

Metodologías utilizadas en el Portal Eco-vehículos

La información disponible que se muestra en las bases de datos fue obtenida de fuentes públicas de información como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) o proporcionada dentro del Convenio de Concertación sobre Eficiencia Energética de Vehículos Automotores Comercializados en el País, firmada por la Secretaría de Energía (SENER), Secretaría de Economía (SE), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), por lo que su reproducción parcial o total requiere autorización previa.

Los valores de rendimiento y emisiones contaminantes reportados en el Portal Eco-vehículos se obtienen de las pruebas que realizan las armadoras en condiciones controladas de laboratorio y se proporcionan únicamente con fines comparativos no oficiales. Los resultados de estas pruebas pueden no ser reproducibles ni obtenerse en condiciones y hábitos de manejo convencionales, debido a condiciones climatológicas y topográficas, combustible, entre otros factores. Si desea conocer más información sobre los factores que pueden afectar al rendimiento de combustible en un vehículo, de clic [aquí](#).

Con la intención de facilitar la consulta de las metodologías utilizadas, la información contenida en este documento y en el Portal Eco-vehículos está organizada de la siguiente manera:

Metodología para la asignación de calificaciones:

- [Calificación de Contaminantes al Aire](#)
- [Calificación de Gases de Efecto Invernadero](#)

Metodología del rendimiento de combustible:

- [Rendimiento combinado](#)
- [Rendimiento combinado con promedio armónico](#)
- [Homogenización a un ciclo de prueba](#)
- [Rendimiento ajustado](#)

Otras metodologías utilizadas:

- [Gasto anual estimado de combustible](#)
- [Emisión anual de CO₂](#)

Calificación de Contaminantes al Aire

La Calificación de Contaminantes al Aire mide las emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NO_x), las cuales contribuyen a la contaminación del aire a nivel local y problemas en la salud de los seres humanos. Esta calificación utiliza como base la metodología [Air Pollution Score](#) (por su nombre en inglés) desarrollada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), aplicada a los estándares de emisiones del universo vehicular de México.

Los rangos que se aplican para evaluar el desempeño de estos contaminantes se muestran en la siguiente tabla, donde el 10 se asigna al vehículo más “limpio” y con menores impactos al medio ambiente y el 0 se asigna a los vehículos con mayores emisiones contaminantes de NO_x y, por lo tanto, con mayor impacto al ambiente:

Calificación en contaminantes al aire	Estándar	Máximos permitidos NO _x (g/1000 km)	
10	Bin 1		0
9	Bin 2	0	12.43
8	Bin 3	12.43	18.65
7	Bin 4	18.65	24.86
6	Bin 5	24.86	43.51
5	Bin 6	43.51	62.15
4	Bin 7	62.16	93.23
3	Bin 8	93.23	124.3
2	Bin 9	124.3	186.45
1	Bin 10	186.45	372.9
0	Bin 11	372.9	559.35

Cuando una calificación aparece con "?", significa que los datos necesarios para el cálculo no están disponibles para el vehículo, sin embargo, debido a que este vehículo es comercializado en México, sus características de emisiones contaminantes cumplen al menos con la norma NOM-042-SEMARNAT-2003 publicada en el DOF el 7 de septiembre de 2005.

Calificación de Gases de Efecto Invernadero

La Calificación de Gases de Efecto Invernadero refleja las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que, en opinión de los científicos, tienen un impacto en el clima del planeta al aumentar sus concentraciones en la atmósfera. Esta calificación se basa en el rendimiento de combustible del vehículo, ya que mientras mayor es el rendimiento, menor es el consumo de combustible para recorrer una misma distancia, y se emiten, por consecuencia, menores cantidades de CO₂ a la atmósfera. Esta calificación es similar al [Greenhouse Gas Score](#) elaborado por la EPA, aplicado a los estándares de emisiones y rendimientos de combustible del universo vehicular de México.

Para el cálculo de la calificación, se utilizan los valores de [rendimiento combinado](#) de combustible obtenidos de las fuentes de información existentes a nivel nacional.

Las emisiones de CO₂ varían de acuerdo con el tipo de combustible utilizado, ya que cada combustible tiene una concentración específica de CO₂ por litro, de manera que la siguiente tabla muestra los rangos de rendimiento de combustible (rendimiento ajustado) que determinan la asignación de un valor de 10 a un vehículo con mejor rendimiento y menor emisión de CO₂ y un valor de 0 a un vehículo con menor rendimiento y mayores emisiones de CO₂:

Calificación en gases de efecto invernadero	CO ₂ gramos por kilómetro		Rendimiento ajustado de gasolina		Rendimiento ajustado de diésel	
10	0	126.86	18.70	Más	21.26	Más
9	126.86	155.05	15.30	18.70	17.43	21.26
8	155.05	183.24	12.75	15.30	14.88	17.43
7	183.24	211.44	11.05	12.75	12.75	14.88
6	211.44	239.63	9.78	11.05	11.48	12.75
5	239.63	267.82	8.93	9.78	10.20	11.48
4	267.82	296.01	8.08	8.93	9.35	10.20
3	296.01	324.20	7.23	8.08	8.50	9.35
2	324.20	352.39	6.80	7.23	7.65	8.50
1	352.39	380.58	6.38	6.80	7.23	7.65
0	380.58	Más	0.00	6.38	0	7.23

El cálculo de las emisiones de CO₂ se hizo a través de los siguientes factores:

Factor de emisión gasolina: 2,331.65 gramos de CO₂/L

El factor del IPCC para gasolina es 3,172.31 g CO₂ / kg de combustible y la densidad de gasolina que se utilizó es: 0.735 kg / L de combustible.

Factor de emisión diésel: 2,680.60 gCO₂/L

El factor del IPCC para la gasolina es: 3,172.31 g CO₂ / kg de combustible y la densidad de diésel que se utilizó es: 0.845 kg / L de combustible.

Rendimiento combinado

La información sobre rendimientos que se mostraban con anterioridad provenía de la información recibida por parte de las armadoras de acuerdo con el convenio de colaboración firmado en el 2002 entre la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) y Secretaría de Energía (SE), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, ahora Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía (CONUEE).

Las características de la información de dicho acuerdo establecen que el rendimiento combinado se calculará a través de un promedio ponderado de los rendimientos en ciudad y carretero¹, donde la ponderación es de 55% para el ciclo en ciudad ($Rend_{ciudad}$) y 45% para el ciclo carretero ($Rend_{carretero}$).

$$\text{Rendimiento combinado} = 0.55 * Rend_{ciudad} + 0.45 * Rend_{carretero}$$

Además, a las armadoras se les permite entregar la información de los rendimientos de combustible en el ciclo de prueba americano (*Federal Test Procedure 75*) o europeo (*New European Driving Cycle*), por lo que actualmente entregan parte de la información en ciclo americano y parte en ciclo europeo.

Sin embargo, estas características de la información hacen que sean poco comparables los valores de rendimiento entre los vehículos y con respecto a otros países. Debido a esto es necesario que los vehículos se encuentren en un mismo ciclo de prueba y que el promedio para calcular el rendimiento combinado sea a través de un promedio armónico. En la actualización de la metodología se hicieron dos cambios: 1) en el cálculo del rendimiento combinado calculado con un promedio combinado armónico y 2) la conversión de todos los rendimientos al ciclo de prueba americano. A continuación se explica cada procedimiento.

Rendimiento combinado con promedio armónico

Todos los promedios en rendimiento de combustible (km/L) deben calcularse a través de un promedio armónico, dado que no existe una relación lineal directa entre el rendimiento de combustible y el ahorro en combustible de los vehículos (L/km), es decir, el ahorro en gasolina por un incremento en la eficiencia energética varía para diferentes niveles de eficiencia. Si se utiliza el promedio aritmético, como solía ocuparse, se estarían tomando en cuenta que todos los niveles de eficiencia dan los mismos ahorros en combustible.

Dado el argumento anterior, los países que han regulado eficiencia energética como Estados Unidos (millas por galón) y Japón (km/L), manejan el promedio armónico para cualquier promedio necesario en el rendimiento de combustible. El promedio armónico toma las mismas ponderaciones para los

¹ Los valores de rendimiento se obtienen en condiciones controladas de laboratorio, que bien pueden no ser reproducibles ni obtenerse en condiciones y hábitos de manejo convencional, debido a condiciones climatológicas, combustible, condiciones topográficas y otros factores. Si desea conocer más información sobre los factores que pueden afectar al rendimiento de combustible en un vehículo, de clic aquí.

ciclos de ciudad y carretera (55% y 45%, respectivamente) y su cálculo se realiza de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Rend}_{\text{combinado}} = \frac{1}{\frac{0.55}{\text{Rend}_{\text{ciudad}}} + \frac{0.45}{\text{Rend}_{\text{carretera}}}}$$

$\text{Rend}_{\text{combinado}}$ = Rendimiento combinado con promedio armónico

$\text{Rend}_{\text{ciudad}}$ = Rendimiento en ciclo ciudad

$\text{Rend}_{\text{carretera}}$ = Rendimiento en ciclo carretera

Homogenización a un ciclo de prueba

El ciclo de prueba es la simulación de un recorrido que se le hace a los vehículos o a los motores para conocer su eficiencia en el consumo de combustible y las emisiones de diferentes gases contaminantes. Existen tres ciclos de pruebas que se reconocen a nivel internacional: el americano conocido como FTP-75 (*Federal Test Procedure 75*), el europeo conocido como NEDC (*New European Driving Cycle*) y el japonés llamado JC08.

Los ciclos que reporta la industria automotriz en México son el FTP-75 y el NEDC. Las características que presenta cada uno son diferentes, por ejemplo, el ciclo americano presenta más altas velocidades, mayores aceleraciones y mayores requerimientos de potencia, mientras que el ciclo europeo muestra mayor funcionamiento en vacío ([ICCT, 2008](#)).

A pesar de las diferencias en los ciclos de prueba, es posible la homologación a través de un factor de conversión de ajuste. En el caso del Portal Eco-vehículos, el ciclo de prueba al que se homogenizan todos los vehículos es al americano (FTP-75), dado que aproximadamente el 90% de las ventas de los vehículos nuevos lo presentan. Los factores utilizados para ajustar a este ciclo de prueba son proporcionados por el [International Council on Clean Transportation \(2007\)](#). El procedimiento para convertir los rendimientos del ciclo europeo al americano es el siguiente:

1. Dado que las unidades que se manejan en los factores de conversión se encuentran en millas por galón, es necesario convertir el rendimiento combinado de kilómetros por litro (km/L, unidades originales) a millas por galón (mpg):

$$\text{Rend}_{\text{combinado}}(\text{mpg}) = \text{Rend}_{\text{combinado}}(\text{km/L}) * 2.35$$

2. Una vez que el rendimiento combinado se encuentra en millas por galón, se utiliza el factor de conversión de ciclo de prueba NEDC a FTP-75 sólo para aquellos rendimientos que se encuentran en ciclo NEDC. El factor de conversión se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Factor de conversión} = (-0.0816) * \ln(\text{Rend}_{\text{combinado}}(\text{mpg})) + 0.6243$$

3. Después de haber determinado el factor de conversión, los rendimientos expresados en FTP-75 se expresarán de la siguiente manera:

$$\text{Rend}_{\text{combinado}} \text{ FTP-75 (mpg)} = \frac{\text{Rend}_{\text{combinado}} \text{ NEDC (mpg)}}{\text{Factor de conversión}}$$

4. Dado que el rendimiento combinado se encuentra expresado en millas por galón, se hace la conversión a kilómetros por litro (km/l).

$$\text{Rend}_{\text{combinado}}(\text{km/L}) = \frac{\text{Rend}_{\text{combinado}} \text{FTP-75 (mpg)}}{2.35}$$

Nota: el rendimiento combinado reportado en el Portal Eco-vehículos como “Rend. Combinado” corresponde al rendimiento combinado con promedio armónico y homogenizado al ciclo de prueba americano (FTP-75).

Rendimiento ajustado

En 2008, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de Estados Unidos renovó los ciclos de prueba utilizados en las pruebas de laboratorio para mostrar un valor de rendimiento de combustible más cercano a la realidad. Las modificaciones que incluye la renovación son: manejo agresivo con altas velocidades y rápidas aceleraciones, uso del aire acondicionado y manejo en temperaturas muy frías.

En el nuevo método de prueba que utiliza la EPA, el rendimiento de combustible es menor con respecto a las pruebas de laboratorio obtenidas en los ciclos de prueba convencionales. Sin embargo, esto no quiere decir que los vehículos son diseñados con un menor rendimiento si no que el nuevo método toma en cuenta condiciones de manejo que no están incluidas en los ciclos de prueba originales o convencionales.

En comparación con los valores de rendimiento obtenidos en los ciclos de prueba originales, el rendimiento en ciudad disminuye, en promedio, 12% y hasta un 30%. El rendimiento en carretera disminuye, en promedio, 8% y hasta un 25%. En conjunto, el rendimiento combinado disminuye en 25% con respecto al rendimiento de combustible no ajustado.

Dado que el comportamiento en el manejo de los conductores varía de conductor a conductor es difícil predecir el rendimiento de combustible que cada conductor tendrá en condiciones reales de manejo. Con la estimación del rendimiento ajustado, habrá conductores que obtengan rendimientos más altos y otros rendimientos más bajos. Sin embargo, el rendimiento ajustado puede tener mayor acercamiento a la realidad.

En este sentido, el Portal Eco-vehículos pone a disposición una aproximación del rendimiento combinado ajustado con la finalidad de que el consumidor pueda comparar el rendimiento de laboratorio y un rendimiento que se ajusta más las condiciones de manejo de los usuarios. El ajuste se hizo al reducir el rendimiento combinado en 25%, el cual se obtuvo después de las estimaciones del promedio armónico y la homogenización del ciclo de prueba FTP-75.

Gasto anual estimado de combustible

El Gasto Anual Estimado de Combustible se calcula a partir de una distancia recorrida anual promedio de 15,000 kilómetros al año en condiciones de manejo en ciudad, y con el precio promedio de combustible tipo PREMIUM.

$$\text{Gasto anual de combustible (\$/año)} = 15,000 \text{ km/año} * \frac{1}{\text{Rend}_{\text{ciudad}}(\text{km/L})} * P_{\text{PREMIUM}}$$

$\text{Rend}_{\text{ciudad}}$ = Rendimiento en ciclo ciudad

P_{PREMIUM} = Precio promedio de gasolina tipo PREMIUM

Emisión anual estimada de CO₂

La Emisión Anual Estimada de CO₂ se calcula a partir de una distancia recorrida anual promedio de 15,000 kilómetros al año.

$$\text{Emisión anual de CO}_2 \text{ (kg/año)} = 15,000 \text{ km/año} * \text{kgCO}_2/\text{km}$$

Referencias y mayor información

Información sobre las tendencias de emisiones de CO₂ y rendimiento de combustible en Estados Unidos (en inglés):

[EPA. \(2016\). *Light-Duty Automotive Technology, Carbon Dioxide Emissions, and Fuel Economy Trends: 1975 Through 2016*, United States Environmental Protection Agency \(EPA\).](#)

Información sobre las tendencias mundiales de emisiones de gases de efecto mundiales provenientes de vehículos de pasajeros y rendimiento de combustible (en inglés):

[An, F., Gordon, D., He, H., Kodjak, D., & Rutherford, D. \(2007\). *Passenger Vehicle Greenhouse Gas and Fuel Economy Standards: A Global Update*, The International Council on Clean Transportation \(ICCT\).](#)

Información sobre las diferencias que existen entre el rendimiento ajustado por la EPA y el rendimiento observado consultar el documento (en inglés):

Greene, D., Goeltz, R., Hopson J. (2005). Analysis of In-Use Fuel Economy Shortfall by Means of Voluntarily Reported Fuel Economy Estimates.

De antemano agradecemos su interés en conocer esta información y le invitamos a dirigir sus preguntas sobre la metodología al correo electrónico: ecovehiculos@inecc.gob.mx