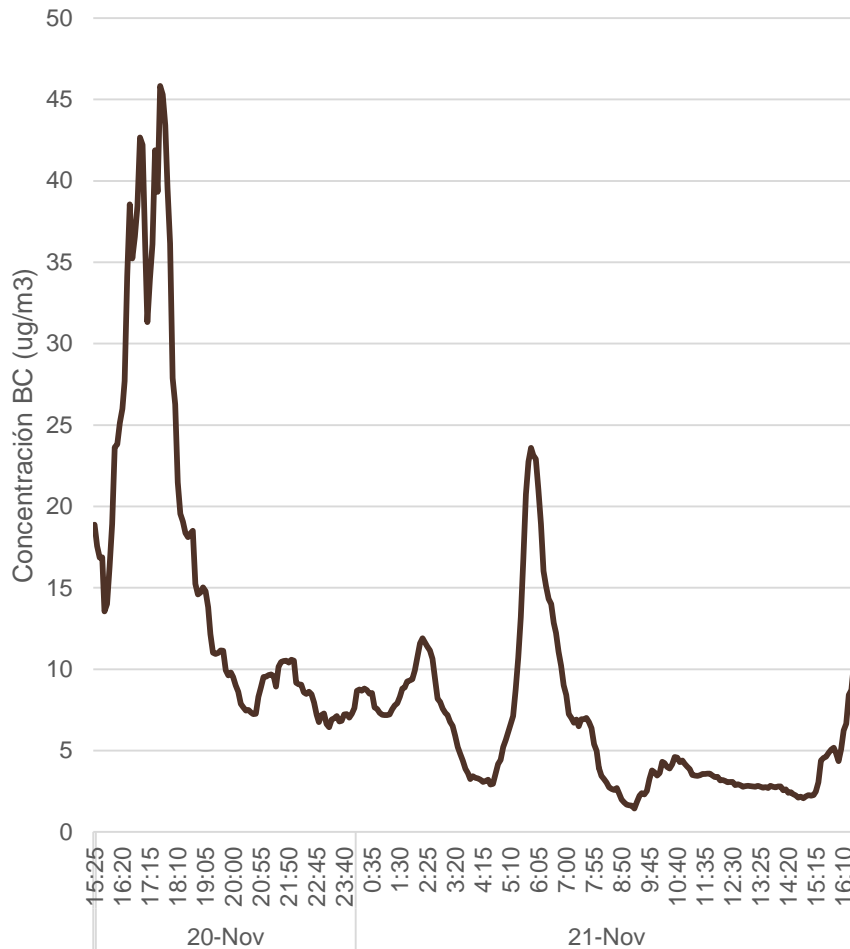
# Resultados preliminares: Hollín



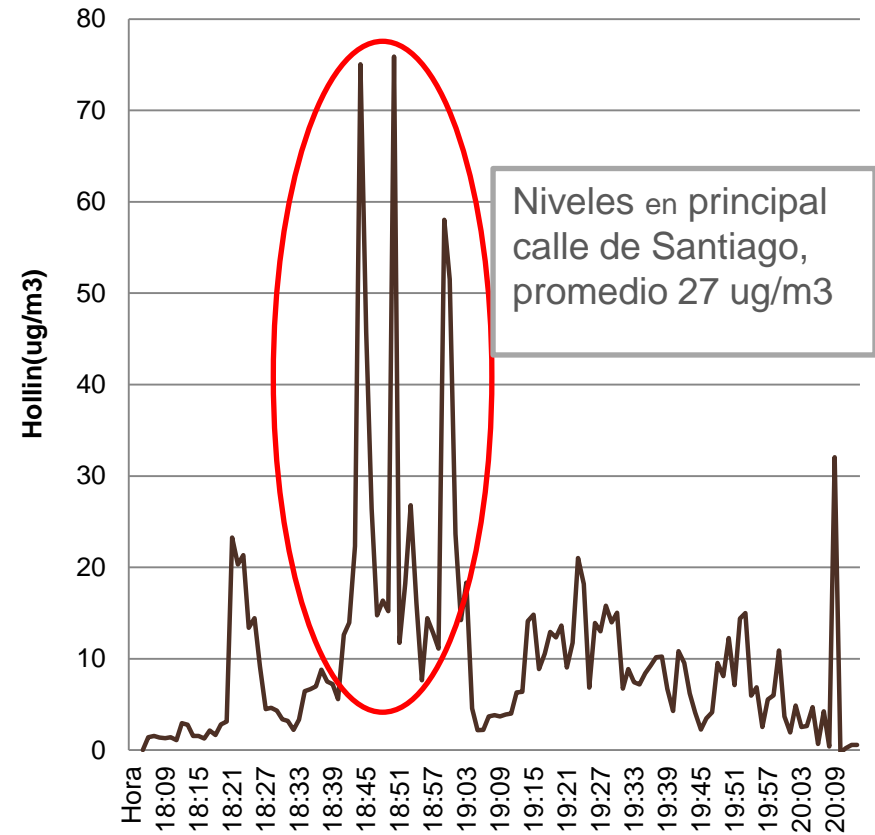
- El filtro de BC se saturó en 1 día de monitoreo (Sábado a las 16:35)
- Datos suavizados, promedio móvil centrado (con 7 datos)

# Concentración de Hollín en San José

Concentración Hollín en San José CR



Hollin en Santiago: Trayecto en Bus



Muchas Gracias!

sebastiangalarza@gmail.com

mcastillo@cmmolina.cl