



MARCO LEGAL DE EMISIONES EN GRUPOS ELECTRÓGENOS

Índice

1	INTRODUCCIÓN	3
2	PARÁMETROS LÍMITE DE EMISIONES DE GASES EN MAQUINARIA MÓVIL NO DE CARRETERA (NON ROAD MOBILE MACHINERY)	5
2.1	Unión Europea.....	5
2.1.1	Evolución histórica	5
2.1.2	Normativa actual	6
2.2	Estados Unidos	12
2.2.1	Evolución histórica	12
2.3	Canadá	15

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se ha realizado un resumen de la normativa actual de emisiones de gases a cumplir por grupos electrógenos, así como de su evolución histórica. El documento se divide en dos partes, una primera parte donde se ha recopilado la información relacionada con los parámetros límite de emisiones de gases contaminantes y una segunda parte donde aparecen los métodos de ensayo existentes para este tipo de motores.

Un grupo electrógeno es una máquina móvil no de carretera (**a partir de ahora, Non-Road**) independiente que no forma parte de un grupo motopropulsor, destinada primordialmente a generar electricidad.

Es importante tener claro también el concepto de máquina estacionaria que es aquella destinada a ser instalada de forma permanente en un lugar durante su primer uso y no destinada a moverse, por carretera ni en otro medio, salvo durante el envío desde el lugar de fabricación al lugar de su primera instalación. Como se verá más adelante, la comisión europea no las incluye en el reglamento.

No existe un reglamento único de emisiones de gases en grupos electrógenos para todos los países, sino que cada país se ajusta a una normativa diferente. En el caso de España se ajusta a la normativa Europea.

- En Europa, las emisiones de gases contaminantes de los grupos electrógenos están reguladas por una directiva específica emitida por la Comisión Europea. El documento más actualizado es la '**Directiva de Emisiones para Máquinas Móviles No de Carretera (MMNC) EU 2016/1628, en inglés Non Road Mobile Machinery**'.
- EEUU tiene su propio reglamento conocido como '**Reglamento no vial de la EPA (Environmental Protection Agency)**'.
- Canadá se ajusta a las normas de emisión y disposiciones de transición de la EPA.

Se regulan los valores de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), hidrocarburos no metánicos (HCNM), óxidos de nitrógeno (NO_x), denominación que representa el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), expresados como equivalentes de NO₂, y partículas (PM y PN) presentes en los gases de escape.

Las «partículas» o «PM» (por sus siglas en inglés de particulate matter) son la masa de cualquier material en el gas emitido por un motor recogido en un medio filtrante determinado tras diluir el gas con aire limpio filtrado, de forma que la temperatura no supere 325 K (52 °C). Medidas en g/kWh.

Y el número de partículas o PN (por sus siglas en inglés de particulate number) es el número de partículas sólidas emitidas por un motor de diámetro superior a 23 nm. Medidas en #/kWh. Por tanto, el concepto de «partículas contaminantes» se refiere a cualquier materia emitida por el motor que se mida en PM o en PN.

La normativa ISO 8178 establece la metodología de ensayo que es la que se tratará en la segunda parte del documento. Es un estándar internacional para la medición de emisiones de gases de escape de varias aplicaciones de motores que no son de carretera. Se utiliza para la certificación de emisiones y / o las pruebas de aprobación de tipo en muchos países, incluidos los Estados Unidos, la Unión Europea y Japón. Dependiendo de la legislación, el ciclo puede definirse por referencia a la norma ISO 8178, o bien especificando un ciclo de prueba equivalente a ISO 8178 en la legislación nacional (como es el caso con las regulaciones de EPA de EE. UU. o el Reglamento delegado (UE) 2017/654).

Existen dos tipos de ciclos de ensayo: Transitorio y continuo (estacionario). El **Ciclo Transitorio No de Carretera** (Non-Road Transient Cycle, **NRTC**) se desarrolló en cooperación con la EPA como un nuevo método para representar las emisiones en condiciones reales. La nueva prueba se usará en paralelo con el programa anterior de régimen permanente denominado **Ciclo Continuo No de Carretera** (Non-Road Stationary Cycle, **NRSC**).

Un **ciclo de ensayo transitorio** tiene una secuencia de valores de régimen y de par normalizados que varían segundo a segundo en el tiempo, en cambio en un **ciclo de ensayo en estado continuo** el régimen y el par del motor se mantienen en un conjunto finito de valores nominalmente constantes.

2 PARÁMETROS LÍMITE DE EMISIONES DE GASES EN MAQUINARIA MÓVIL NO DE CARRETERA (NON ROAD MOBILE MACHINERY).

2.1 Unión Europea

2.1.1 Evolución histórica

A partir del año 1997, con la publicación de la **Directiva EU 97/68/CE** la Comisión regula los valores de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), hidrocarburos no metánicos (HCNM), óxidos de nitrógeno (NOx), denominación que representa el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), expresados como equivalentes de NO₂, y partículas (PM y PN) presentes en los gases de escape.

El alcance de la directiva corresponde a las “máquinas móviles no de carretera”, las que son definidas como: “cualquier máquina móvil, equipo industrial portátil o vehículo con o sin carrocería, no destinado al transporte de pasajeros o mercancías por carretera, en el que esté instalado un motor de combustión interna”. Sin embargo, en el ANEXO I, se establecía, en el ámbito de aplicación, que la normativa no era aplicable a equipos generadores.

La **Directiva 2002/88/CE** surgió para establecer modificaciones a la Directiva 97/68/CE, entre las que destacan la ampliación del alcance, eliminando la exclusión de equipos generadores, incluyendo así maquinaria “destinada y apta para desplazarse o ser desplazada sobre el suelo, sea o no sea carretera”. El alcance corresponde a máquinas móviles, equipo industrial portátil o vehículo con o sin carrocería, no destinado al transporte de pasajeros o mercancías, en el que se encuentre instalado un motor de combustión interna, de una potencia nominal inferior a 560 [kW CEE].

La **Directiva 2004/26/CE** corresponde a otra modificación a la Directiva 97/68/CE. En la Directiva se mantiene a los equipos generadores dentro del alcance, en línea con la Directiva 2002/88/CE, y se agregan nuevas Fases para “máquinas móviles no de carretera en las que esté instalado un motor sin comercializar aún”.

Respondiendo a la evolución tecnológica en lo relativo al diseño de los motores diésel, en especial el desarrollo de motores con control electrónico, se oficializa la **Directiva 2010/26/UE**, que actualiza la Directiva 97/68/CE. Las modificaciones se hacen obligatorias a partir del 31 de marzo de 2011.

La **Directiva 2011/88/UE** modifica las disposiciones para la comercialización de motores con arreglo al sistema flexible. En la norma no se modifican los límites de emisiones admitidos, ni sus fechas de obligatoriedad.

La actualización de la Directiva 97/68/CE que establece la **Directiva 2012/46/UE**, entra en vigor a más tardar el 21 de diciembre de 2013.

Por último, la Directiva 97/68/CE quedó derogada con efecto a partir del 1 de enero de 2017 que se sustituye por el **Reglamento (UE) 2016/1628** (normativa actual).

2.1.2 Normativa actual

La **directiva UE 2016/1628**, entró en vigor el 1 de enero de 2017, establece los procedimientos que los fabricantes de motores y fabricantes de equipos OEM (Original Equipment Manufacturer) tendrán que seguir para cumplir con la misma. Además, exige nuevos y más estrictos límites sobre las emisiones e introduce el control del número de partículas y se amplía el campo de aplicación a nuevos segmentos de potencia respecto a la Directiva UE 97/68. **La Directiva se complementa con otras tres publicaciones: UE 2017/654, UE 2017/655, UE 2017/656**, éste último centrado en el proceso de implementación.

La gran novedad de esta publicación ha sido la inclusión de dos categorías de motores hasta ahora no considerados: aquellos con potencia inferior a 19 kW y aquellos con potencia superior a 560 kW. Para determinar la inclusión del motor siempre se considera la potencia declarada en condiciones nominales según la norma ISO 14396, normalmente, la potencia principal o Prime.

Nota: En el presente apartado se hace referencia a artículos que se encuentran en el documento oficial 'REGLAMENTO (UE) 2016/1628 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO' de donde se ha obtenido toda la información para la elaboración de este apartado.

A continuación, se presenta una tabla con la evolución histórica de los parámetros límites de emisiones de gases de escape. Estos valores se han restringido de una manera escalonada en el tiempo mediante la introducción del concepto de Stage (etapa). 2005 fue el año de introducción del Stage 1, el Stage 2 llegó en 2007, en el 2011 entró en vigor el Stage 3A y sigue siendo válido. Más tarde, en 2014 entró en vigor el Stage IV y finalmente en 2016 la Comisión Europea emitió la el Reglamento UE 2016/1628, que deroga el anterior y prevé la introducción de una nueva etapa: Stage V desde el 1 de enero del año 2019.

La nueva directiva obliga a usar motores Stage V para todos los generadores destinados a alquiler o cualquier otra aplicación móvil (sin instalación fija) a partir del 1 de enero 2019 (1 de enero de 2020 para potencias entre 56 y 130 KW). La directiva permite un período de transición de dos años durante el cual se puede utilizar los motores Stage 3A fabricados antes de la fecha de aplicación de la nueva directiva.

Potencia [kW]	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NOx [g/kWh]	Partículas [g/kWh]	Partículas [# /kWh]	Fecha ^A
		NMHC + NOx				
Stage I						
37 ≤ Pn < 75	6.5	1.3	9.2	0.85	—	Apr. 99
75 ≤ Pn < 130	5.0	1.3	9.2	0.70	—	1999
130 ≤ Pn ≤ 560	5.0	1.3	9.2	0.54	—	1999
Stage II						
18 ≤ Pn < 37	5.5	1.5	8.0	0.8	—	2001
37 ≤ Pn < 75	5.0	1.3	7.0	0.4	—	2004
75 ≤ Pn < 130	5.0	1.0	6.0	0.3	—	2003
130 ≤ Pn ≤ 560	3.5	1.0	6.0	0.2	—	2002

Stage III A						
19 ≤ Pn < 37	5.5	7.5		0.6	—	2007
37 ≤ Pn < 75	5.0	4.7		0.4	—	2008
75 ≤ Pn < 130	5.0	4.0		0.3	—	2007
130 ≤ Pn ≤ 560	3.5	4.0		0.2	—	2006
Stage III B						
37 ≤ Pn < 56	5.0	4.7		0.025	—	2013
56 ≤ Pn < 75	5.0	0.19	3.3	0.025	—	2012
75 ≤ Pn < 130	5.0	0.19	3.3	0.025	—	2012
130 ≤ Pn ≤ 560	3.5	0.19	2.0	0.025	—	2011
Stage IV						
56 ≤ Pn < 130	5.0	0.19	0.4	0.025	—	Oct. 2014
130 ≤ Pn ≤ 560	3.5	0.19	0.4	0.025	—	2014
Stage V						
0 ≤ Pn < 8	8.00	7.50 ^C		0.40 ^B	—	2019
8 ≤ Pn < 19	6.60	7.50 ^C		0.40	—	2019
19 ≤ Pn < 37	5.00	4.70 ^C		0.015	1*10 ¹²	2019
37 ≤ Pn < 56	5.00	4.70 ^C		0.015	1*10 ¹²	2019
56 ≤ Pn < 130	5.00	0.19 ^C	0.40	0.015	1*10 ¹²	2020
130 ≤ Pn ≤ 560	3.50	0.19 ^C	0.40	0.015	1*10 ¹²	2019
Pn > 560	3.50	0.19 ^D	3.50 ^E	0.045 ^F	—	2019

Tabla 1: Evolución histórica de los parámetros límite en Europa

A -> Fecha para colocar el motor en el mercado, aprobación de tipo un año antes.

B -> 0,6 para motor de arranque manual, motores de inyección directa refrigerados por aire.

C -> A = 1,1 para motores de gas.

D -> A = 6 para motores de gas.

E -> 0,67 para grupos electrógenos.

F -> 0,35 para grupos electrógenos.

El factor A se ha definido por lo que se explica a continuación.

2.1.2.1.1 Disposiciones específicas en materia de límites de hidrocarburos (HC) totales para motores alimentados total o parcialmente con combustibles gaseosos

En el caso de las subcategorías en las que se define un factor A, el límite de HC para motores alimentados con combustibles total o parcialmente gaseosos se sustituye por un límite calculado mediante la siguiente fórmula:

$$HC = 0,19 + (1,5 \times A \times GER)$$

GER es el coeficiente energético medio del gas en el ciclo de ensayo apropiado. Cuando se utilizan ciclos de ensayo de estado continuo y transitorio (ambos ciclos definidos en la introducción), el GER se determinará a partir del ciclo de ensayo transitorio con arranque en caliente. Cuando se utilizan varios ciclos de ensayo en estado continuo, el GER se determinará individualmente para cada uno de los ciclos.

Si el límite de HC calculado alcanza un valor superior a $0,19 + A$, el límite de HC se fijará en $0,19 + A$.

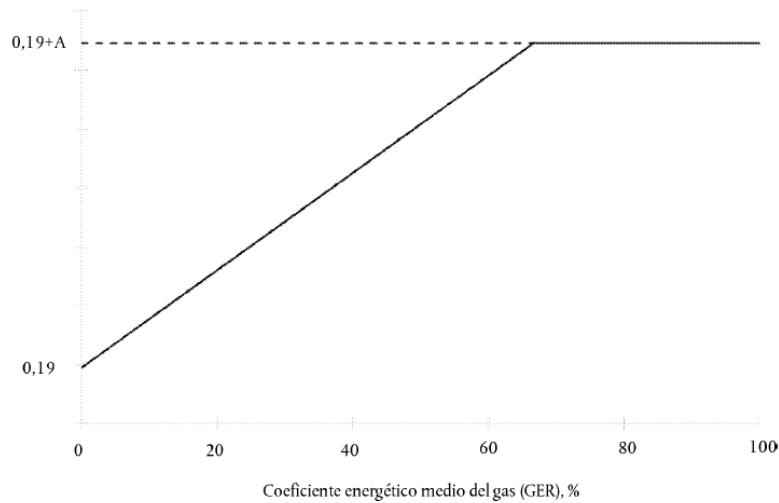


Ilustración 1: Diagrama del límite de emisiones de HC en función del coeficiente energético medio del gas (GER), %

Para las subcategorías con un límite de HC y NOx combinado, el valor límite combinado para HC y NOx se reducirá en 0,19 g/kWh y se aplicará solo a NOx. Esta fórmula no se aplica a los motores alimentados con combustible no gaseoso.

Por lo tanto, para el caso de un Grupo electrógeno que funciona en modo dual con Gas natural al 50 % de sustitución de energía, los límites de emisiones quedan recogidos en la siguiente tabla:

Potencia [kW]	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NOx [g/kWh]	Partículas [g/kWh]	Partículas [# /kWh]	Fecha ^A
		NMHC + NOx				
Stage V						
$0 \leq P_n < 8$	8.00	NOx ≤ 7.31		0.40	—	2019
$8 \leq P_n < 19$	6.60	NOx ≤ 7.31		0.40	—	2019
$19 \leq P_n < 37$	5.00	NOx ≤ 4.51		0.015	$1 \cdot 10^{12}$	2019
$37 \leq P_n < 56$	5.00	NOx ≤ 4.51		0.015	$1 \cdot 10^{12}$	2019
$56 \leq P_n < 130$	5.00	1.015	0.40	0.015	$1 \cdot 10^{12}$	2020
$130 \leq P_n \leq 560$	3.50	1.015	0.40	0.015	$1 \cdot 10^{12}$	2019
$P_n > 560$	3.50	1.29	0.67	0.35	—	2019

Tabla 2: Parámetros límite de emisiones (Stage V) para un Grupo Electrógeno que funciona en modo dual con 50 % de sustitución de energía

Y para el caso de un Grupo electrógeno que funciona en modo dual con Gas natural al 80 % de sustitución de energía, los límites de emisiones quedan recogidos en la siguiente tabla:

Potencia [kW]	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NOx [g/kWh]	Partículas [g/kWh]	Partículas [# /kWh]	Fecha ^A
		NMHC + NOx				
Stage V						
0 ≤ Pn < 8	8.00	NOx ≤ 7.31		0.40	—	2019
8 ≤ Pn < 19	6.60	NOx ≤ 7.31		0.40	—	2019
19 ≤ Pn < 37	5.00	NOx ≤ 4.51		0.015	1*10 ¹²	2019
37 ≤ Pn < 56	5.00	NOx ≤ 4.51		0.015	1*10 ¹²	2019
56 ≤ Pn < 130	5.00	1.29	0.40	0.015	1*10 ¹²	2020
130 ≤ Pn ≤ 560	3.50	1.29	0.40	0.015	1*10 ¹²	2019
Pn > 560	3.50	1.29	0.67	0.35	—	2019

Tabla 3: Parámetros límite de emisiones (Stage V) para un Grupo Electrónico que funciona en modo dual con 80 % de sustitución de energía

2.1.2.1.2 Ámbito de aplicación

Es necesario distinguir entre máquinas de carretera, como coches y camiones y máquinas que no son de carretera; se entiende por máquina móvil no de carretera como una máquina móvil, un equipo transportable o un vehículo con o sin carrocería o con o sin ruedas, no destinado al transporte de pasajeros o de mercancías por carretera, incluidas las máquinas instaladas en el bastidor de vehículos destinados al transporte por carretera de pasajeros o de mercancías.

El presente Reglamento se aplica a todos los motores que entran dentro de las categorías establecidas a continuación, que estén instalados o destinados a ser instalados en máquinas móviles no de carretera y, en lo que respecta a los límites de emisión de gases y partículas contaminantes de estos motores, a dichas máquinas móviles no de carretera.

1) «Categoría NRE»:

- a) Motores para máquinas móviles no de carretera destinados y adecuados para moverse o para ser movidos, por carretera o de otro modo, no excluidos en virtud del artículo 2, apartado 2, y no incluidos en ninguna otra de las categorías de los puntos 2 a 10 del presente apartado.
- b) Motores con una potencia de referencia inferior a 560 kW utilizados en lugar de motores de la fase V de las categorías IWP, IWA, RLL o RLR.

2) «Categoría NRG» Motores con una potencia de referencia igual o superior a 560 kW destinados exclusivamente al uso en grupos electrógenos; los motores para grupos electrógenos distintos de los que tengan dichas características se incluyen en las categorías NRE o NRS, en función de sus características.

3) «Categoría NRSh» Motores portátiles de encendido por chispa con una potencia de referencia inferior a 19 kW y destinados exclusivamente al uso en máquinas portátiles.

4) «Categoría NRS» Motores de encendido por chispa con una potencia de referencia inferior a 56 kW y no incluidos en la categoría NRSh.

5) «Categoría IWP»

- a) Motores con una potencia de referencia superior o igual a 19 kW destinados exclusivamente al uso en embarcaciones de navegación interior, para su propulsión directa o indirecta, o destinados a esta de manera directa o indirecta.

- b) Motores utilizados en lugar de los motores de la categoría IWA siempre que cumplan el artículo 24, apartado 8.
- 6) «Categoría **IWA**» Motores auxiliares con una potencia de referencia superior o igual a 19 kW destinados exclusivamente al uso en embarcaciones de navegación interior.
- 7) «Categoría **RLL**» Motores destinados exclusivamente al uso en locomotoras para su propulsión o destinados a esta.
- 8) «Categoría **RLR**»:
 - a) Motores destinados al uso en automotores para su propulsión o destinados a esta.
 - b) Motores utilizados en lugar de motores de fase V de categoría RLL.
- 9) «Categoría **SMB**» Motores de encendido por chispa destinados exclusivamente al uso en motos de nieve; los motores para motos de nieve distintos de los motores de encendido por chispa se incluyen en la categoría NRE.
- 10) «Categoría **ATS**» Motores de encendido por chispa destinados exclusivamente al uso en vehículos todo terreno y de asientos yuxtapuestos; los motores para vehículos todo terreno y de asientos yuxtapuestos distintos de los motores de encendido por chispa se incluyen en la categoría NRE.

En segundo lugar, debemos tener en cuenta que **la directiva afecta a las máquinas móviles y excluye a las 'estacionarias'**. Esto significa que cualquier grupo para instalaciones fijas y que se transporta e instala una sola vez durante su vida útil, no entra en el campo de aplicación de la directiva. Por lo tanto, sí se ven afectados los grupos electrógenos para construcción o alquiler. De hecho, estos se transportarán a menudo y se instalarán y desinstalarán varias veces.

Por lo tanto, **el Reglamento no es aplicable a los siguientes tipos de motores:**

- a) Motores de propulsión de vehículos a que se refiere el artículo 2, apartado 1, de la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (1).
- b) Motores de propulsión para tractores agrícolas y forestales tal como se definen en el artículo 3, punto 8, del Reglamento (UE) nº 167/2013.
- c) Motores de propulsión de vehículos a que se refiere el artículo 2, apartado 1, del Reglamento (UE) nº 168/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo (2).
- d) Motores de máquinas estacionarias.
- e) Motores de buques marinos que necesiten un certificado de navegación marítima o de seguridad válido.
- f) Motores tal como se definen en la Directiva (UE) 2016/1629 del Parlamento Europeo y del Consejo (3) y que no entran en su ámbito de aplicación.
- g) Motores de propulsión o con fines auxiliares de embarcaciones de navegación interior cuya potencia neta sea inferior a 19 kW.

- h)** Motores de embarcaciones tal como se definen en el artículo 3, punto 1, de la Directiva 2013/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo (4).
- i)** Motores de aeronaves tal como se definen en el artículo 2, letra a), del Reglamento (UE) nº 1321/2014 de la Comisión (1).
- j)** Motores de vehículos recreativos, salvo motos de nieve, vehículos todo terreno y vehículos de asientos yuxtapuestos.
- k)** Motores de vehículos y máquinas utilizados o destinados a ser utilizados exclusivamente en competiciones.
- l)** Motores de bombas portátiles de lucha contra incendios tal como se definen y regulan por la norma europea sobre bombas portátiles de lucha contra incendios (2).
- m)** Modelos a escala reducida o reproducciones a escala reducida de vehículos o máquinas fabricados con fines recreativos a una escala inferior a la original y que tengan una potencia neta inferior a 19 kW.

2.2 Estados Unidos

La **Agencia de Protección del Medio Ambiente** (en inglés, **Environmental Protection Agency**; más conocida por las siglas **EPA**) es una agencia del gobierno federal de Estados Unidos encargada de proteger la salud humana y proteger el medio ambiente: aire, agua y suelo.

El congreso de EE.UU autoriza a la EPA a escribir normas y reglamentos que explican los detalles técnicos, operacionales y legales necesarios para implementar las leyes. Los reglamentos son requisitos obligatorios que se pueden aplicar a individuos, negocios, gobiernos estatales y locales, instituciones sin fines de lucro, entre otros.

Los reglamentos son codificados anualmente en el Código de Reglamentos Federales de EE.UU. (CFR, por sus siglas en inglés). Título 40: Protección del Medio Ambiente es la sección del CFR que aborda la misión de la EPA de proteger la salud humana y el medio ambiente.

El **Registro Federal (FR)**, por sus siglas en inglés) es la publicación oficial diaria para normas finales, normas propuestas y notificaciones de las agencias y organizaciones federales, así como órdenes ejecutivas y otros documentos presidenciales.

Hay una diferencia entre el CFR y el FR. El FR anuncia las actividades en curso de las agencias y notifica al público acerca de cuándo puede comentar sobre una normativa propuesta. Una vez se ha tomado una decisión final en la forma de un reglamento final, entonces el reglamento es codificado cuando se incorpora al CFR.

2.2.1 Evolución histórica

Durante años, la EPA ha promovido la reducción de los contaminantes asociados a las emisiones que despiden los motores: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), hidrocarburos no metánicos (HCNM), óxidos de nitrógeno (NO_x), denominación que representa el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), expresados como equivalentes de NO₂, y partículas (PM y PN) presentes en los gases de escape.

Estos valores se han restringido de una manera escalonada en el tiempo así desde el año 1996 con la introducción del Tier 1, se fueron introduciendo nuevos niveles (Tier 2, Tier 3 y Tier 4) que limitan cada vez más las emisiones de gases contaminantes.

En 1994 se adoptaron las primeras normas federales (Nivel 1) para los nuevos motores diésel en vehículos con motores de más de 37 kW (50 HP), que debían introducirse gradualmente de 1996 a 2000.

En 1996, se publicó una Declaración de Principios (SOP) firmada entre la EPA, la California ARB y los fabricantes de motores (incluyendo: Caterpillar, Cummins, Deere, Detroit Diesel, Deutz, Isuzu, Komatsu, Kubota, Mitsubishi, Navistar, New Holland, Wis-Con y Yanmar). El 27 de agosto de 1998, la EPA firmó la regla final que refleja las disposiciones de la SOP [2787].

En 2000, se establecieron estándares que atacarían el problema en dos de sus fuentes: las impurezas en la gasolina (actualmente el combustible que usamos es más “limpio”) y los sistemas de emisión en vehículos (con diseños que reduzcan la contaminación). Este primer estándar se denominó “Nivel 2” o TIER 2.

En 2003, California incluyó los motores estacionarios (fuera de carretera) usados en operaciones agrícolas en California.

Desde el 2006 aparece el estándar para motor **TIER 3**, el cual pretende la reducción de 70% de PM, uno de los tipos más peligrosos de contaminación del aire, el cual se ha relacionado con: ataques de asma, bronquitis, ataques cardíacos y otros tipos de enfermedades cardíacas y pulmonares. Adicionalmente se pretende con este estándar la reducción de otro tipo de contaminantes nocivos como: el monóxido de carbono (CO), el benceno (C6H6) y el butadieno (C4H6). Por otro lado, reducirían las emisiones de vapor de combustible a casi cero y la cantidad de azufre en más del 60% por ciento.

Desde 2008, se viene introduciendo el estándar de emisión TIER 4, el cual introduce reducciones sustanciales de NOx (para motores de más de 56 kW/75HP) y PM (para motores por encima de 19 kW/25 HP). Los límites de emisión de CO permanecen sin cambios desde la etapa de nivel 2-3, que son el estándar actual.

En la tabla siguiente aparece la evolución histórica de los parámetros límite de emisiones de gases de la EPA:

Potencia [kW]	NOx [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	PM [g/kWh]	Fecha
	NOx + NMHC				
Tier 1					
Pn < 8	10.5		8.0	1.0	2000-2004
8 ≤ Pn < 19	9.5		6.6	0.80	2000-2004
19 ≤ Pn < 37	9.5		5.5	0.80	1999-2003
37 ≤ Pn < 75	9.2	—	—	—	1998-2003
75 ≤ Pn < 130	9.2	—	—	—	1997-2002
130 ≤ Pn < 450	9.2	1.3 ^D	11.4	0.54	1996-2002
450 ≤ Pn ≤ 560	9.2	1.3 ^D	11.4	0.54	1996-2001
Pn > 560	9.2	1.3	11.4	0.54	2000-2005

Tabla 4: Evolución histórica de los parámetros límite en Estados Unidos

Potencia [kW]	NOx [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	PM [g/kWh]	Fecha
	NOx + NMHC				
Tier 2					
Pn < 8	7.5		8.0	0.80	2005-2007
8 ≤ Pn < 19	7.5		6.6	0.80	2005-2007
19 ≤ Pn < 37	7.5		5.5	0.60	2004-2007
37 ≤ Pn < 75	7.5		5.0	0.40	2004-2007
75 ≤ Pn < 130	6.6		5.0	0.30	2003-2006
130 ≤ Pn < 225	6.6		3.5	0.20	2003-2005
225 ≤ Pn < 450	6.4		3.5	0.20	2001-2005
450 ≤ Pn ≤ 560	6.4		3.5	0.20	2002-2005
Pn > 560	6.4		3.5	0.20	2006-2010

Tier 3					
Pn < 8	No más reducción				
8 ≤ Pn < 19	No más reducción				
19 ≤ Pn < 37	No más reducción				
(37 ≤ Pn < 56) D	4.7	5.0	0.40	2008-2011	
56 ≤ Pn < 75	4.7	5.0	0.40	2008-2011	
75 ≤ Pn < 130	4.0	5.0	0.30	2007-2011	
130 ≤ Pn ≤ 560	4.0	3.5	0.20	2006-2010	
Pn > 560	No más reducción				
Tier 4 provisional					
19 ≤ Pn < 37	7.5	5.5	0.30	2008-2012	
37 ≤ Pn < 56	4.7	5.0	0.30	2008-2012	
56 ≤ Pn < 75	4.7	5	0.02	2012-2013 ^B	
75 ≤ Pn < 130	4	5	0.02	2012-2013 ^B	
130 ≤ Pn ≤ 560	4	3.5	0.02	2011-2013 ^B	
560 ≤ Pn ≤ 900	3.5	0.4	3.5	0.10	2011-2014
Pn > 900	3.5	0.4	3.5 ^E	0.10	2011-2014

Tabla 5: Continuación tabla 2, evolución histórica de los parámetros límite en Estados Unidos

Potencia [kW]	NOx [g/kWh]	HC [g/kWh]	CO [g/kWh]	PM [g/kWh]	Fecha
	NOx + NMHC				
Tier 4					
Pn < 8	7.5		8.0	0.40 ^A	2008+
8 ≤ Pn < 19	7.5		6.6	0.40	2008+
19 ≤ Pn < 37	4.7		5.5	0.03	2013+
37 ≤ Pn < 56	4.7		5.0	0.03	2013+
56 ≤ Pn < 75	0.40	0.19	5.0	0.02	2014+ ^C
75 ≤ Pn < 130	0.40	0.19	5.0	0.02	2014+
130 ≤ Pn ≤ 560	0.40	0.19	3.5	0.02	2014+ ^C
560 ≤ Pn ≤ 900	3.5 ^E	0.19	3.5	0.04 ^F	2015+ ^C
Pn > 900	3.5 ^E	0.19	3.5	0.04 ^F	2015+ ^C

Tabla 6: Continuación tabla 3, evolución histórica de los parámetros límite en Estados Unidos

A -> Los motores de inyección directa refrigerados por aire pueden cumplir opcionalmente con un estándar PM de 0,60 g / kW-hr, es decir, con los estándares de Nivel 2 hasta el año 2009. Sin embargo en 2010, es obligatorio cumplir el estándar.

B -> Estos estándares son de eliminación gradual. No se permite que más del 50 por ciento de la producción de un fabricante de motores cumpla con estos estándares cada año. Los motores que no cumplan con estos estándares deben cumplir con el estándar Tier 4.

C -> Estos estándares se introducen gradualmente durante los años indicados. Cada año, al menos el 50 por ciento de la producción de un fabricante de motores debe cumplir con estos estándares. Los motores que no cumplan con estos estándares deben cumplir con los estándares de eliminación aplicables.

D -> Para los motores de nivel 1, el estándar es para hidrocarburos totales.

E -> El estándar de NOx para grupos electrógenos es de 0,67 g / kW-hr.

F -> El estándar PM para grupos electrógenos es de 0.03 g / kW-hr.

2.3 Canadá

Canadá ha emitido el Reglamento de emisiones de motores de encendido por compresión fuera de carretera (SOR / 2005-32), que hace referencia al Reglamento no vial de la EPA (Environmental Protection Agency) de los EE. UU., y se ajusta a sus normas de emisión y disposiciones de transición. Sin embargo, las fechas de implementación fueron posteriores, especialmente para los motores Tier 2 y Tier 3.

Para los motores certificados por la EPA de los EE. UU., se acepta una etiqueta de emisión de la EPA si se vende al menos un motor de la misma familia, tanto en los Estados Unidos como en Canadá.

Este Proyecto está financiado hasta el 80% con recursos del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) asignados al Instituto de Fomento de la Región de Murcia con arreglo a la Subvención Global mediante la Decisión C(2015)3408, de la Comisión, por la que se aprueba el Programa Operativo de intervención comunitaria FEDER 2014-2020 en el marco del objetivo de inversión en crecimiento y empleo, en la Comunidad Autónoma de Murcia, como Región calificada en transición.

Para cualquier información adicional relativa a este Proyecto puede dirigirse a:

Asociación Empresarial Centro Tecnológico de la Energía y del Medio Ambiente de la Región de Murcia

C/ Sofía 6-13, P.I Cabezo Beaza, Cartagena, 30353

968520361

cetenma@cetenma.es