

# Emisión de $CO_2$ de vehículos que circulan en México en base a sus características

Luis Felipe Rangel Salazar

Julio 2024

## 1. Introducción

El conjunto de datos con el que se va a trabajar representa un listado de distintos vehículos que circulan en México junto con sus características.

El objetivo del trabajo es identificar las principales características de un vehículo que afectan en su cantidad de emisiones de  $CO_2$ .

Se pretende hacer un análisis predictivo del nivel de contaminante que emiten los vehículos en base a algunas de sus características, y por consecuencia en la cantidad de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) que emiten, aplicando algunos métodos de Aprendizaje Supervisado o No Supervisado.

## 2. Descripción de los datos

La base de datos consta de 4,601 registros con 19 variables originalmente.

- $CO_2$  (g/km) [variable objetivo]
- Marca
- Submarca
- Versión
- Modelo
- Trans.
- Comb.
- Cilindros
- Categoría
- R. Ciudad (km/l)
- R. Carr. (km/l)

- R. Comb. (km/l)
- R. Ajust. (km/l)
- Nox (g/1000km)
- Calificación Gas Ef. Inv.
- Calificación Contam. Aire
- Tamaño (L)
- Potencia (HP)
- Híbrido

## 2.1. Selección de variables

Las siguientes variables fueron descartadas:

- R. Comb. (km/l)
- R. Ajust. (km/l)
- Nox (g/1000km)
- Calificación Gas Ef. Inv.
- Calificación Contam. Aire
- Versión
- Comb.

Esto, debido a que estas variables se derivan o se calculan en base a otras que ya estamos considerando, tales como R. Ciudad (km/l) y R. Carr. (km/l), con lo que si las incluimos tendríamos un problema de colinealidad. En el caso de Nox (g/1000km) y Comb. se excluyen por tener un bajo estadístico F en relación al CO<sub>2</sub> (g/km). La variable Versión también debe ser excluida debido a que hay muchas categorías de Versión (3,118 etiquetas de 4,601 registros), esta variable no permite un análisis al casi tener cada vehículo su propia Versión.

Con esto se corre el riesgo de tener overfitting y por lo tanto la sugerencia es remover este campo.

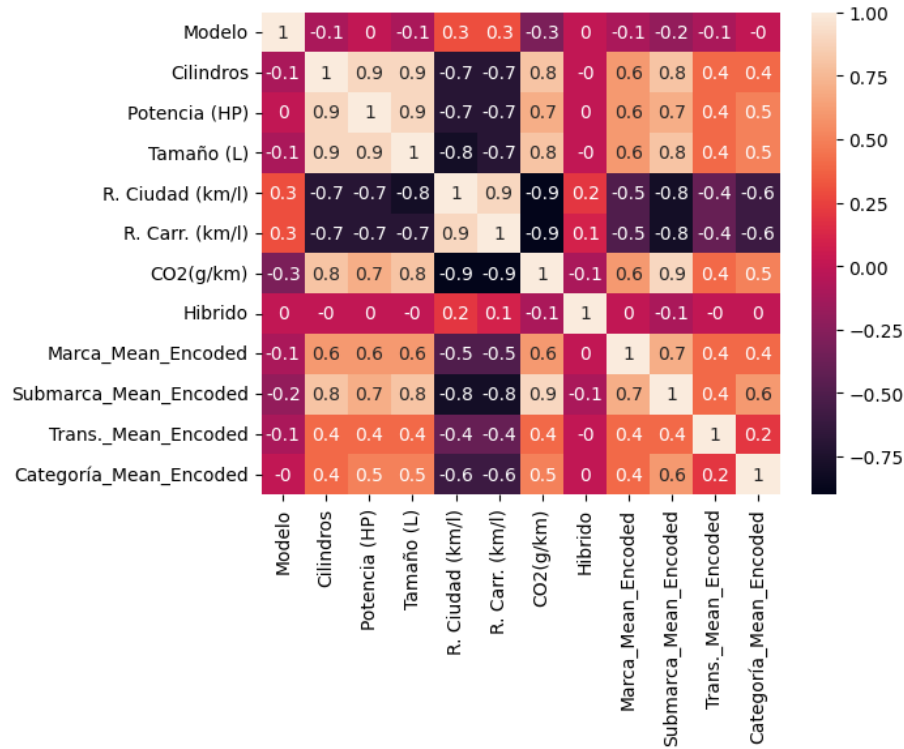


Figura 1: Matriz de correlaciones

## 2.2. Estadística descriptiva básica

A continuación se presenta la matriz de correlaciones entre las variables.

Como se puede ver en la figura 1, las variables de Cilindros, Potencia y Tamaño son las que se encuentran más correlacionadas positivamente entre ellas. De igual forma, la variable Submarca tiene una correlación positiva alta con la variable respuesta  $CO_2$ . Las variables de Rendimiento en Ciudad y Rendimiento en Carretera son las que presentan mayor correlación negativa con la variable respuesta  $CO_2$ .

Abajo se muestran las principales estadísticas descriptivas de cada variable.

	Modelo	Cilindros	Potencia (HP)	Tamaño (L)
Conteo	4601.000000	4601.000000	4601.000000	4601.000000
Media	2014.180000	5.330000	255.290000	2.870000
Desviación	2.160000	1.800000	132.920000	1.350000
Min	2011.000000	3.000000	60.000000	0.900000
25 %	2012.000000	4.000000	150.000000	1.800000
50 %	2014.000000	4.000000	220.000000	2.500000
75 %	2016.000000	6.000000	330.000000	3.600000
Max	2018.000000	12.000000	888.000000	8.400000

---

	R. Ciudad (km/l)	R. Carr. (km/l)	CO2(g/km)	Hibrido
Conteo	4601.000000	4601.000000	4601.000000	4601.000000
Media	10.600000	16.600000	256.730000	0.010000
Desviación	3.290000	4.190000	75.630000	0.100000
Min	3.100000	6.700000	107.000000	0.000000
25 %	8.200000	13.440000	200.000000	0.000000
50 %	10.420000	16.390000	244.000000	0.000000
75 %	12.820000	19.600000	299.000000	0.000000
Max	27.460000	31.300000	627.000000	1.000000

### 3. Preprocesamiento

Se generó el campo Hibrido con un 1 si el vehículo es híbrido y 0 si no lo es, en base a la descripción del vehículo que se podía extraer de los campos Versión y Submarca. Se eliminaron los registros con valores nulos y se redefinieron las variables categóricas usando el método de Mean Encoding.

### 4. Agrupamiento

Se realizó un agrupamiento para la variable Submarca con  $CO_2$  por el método de K-Medias.

Primero se obtuvo que la cantidad de grupos adecuada era  $K = 4$  de acuerdo al gráfico de codo.

El resultado de emplear K-medias para agrupar las submarcas se puede apreciar en el siguiente gráfico.

## Referencias

Información sobre las tendencias de emisiones de  $CO_2$  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).

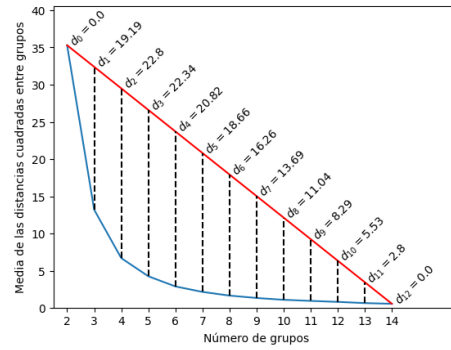


Figura 2: Gráfica de codo

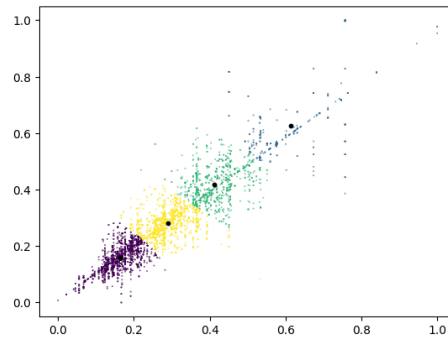


Figura 3: Gráfica de codo

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.