

# REGULACIONES SOBRE EMISIONES DE VEHÍCULOS PESADOS EN MÉXICO

## ICCT POLICY UPDATES

SUMMARIZE

REGULATORY

AND OTHER

DEVELOPMENTS

RELATED TO CLEAN

TRANSPORTATION

WORLDWIDE.

El 1° de diciembre de 2014, COMARNAT, el comité nacional de normalización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), aprobó una actualización propuesta por SEMARNAT de las normativas vigentes sobre emisiones que regulan el material particulado (PM), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), hidrocarburos (HC) y el monóxido de carbono (CO) provenientes de los motores y vehículos pesados a diésel, incluidos camiones, autobuses, camionetas y grandes pickups. El proyecto de modificación a la norma NOM-044-SEMARNAT-2006,<sup>1</sup> fue [publicado en el Diario Oficial de la Federación de México](#) (DOF), el día 17 de diciembre de 2014. La publicación abre un [período de consulta pública de 60 días](#), después del cual se requerirá otra votación en COMARNAT para finalizar la norma.

La nueva regulación exigirá que los vehículos pesados nuevos a diésel que se vendan a partir del 1° de enero de 2018 cumplan con las normativas sobre emisiones equivalentes a las normas de los Estados Unidos y de la Unión Europea, EPA 2010 ó Euro VI, respectivamente. Para que la propuesta se alinee totalmente en 2018 con las normativas estadounidenses y europeas vigentes, los vehículos nuevos deberán contar con filtros de partículas diésel (DPF, por sus siglas en inglés), sistema de post-tratamiento avanzado de NO<sub>x</sub>, sistema completo de diagnóstico a bordo (Full OBD, por sus siglas en inglés) y sistema a prueba de fallos para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas de control de emisiones.

## ANTECEDENTES

El uso de combustibles más limpios es un factor importante para la reducción de las emisiones de los vehículos, y las normativas propuestas basadas en filtros requieren el uso de combustible diésel con contenido ultra-bajo de azufre, con un máximo de 15 partes por millón (ppm). SEMARNAT es la única agencia responsable de las normas sobre emisiones de vehículos nuevos y ha compartido responsabilidad con la Secretaría de Energía (SENER) sobre las regulaciones en materia de calidad de combustibles. La norma de calidad de combustibles finalizada en 2006 (NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005) exigía que el diésel de todo el país cumpliera con un contenido ultra-bajo

<sup>1</sup> Proyecto de modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos. DOF: 17/12/2014

de azufre para septiembre de 2009. Aunque la región fronteriza y las principales áreas metropolitanas de la ciudad de México, Guadalajara y Monterrey cuentan con diésel con contenido de 15 ppm de azufre, el resto del país continúa abasteciéndose con diésel de hasta 500 ppm de azufre, lo que contraviene a la norma NOM-086. La reciente reforma del sector energético en México abrirá el mercado a proveedores externos de combustible a partir de 2016 y permitirá la importación de estos en 2017. La facultad de regulación de las especificaciones de calidad de combustibles también se transfirió a la Comisión Reguladora de la Energía (CRE). Estas reformas han proporcionado la garantía necesaria para que la calidad del combustible no sea una barrera para implementar las normas propuestas.

Las normas sobre emisiones para vehículos pesados a diésel se establecieron por primera vez en 1993, y mediante ellas México se alineó con las normas estadounidenses vigentes en ese momento. La actualización de 2006 de estas normas sobre emisiones, NOM-044-SEMARNAT-2006, introdujo la opción de cumplir con las normas de los Estados Unidos o de la Unión Europea y definió requerimientos hasta junio de 2011. Como todavía no había claridad en cuanto al cumplimiento de la norma NOM-086, [estas normativas se extendieron](#) hasta junio de 2014. A partir de esa fecha, con la actual propuesta en proceso, [se otorgó otra prórroga](#) hasta la publicación del reemplazo de la norma existente.

La Figura 1 muestra el progreso de las normas históricas y propuestas para México, junto con la cronología de las normas estadounidenses y europeas.

Normas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Estados Unidos	EPA 1994			EPA 1998			EPA 2004					EPA 2007		EPA 2010													
Unión Europea	Euro I	Euro II			Euro III				Euro IV			Euro V				Euro VI											
México	EPA 1994			EPA 1998								EPA 1998		EPA 2004					EPA 2010								
											Euro III		Euro IV					Euro VI									

**Figura 1.** Normas sobre emisiones de vehículos pesados a diésel en los Estados Unidos, la Unión Europea y México

## SITUACIÓN ACTUAL

La norma actual, [NOM-044-SEMARNAT-2006](#), fue publicada por SEMARNAT en 2006 y aplicada por PROFEPA, el brazo autónomo de SEMARNAT que determina el cumplimiento de las normas. La norma NOM-044 define lineamientos para PM, NO<sub>x</sub>, CO, HC y la opacidad proveniente de los motores usados en vehículos pesados con un peso bruto vehicular de más de 3,857 kg o de unidades nuevas completas dentro del mismo rango de peso. Los valores límite definidos por esta norma son equivalentes a los de las regulaciones Euro IV o EPA 2004. Estas dos opciones de cumplimiento difieren entre sí de varias maneras, incluso en los niveles de emisiones, tecnologías y rendimiento en uso, costos de cumplimiento y requerimientos de calidad del combustible.

Las diferencias clave entre las dos opciones de cumplimiento incluyen:

- » Emisiones de PM: Las normas Euro IV exigen emisiones de PM mucho menores que las normas EPA 2004. Debido a que ninguna de las dos normas requiere el uso de filtro de partículas ni regula la cantidad total de partículas, las emisiones de partículas ultrafinas son similares en ambas normas.
- » Emisiones y control de NO<sub>x</sub>: Mientras que los límites de la certificación Euro IV para óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) son ligeramente mayores que los de EPA 2004, los límites de PM más estrictos de Euro IV dan lugar al uso de tecnologías más complejas y costosas para controlar las emisiones de NO<sub>x</sub>. Las normas Euro IV requieren el uso de reducción catalítica selectiva (SCR, por sus siglas en inglés) para controlar los NO<sub>x</sub>, lo que permite reducir el PM a través de cambios en la calibración del motor. Desafortunadamente, los sistemas de SCR utilizados para los vehículos Euro IV no han sido efectivos para controlar las emisiones de NO<sub>x</sub> en el mundo real, especialmente en áreas urbanas. Como resultado, los controles de NO<sub>x</sub> son más costosos y menos efectivos bajo la norma Euro IV que bajo la norma EPA 2004.
- » Costos de cumplimiento: Debido al costo agregado de los sistemas SCR, los vehículos Euro IV tienen un costo inicial mayor que los vehículos EPA 2004. Mientras que los cambios de calibración del motor también reducen el consumo de combustible de los vehículos Euro IV en comparación con los vehículos EPA 2004, los sistemas SCR necesitan del aditivo urea (Diesel Exhaust Fluid - DEF, por sus siglas en inglés) cuyo costo compensa levemente el ahorro de combustible.
- » Requerimientos de calidad del combustible: Los vehículos Euro IV están certificados para su uso con combustible con contenido de 50 ppm de azufre, mucho menor que las 500 ppm de azufre del combustible disponible en México. Solo los autobuses urbanos que tienen acceso a combustible de menor nivel de azufre tienen más probabilidades de ser vehículos con certificación Euro.

Como resultado de todos estos factores, EPA 2004 ha sido la opción de cumplimiento predominante, que captura aproximadamente un 90 por ciento del mercado de vehículos pesados nuevos en México.

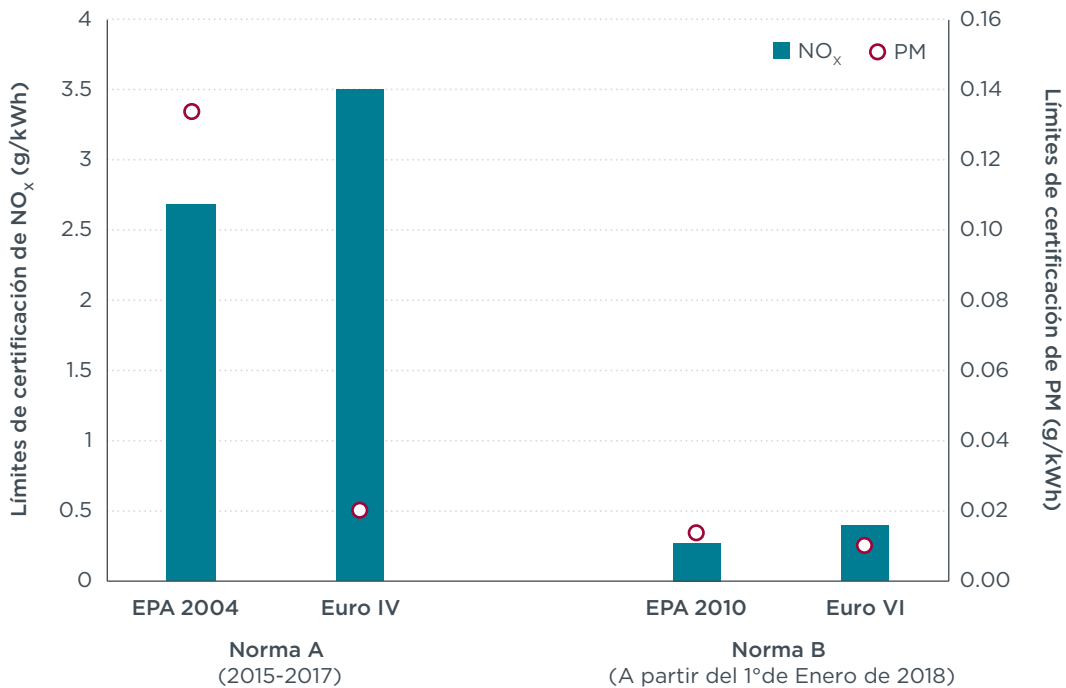
## ELEMENTOS CLAVE DE LA REGULACIÓN PROPUESTA

La regulación propuesta seguirá aplicándose a los motores diésel o a las unidades completas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kg. La Tabla 1 muestra los plazos y requerimientos de certificación de la norma propuesta. El Estándar A, que estará vigente desde la adopción de la propuesta hasta 2017, es prácticamente igual a la norma NOM-044 actual; a partir de 2018, el Estándar B requerirá la prueba de certificación ya sea de Euro VI/6 o EPA 2010. La NOM-044 actual permite la entrega de resultados de laboratorios de prueba como acreditación de la conformidad con las normas. Dado que PROFEPA no cuenta con los recursos humanos ni con la capacidad técnica para realizar el tipo de auditoría y aplicación que llevan a cabo la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y las autoridades de aprobación de los estados miembro de la Unión Europea, la opción de certificar en México a través de pruebas de laboratorio se eliminó en la propuesta actual. De acuerdo con la norma propuesta, se deberá presentar un certificado de aprobación (Type Approval - TA) Euro o certificación EPA para todos los motores o vehículos nuevos que se vendan en México.

**Tabla 1.** Marco de las normas propuestas

Cronograma	NOM-044	Requerimiento de certificación
2015-2017	1A	EPA 2004
	2A	Euro IV
A partir del 1° de enero de 2018	1B	EPA 2010
	3B	
	2B	Euro VI
	4B	Euro 6

Como se muestra en la Figura 2, a diferencia de las regulaciones Euro IV y EPA 2004, Euro VI y EPA 2010 son similares en términos funcionales y tienen valores límite muy similares para las emisiones de NO<sub>x</sub> y PM. Si comparamos los Estándares A y B, los límites de certificación son 50-93% menores para PM y 85-93% menores para NO<sub>x</sub>. Se espera que la reducción de emisiones en el mundo real sea aún más significativa, con factores de emisión basados en modelos que sugieren reducciones del 90-98% para PM y del 93-95% para NO<sub>x</sub>. Ambas opciones de cumplimiento requieren sistemas OBD sólidos y completos, que terminarán de introducirse por completo en las normas Euro y EPA en 2018. Adicionalmente, cada opción requiere advertencias e incentivos para el conductor para asegurar el uso adecuado del DEF en los sistemas SCR.



**Figura 2.** Límites de certificación de emisiones de vehículos pesados a diésel en los Estados Unidos., la Unión Europea y México.

## VALORES LÍMITE

La Tabla 2 muestra los valores límite para motores pesados. Los límites se definen en gramos por caballo de fuerza al freno por hora (g/bhp-hr) para cumplir con las normas EPA 2004 EPA 2010. Y se definen en gramos por kilowatt- hora (g/kWh) para cumplir con las normas Euro IV y Euro VI.<sup>2</sup> Los límites de opacidad incluidos en la norma NOM-044 actual se eliminaron de la propuesta porque ya no son relevantes para las tecnologías basadas en filtros. Los límites de cantidad de partículas y amoníaco (NH<sub>3</sub>) se definen como parte de las normas Euro VI, pero no se definieron como valores límite bajo las normas EPA.

**Tabla 2.** Valores límite de certificación para motores pesados

Requerimiento de certificación	Estándar	Método de prueba	CO	NO <sub>x</sub>	NMHC	HCNM + NO <sub>x</sub>	PM	Numero de partícula (#/kWh)	NH <sub>3</sub> (ppm)
			g/bhp-hr						
EPA 2004	1A	SET & FTP	15.5	—	—	2.4	0.10	—	—
					0.5	2.5		—	—
EPA 2010	1B	SET & FTP	15.5	0.20	0.14	—	0.01	—	—

Requerimiento de certificación	Estándar	Método de prueba	CO	NO <sub>x</sub>	NMHC	HC	PM	Numero de partícula (#/kWh)	NH <sub>3</sub> (ppm)
			g/kWh						
Euro IV	2A	ESC	1.5	3.5	—	0.46	0.02	—	—
		ETC	4.0	3.5	0.55	—	0.03	—	—
Euro VI	2B	WHSC	1.5	0.4	—	0.13	0.01	8.0 x 10 <sup>11</sup>	10
		WHTC	4.0	0.46	—	0.16	0.01	6.0 x 10 <sup>11</sup>	10

La propuesta define la vida útil como los valores de referencia (medidos en kilómetros del vehículo y años) que se utilizan en pruebas de durabilidad para la certificación de motores o vehículos nuevos. La vida útil no hace referencia a las emisiones de vehículos en uso ni es equivalente a la garantía de fabricación. La Tabla 3 proporciona los requerimientos de vida útil conforme a la norma propuesta. Los requerimientos no han cambiado bajo las regulaciones EPA, sin embargo, las normas Euro VI han aumentado los requerimientos de distancia para que coincidan más con las normas EPA.

<sup>2</sup> La Figura 2 compara las normas en g/kWh equivalente, aunque las diferencias en los ciclos de prueba introducen un margen de error en la comparación.

**Table 3.** Requerimientos de vida útil

Requerimiento de certificación	Estándar	Peso bruto vehicular(kg)	Vida útil	
			Distancia (km)	Tiempo (años)
EPA 2004 y EPA 2010	1A y 1B	3,857 – 8,845	177,023	10
		8,846 – 14,970	297,721	
		14,971 en adelante	700,046	
Euro IV	2A	3,857 – 15,999	200,000	6
		16,000 en adelante	500,000	7
Euro VI	2B	3,857 – 15,999	300,000	6
		16,000 en adelante	700,000	7

La norma propuesta incluye límites de certificación alternativos opcionales para vehículos medianos completos a partir de 2018. Las normas de 2015-2017 no incluyen la certificación de vehículos completos porque estas opciones solo están disponibles en las regulaciones EPA 2010 y Euro VI. La Tabla 4 incluye las alternativas de certificación opcionales para los vehículos completos.

**Tabla 4.** Valores límite de certificación y requerimientos de vida útil para vehículos medianos

Opción de certificación	Estándar	Peso bruto del vehicular (kg)	Ciclo de prueba	CO	NO <sub>x</sub>	NMHC	PM	Numero de partículas #/km	Vida útil	
				g/km					km	Años
EPA 2010	3B	3,857 – 4,539	FTP 75	—	0.124	0.121	0.012	—	177,023	10
		4,540 – 6,350		—	0.249	0.143	0.012	—		
Opción de certificación	Estándar	Masa de referencia (kg)	Ciclo de prueba	CO	NO <sub>x</sub>	HC+NO <sub>x</sub>	PM	Numero de partículas #/km	Vida útil	
				g/km					km	Años
Euro 6	4B	≤2,840	NCEP	0.74	0.125	0.215	0.005	6.0x10 <sup>11</sup>	160,000	5

Se introdujo la alternativa 3B porque las normas EPA 2010 proporcionan una opción para certificar vehículos con peso bruto vehicular (GVWR, por sus siglas en inglés) menor de 6,350 kg como vehículos completos en un dinamómetro de chasis, utilizando el mismo ciclo de prueba de conducción FTP 75 que se utiliza para las normas sobre emisiones de vehículos ligeros. Los valores límite en g/km incluidos en la propuesta se toman directamente de las normas de emisiones de vehículos pesados de EPA 2010.

La alternativa 4B se introdujo debido a un cambio de métrica para los pesos nominales en las normas Euro VI para vehículos pesados, y las normas Euro 5 y 6 para vehículos ligeros. Las normas europeas anteriores definían a los vehículos pesados con una masa máxima de carga técnicamente permisible<sup>3</sup> mayor de 3.5 toneladas, mientras que las nuevas normas definen a los vehículos pesados de acuerdo con su masa de referencia o sin carga. Este cambio implica que algunos vehículos vendidos tendrán un GVWR mayor a 3,857 kg pero una masa de referencia menor al corte de 2,610 kg conforme a las normas europeas. Estos vehículos estarán

<sup>3</sup> La masa máxima de carga se define de manera similar al GVWR, como el peso bruto del vehículo en vacío más la carga máxima de pasajeros y carga recomendada.

sujetos a las normas Euro 6 de vehículos ligeros (Norma 692/2008), en lugar de las normas de vehículos pesados Euro VI (Norma 595/2009). Para garantizar que cualquier vehículo con certificación Euro 6 pueda venderse en México, la norma propuesta permite que la certificación completa del vehículo sea una opción para todos los vehículos con masa de referencia menor o igual a 2,840 kg, el máximo permisible conforme a las normas para vehículos ligeros Euro 6.<sup>4</sup>

## DIAGNÓSTICO A BORDO E INCENTIVOS DE CUMPLIMIENTO

Las normas propuestas requieren la instalación y operación de sistemas de OBD completos en todos los vehículos nuevos. El tipo de sistema OBD debe registrarse en la documentación de la certificación. El Apéndice B de la propuesta proporciona una explicación detallada de los requerimientos generales del sistema y documentación. Debido a que tanto las normas EPA como las Euro exigen la incorporación gradual completa de los sistemas OBD antes de 2018, la propuesta toma la documentación de la certificación como prueba primaria de cumplimiento de los requerimientos de OBD.

De manera similar, la propuesta exige que los vehículos y motores nuevos que utilizan un reactivo para los sistemas SCR de reducción de NO<sub>x</sub> también estén equipados con alertas operativas e incentivos para conductores a fin de garantizar el funcionamiento correcto de estos sistemas. Estos sistemas a prueba de fallos incluyen luces, alarmas auditivas y requerimientos para limitar el funcionamiento del vehículo de manera segura en caso de uso inadecuado, como por ejemplo suministro de DEF de mala calidad o insuficiente. El Apéndice C de la propuesta proporciona una explicación detallada de los requerimientos del sistema y documentación. Las normas EPA y Euro tienen requerimientos de sistema similares y la certificación continúa siendo la prueba de cumplimiento principal.

## DISPOSICIONES PROVISIONALES

La propuesta incluye cinco “transitorios” o disposiciones provisionales para la norma. Las primeras dos y la última son referencias comunes, que especifican que la norma entra en vigor a los 60 días de su publicación, que reemplaza a la norma actual NOM-044 y que los certificados válidos actualmente emitidos conforme a la norma vigente será válidos hasta la publicación de la norma B establecida en la nueva propuesta.

Hay dos disposiciones adicionales más particulares de esta propuesta. El tercer transitorio establece que en enero de 2017, SEMARNAT evaluará la disponibilidad nacional de diésel con ultra-bajo contenido de azufre para determinar si están dadas las condiciones para el cumplimiento del estándar B. En el caso de que la disponibilidad sea insuficiente, la Secretaría prorrogará 12 meses la entrada en vigencia de dicho estándar. Dado que el diésel con ultra-bajo contenido de azufre aún no está disponible a nivel nacional y que el cumplimiento de calidad del

<sup>4</sup> Las normas Euro 6 y VI para vehículos ligeros y pesados definen el corte en una masa de referencia de 2,610 kg. Sin embargo, cada norma puede incluir un margen de flexibilidad de hasta 2,840 kg si los fabricantes lo solicitan. Para garantizar que cualquier vehículo aprobado para la venta en el mercado de la Unión Europea también pueda certificarse para la venta en México, se incorporó a esta propuesta la masa de referencia máxima permitida.

combustible tiene pocos antecedentes, esta disposición tiene la finalidad de proteger a los fabricantes de los costos en los que podrían incurrir por la demora en la aplicación de la norma de combustible.

La cuarta disposición permite a los fabricantes vender los vehículos producidos durante la aplicación del estándar A y que aún tengan en stock, hasta 6 meses después de la implementación del estándar B. Con esto se pretende proporcionar un período de transición razonable y evitar a la vez el acopio de inventario obsoleto.

## EFFECTOS ESPERADOS DE LA REGULACIÓN

Estas normas de talla mundial traerán consigo beneficios significativos en la calidad del aire, salud y clima, además de múltiples co-beneficios para la industria y los consumidores. El análisis del costo-beneficio de las normas propuestas, realizado en parte con el módulo de salud del ICCT Roadmap Model arrojó los siguientes resultados como consecuencia de la aplicación de la nueva norma para el año 2037:

- » Prevención de 6,800 muertes prematuras por exposición a emisiones de PM2.5 en áreas urbanas
- » Reducción de 24,000 toneladas de PM2.5, 17,000 toneladas de carbono negro y 410,000 toneladas de NO<sub>x</sub>
- » Beneficios para la salud valuados entre \$22 y \$30 mil millones de dólares, comparados con los costos incrementales de operación y tecnología de \$1.8 mil millones de dólares

Los beneficios acumulados a lo largo del 2018 al 2037 incluyen:

- » Beneficios climáticos derivados de la reducción de emisiones de carbono negro equivalentes a evitar la emisión de 54 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (usando un potencial de calentamiento global de 20 años)
- » Beneficios económicos netos de hasta \$123 mil millones de dólares

Además, estas cifras no toman en cuenta el ahorro esperado en el consumo de combustible por el uso de los motores nuevos y más eficientes. Las normas propuestas también generarán beneficios en salud significativos (aunque todavía no cuantificados) en torno a padecimientos como asma, bronquitis, derrames cerebrales, infartos y otras enfermedades cardíacas y pulmonares.

## CONTEXTO INTERNACIONAL

Las revisiones propuestas para la norma NOM-044 ubican a México al frente de las políticas de vehículos limpios en América Latina y de otros mercados automotrices importantes alrededor del mundo. A partir de 2018, las normas eliminarán prácticamente las emisiones de partículas finas y de carbono negro provenientes de los camiones y autobuses a diésel nuevos. México puede llegar a ser el primer país de ingresos medios del mundo en adoptar e implementar normas de talla mundial basadas en filtros para vehículos pesados. Como se muestra en la Figura 3, solo Estados Unidos, Canadá, Japón, la Unión Europea y Corea del Sur han adoptado estas normas.



Dentro de América Latina muchos países han realizado o planean realizar grandes mejoras en la calidad del diésel. La propuesta de México demuestra la posibilidad de omitir las normas de emisiones provisionales y pasar directamente a las mejores prácticas tan pronto como se establezca un plazo de aplicación confiable de las normas de combustible con contenido ultra-bajo de azufre. Las normas basadas en filtros son necesarias para obtener todos los beneficios de las inversiones en combustibles limpios que se han realizado en la región:

- » Chile cumple con las normas de diésel con contenido ultra-bajo de azufre desde 2013.
- » Brasil, el mayor fabricante de vehículos de la región, y Argentina ofrecen diésel con ultra-bajo contenido de azufre en todas las estaciones de servicio del país.
- » La única refinería de Uruguay ahora produce diésel de 10 ppm de azufre.
- » Venezuela y Ecuador están invirtiendo conjuntamente en las instalaciones de una nueva refinería para producir diésel con ultra-bajo contenido de azufre.
- » Costa Rica, Colombia y Perú requieren o requerirán muy pronto combustible de 50 ppm de azufre a nivel nacional; actualmente, gran parte del combustible diésel importado a Costa Rica y Colombia contiene solamente 15 ppm de azufre.

Grupo	Región	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Otros mercados	Estados Unidos y Canadá	EPA 2010							
	UE	Euro VI							
	Japón	PNLTES							
	Corea del Sur	Euro V	Euro VI						
	Australia	Euro V/EPA 2007/JE05							
	Rusia	Euro IV		Euro V					
	China	China IV							
	India	Bharata III							
América Latina	México	EPA 2004/Euro IV				EPA 2010/Euro VI			
	Brasil	P-7							
	Argentina	Euro IV		Euro V					
	Chile	Euro IV		Euro V					
	Colombia	Euro II	Euro IV						
	Perú	Euro III							
	Uruguay	Euro III							
	Ecuador	EPA 94/Euro II							
	Costa Rica	Euro I							
	Venezuela	EPA 88/Euro I							

**Equivalencia Euro**

Pre-Euro II	II	III	IV	V	VI
-------------	----	-----	----	---	----

**Figura 3.** Cronología de las normas de emisión de vehículos pesados adoptadas por país (todas las ventas y registros).