

STUDY OF THE CO₂ EMISSIONS OF AN EV TO THAT OF A GASOLINE VEHICLE

AUTOR: Sánchez González, Javier

DIRECTOR: Gross, George

ENTIDAD COLABORADORA: University of Illinois at Urbana-Champaign

SUMMARY OF THE PROJECT:

Introduction:

There is growing awareness around the world about energy independence, sustainability and climate change issues produced by CO₂ emissions. The United States' dependence on oil makes their overall economy and household budgets highly vulnerable to volatile oil prices. The pollutant emissions from the vehicles contribute to unhealthy air and global climate change. Vehicles powered by electricity have the potential to reduce many of these problems.

Driving on vehicles powered by electricity instead of gasoline vehicles is better when it comes to reducing the emissions responsible for climate change. But the environmental impacts depend on many factors: the resource mix, the weather, resource mix of the generated electricity, etc. The recent developments are not the first time in the history of car manufacturing that Electric Vehicles (*EVs*) have been prominent.

Global warming is real problem in our today's society. Increased drought in dry areas, extreme heat, poor air quality, threats to coastal communities, etc. These are just a few examples of what global warming does and are the reasons all these incentives are on proposed to reduce the CO₂ emissions and reduce the global warming.

Objectives

The aim of this project is to do a detailed comparison study of the CO₂ emissions an *EV* emits to that of the emissions of a gasoline vehicle. The scope of our work focuses on 2012 year period. We discuss the CO₂ emissions in two different states, California and Illinois. We discuss the main factors that can contribute to the emissions, weather, geography and the energy sources that are used in the different states. We also differentiate between the three phases of the energy path: production, transportation and consumption.

Methodology

In order to do a detailed comparison, we are going to focus on the CO₂ emissions produced from the production of the energy, the transportation and the final consumption.

For the *EVs*, first we study the emissions from the energy production. We have to take into account the different resources mix from the different places. Then, we study the efficiency in the transportation of the energy which is around 92%. And finally, we study the tailpipe CO₂ emissions which are 0 for *EVs*.

On the other hand, for the gasoline vehicles, firsts we have to study the CO₂ emitted during the petroleum extraction and the CO₂ emissions from the energy wasted during the extraction. Then we study the emissions from the energy wasted on the transportation, refining and distribution of the gasoline. And finally, we study the tailpipe CO₂ emissions which are around 8.887 grams of CO₂ / gallon.

Results

Taking into consideration all the factors addressed before and inspecting, cleaning, transforming, and modeling the CO₂ emissions and energy generation data from the Energy Information Administration (*EIA*) [1] we got to the conclusion that driving *EVs* is less polluting that driving on gasoline vehicles. Depending on the state, either Illinois or California, we have differentiated depending on how is the energy grid mix from each state.

For EVs, we vary the miles per kWh from 1.5 to 4, we differentiate also different mileage per year and we calculate the kWh per year consumed by a single car in a year. Hereafter, differentiating between lead-acid batteries and lithium batteries we calculated the real kWh consumed by an EV.

First, we have calculated the metric tons of CO₂ per kWh each energy source emits. For example, in Illinois the main energy source is coal, which is one of the most polluting sources. This fact will affect considerably the CO₂ metric tons emitted.

And then, we have estimated how many kWh an EV would drive varying the miles per kWh driven, the different types of batteries efficiencies and the miles driven per year. Obtaining the following results:

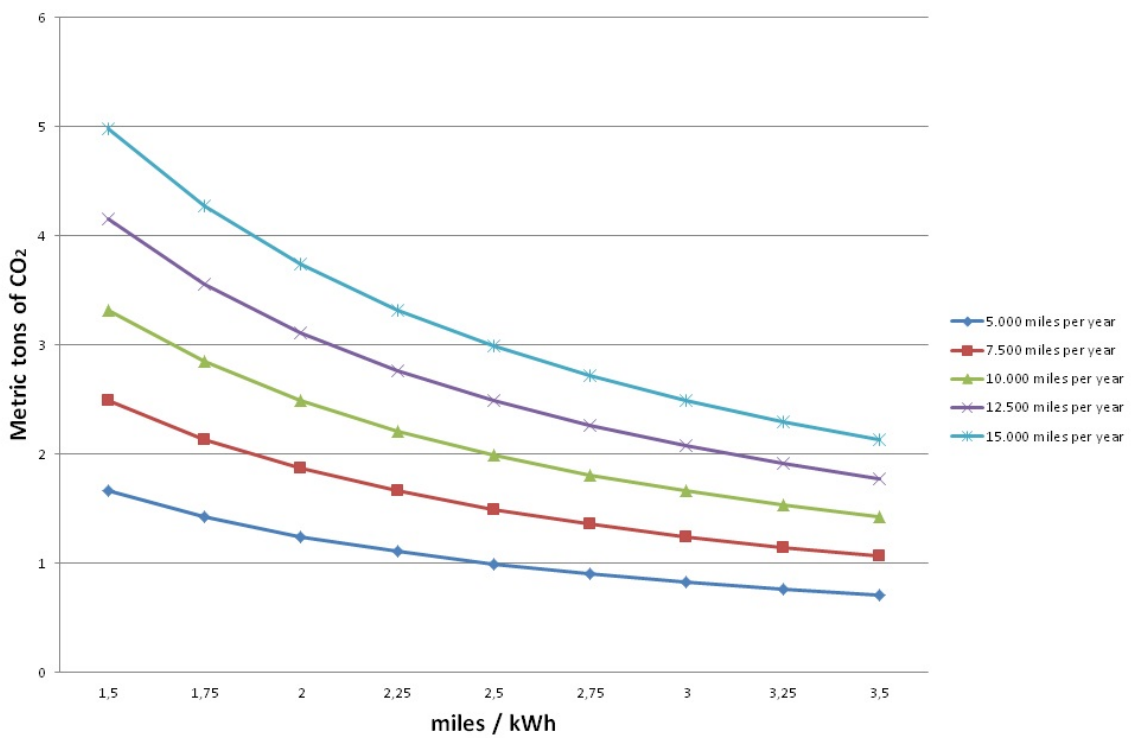


Figure 1. This figure shows the metric tons of CO₂ emitted depending on the miles per kWh consumed and varying the mileage per year a single vehicle drives in California

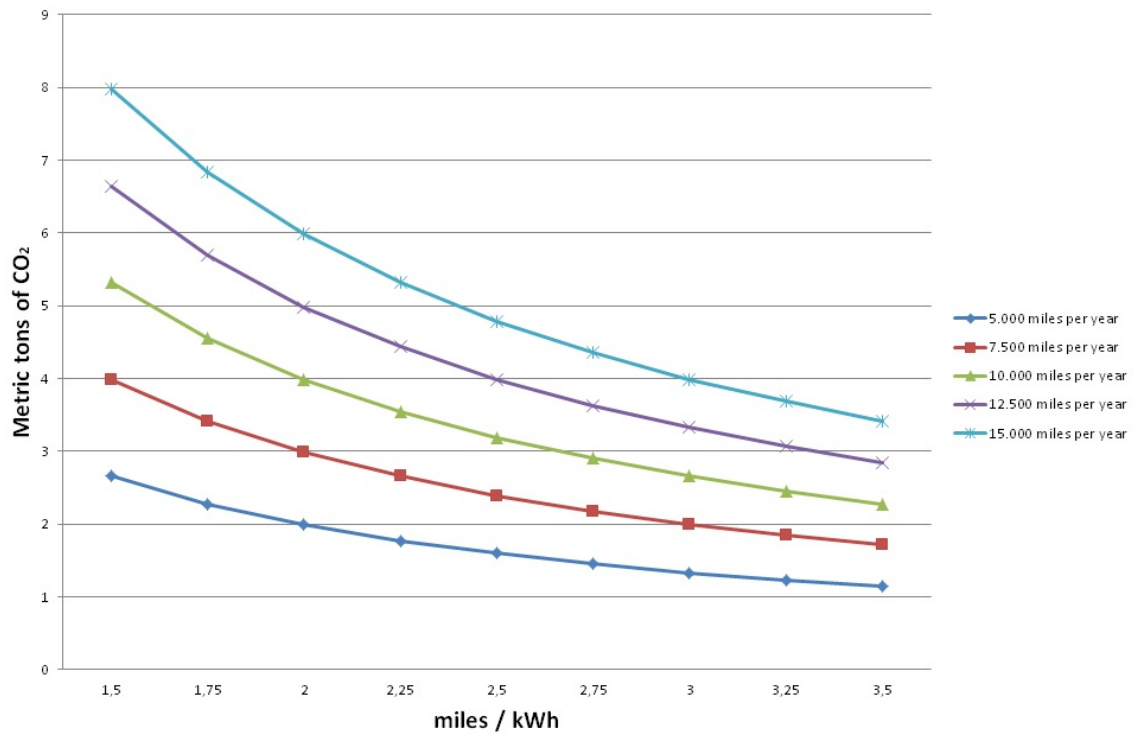


Figure 2. This figure shows the metric tons of CO₂ emitted depending on the miles per kWh consumed and varying the mileage per year a single vehicle drives in Illinois

On the other hand, for the gasoline vehicles we have vary the miles per gallon from 15 to 40, we differentiate also various mileages per year and we calculate the gallons per year consumed by a single car in a year. According to the data from [3] the transportation of the gasoline produces about a 13% of the emissions that the consumption of the gasoline would produce.

According to United States Environmental Protection Agency (EPA), to obtain the number of grams of CO₂ emitted per gallon of gasoline combusted, the heat content of the fuel per gallon is multiplied by the kg CO₂ per heat content of the fuel. EPA stated that they had agreed to use a common conversion factor of 8,887 grams of CO₂ emissions per gallon of gasoline consumed. Obtaining the following results:

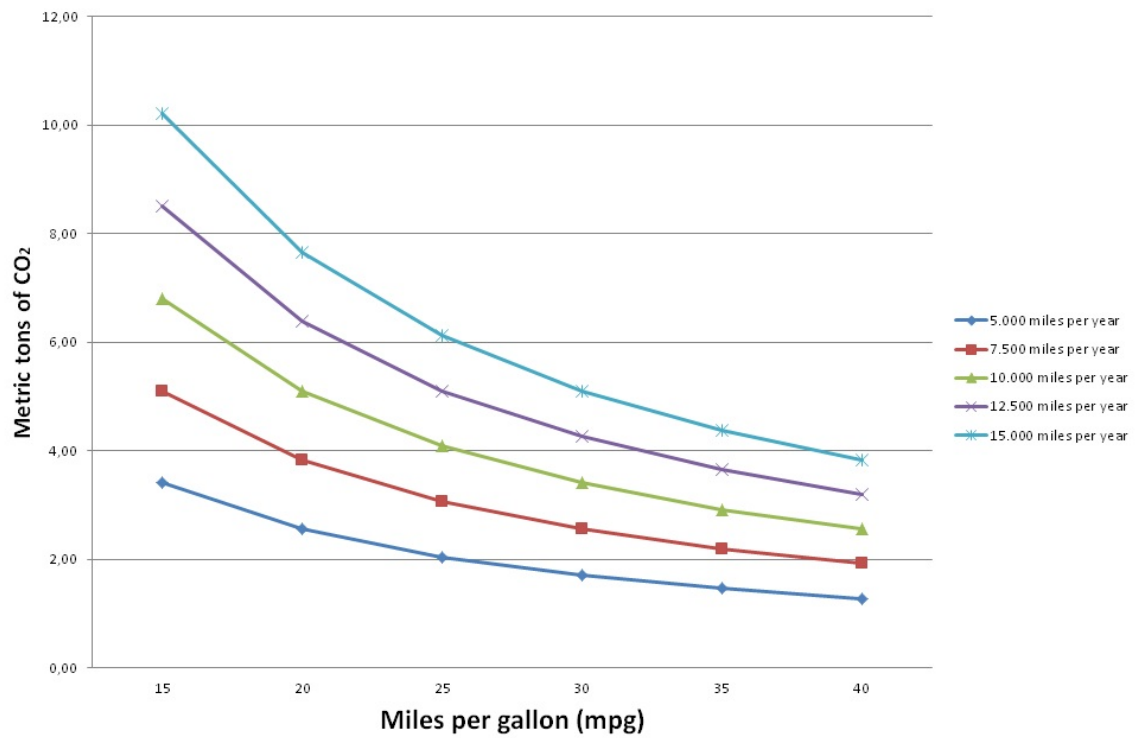


Figure 3. This figure shows the metric tons of CO₂ emitted depending on the miles per gallon consumed and varying the mileage per year a single vehicle

Conclusions

The results obtained in this study confirm that driving EVs instead of driving gasoline vehicles is less polluting. But not only we have proved this statement; with this study we have proved that driving on electricity also depended on many factors as weather, the resource mix where the energy comes from, the different types of batteries, etc.

RESUMEN DEL PROYECTO:

Durante los últimos años ha habido una creciente preocupación por los problemas de la independencia energética, la sostenibilidad y el cambio climático producidos por las emisiones de CO₂. La dependencia de Estados Unidos en el petróleo hace que la economía y los presupuestos domésticos sean altamente vulnerables a cambios en los precios del barril de petróleo. Las emisiones contribuyen a la formación de un aire no saludable y al cambio climático global. Los vehículos eléctricos tienen el potencial de reducir estas emisiones entre otros grandes problemas.

Conducir coches propulsados por electricidad en vez de conducir los convencionales coches de gasolina es mejor en términos de reducir las emisiones responsables del cambio climático. Pero no dependiendo de varios factores el impacto medioambiental que pueden tener los coches eléctricos puede variar. Los principales factores estudiados en este proyecto han sido el tiempo meteorológico del lugar donde se conduce, de que fuentes proviene la energía utilizada, las diferentes baterías de los coches eléctricos, etc.

El cambio climático es un problema serio en la sociedad actual; incremento de las sequías en zonas más secas, el calor extremo, la mala calidad del aire, las amenazas de inundaciones en zonas costeras, etc. Estos son solo unos pocos ejemplos de lo que el cambio climático hace y las razones que nos ha llevado a realizar este estudio para reducir las emisiones de CO₂ y como consecuencia reducir el calentamiento global.

Objetivos

El propósito de este proyecto es hacer un estudio comparativo detallado de las emisiones que produce un coche eléctrico con respecto a las que produce uno de gasolina. El ámbito de nuestro trabajo se centra en el año 2012. En el estudio se comparan dos diferentes Estados de los Estados Unidos; California e Illinois. Se han escogido estos dos Estados debido a sus diferentes características, ya sean en el tiempo meteorológico como por sus diferentes fuentes de energía. También se diferencia entre las tres diferentes etapas de la vida energética: producción, transporte y consumo.

Metodología

Con motivo de realizar un estudio más detallado, nos hemos centrado en las emisiones de CO₂ producidas en cada una de las distintas etapas de la energía. Desde la producción de la energía, su transporte y el final consumo de la misma.

En primer lugar, para los coches eléctricos estudiamos las emisiones de CO₂ provenientes de la producción. Teniendo en cuenta las diferentes fuentes de energía dependiendo de los distintos estados. Luego, estudiamos la eficiencia con la que se transporta la energía hasta donde es consumida, estimando esta alrededor de un 92%. Y por último estudiaremos las emisiones producidas durante la conducción de los mismos, la cual es 0 para los coches eléctricos.

Por otro lado para los vehículos de gasolina, siguiendo las tres etapas energéticas, primero estudiaremos las emisiones de CO₂ producidas en la extracción del petróleo. Luego, las emisiones de CO₂ producidas durante el transporte, refinado del crudo y distribución del mismo. Y por último, estudiaremos las emisiones de CO₂ emitidas durante el consumo de la gasolina, estimándolas alrededor de 8.887 gramos de CO₂ / galón.

Resultados

Teniendo en cuenta los factores listados anteriormente; e inspeccionando, limpiando, transformando y modelando los datos de las emisiones de CO₂ y los de la generación de energía obtenidos de la Energy Information Administration (*EIA*) [1] llegamos a la conclusión de que los vehículos eléctricos son menos contaminantes que

los de gasolina. Pero esta afirmación depende de diversos factores, depende del estado del que estemos hablando, por ejemplo, en California es menos contaminante conducir un coche eléctrico que en Illinois.

Para estudiar los coches eléctricos, variamos las millas por *kWh* de 1.5 a 4. También diferenciamos el kilometraje (en millas) al año y calculamos los *kWh* consumidos al año por un solo coche. A continuación diferenciamos entre los diferentes tipos de baterías que hay en el mercado, baterías de plomo-ácido y baterías de litio calculando los *kWh* reales consumidos.

Primero, se calculan las toneladas de CO₂ por *kWh* producidas por cada diferente fuente de energía, Por ejemplo, en Illinois la principal fuente de energía son las minas de carbón. El carbón es una de las fuentes más contaminantes que podemos encontrar, afectando considerablemente la cantidad de CO₂ emitido.

Luego, con las estimaciones realizadas sobre la cantidad de kWh reales consumidos por un coche eléctrico obtenemos los siguientes resultados:

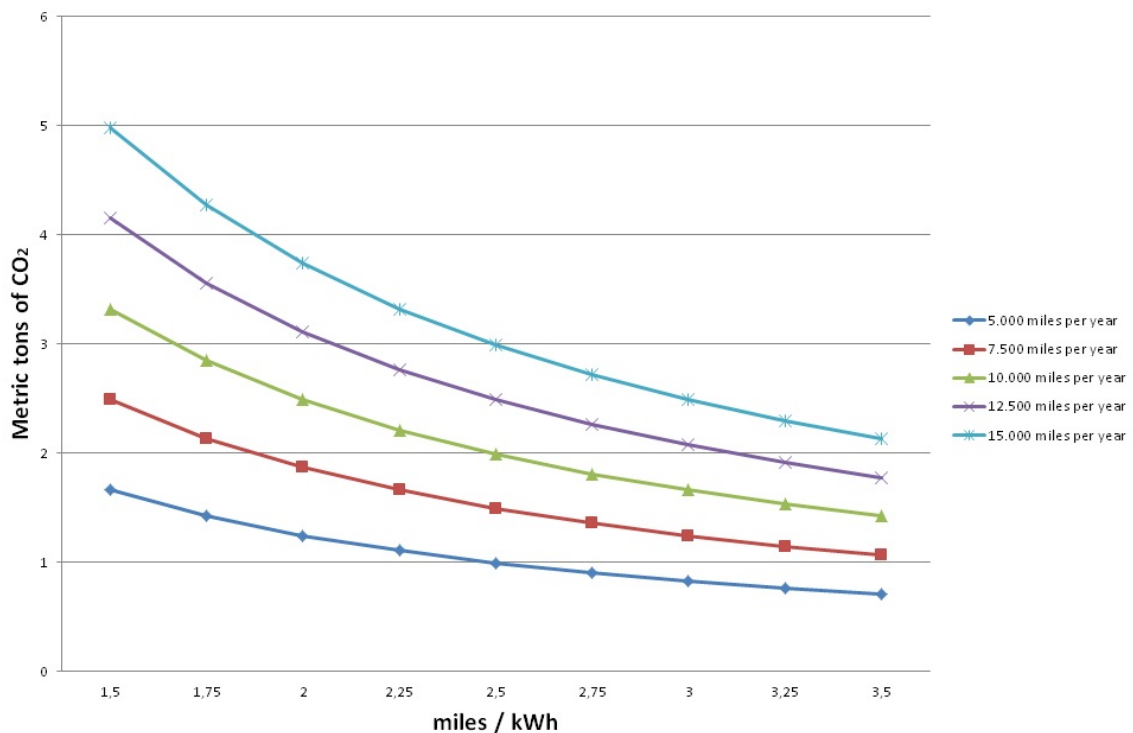


Figura 1. Esta figura muestra la cantidad de toneladas de CO₂ emitidas dependiendo de las millas por kWh consumidas y variando el kilometraje por año que se ha estimado en California

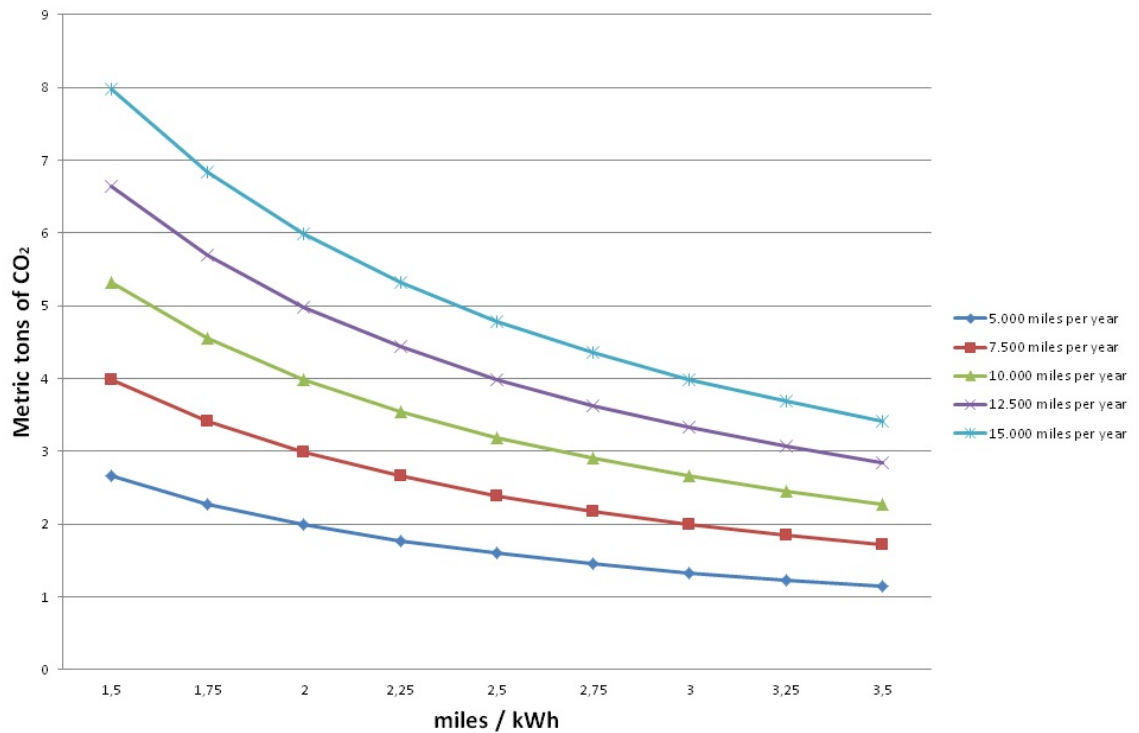


Figura 2. Esta figura muestra la cantidad de toneladas de CO₂ emitidas dependiendo de las millas por kWh consumidas y variando el kilometraje por año que se ha estimado en Illinois

Por otro lado, para los coches de gasolina variamos de 15 a 40 millas por galón consumido, diferenciando igualmente el número de millas al año por un único coche. De acuerdo con los datos obtenidos de [3] el transporte de la gasolina produce alrededor de un 13% de las emisiones producidas en el consumo de este.

De acuerdo con la agencia United States Environmental Protection Agency (*EPA*), para obtener los gramos de CO₂ producidos por cada galón de gasolina quemado, se calcula multiplicando el poder calorífico de un galón del combustible por los kg de CO₂ por unidad de poder calorífico de combustible. La agencia EPA, llegaron a un acuerdo para usar el factor de conversión 8.887 gramos de CO₂ producidos por cada galón de gasolina quemado; obteniendo los siguientes resultados junto a todas las suposiciones anteriormente propuestas:

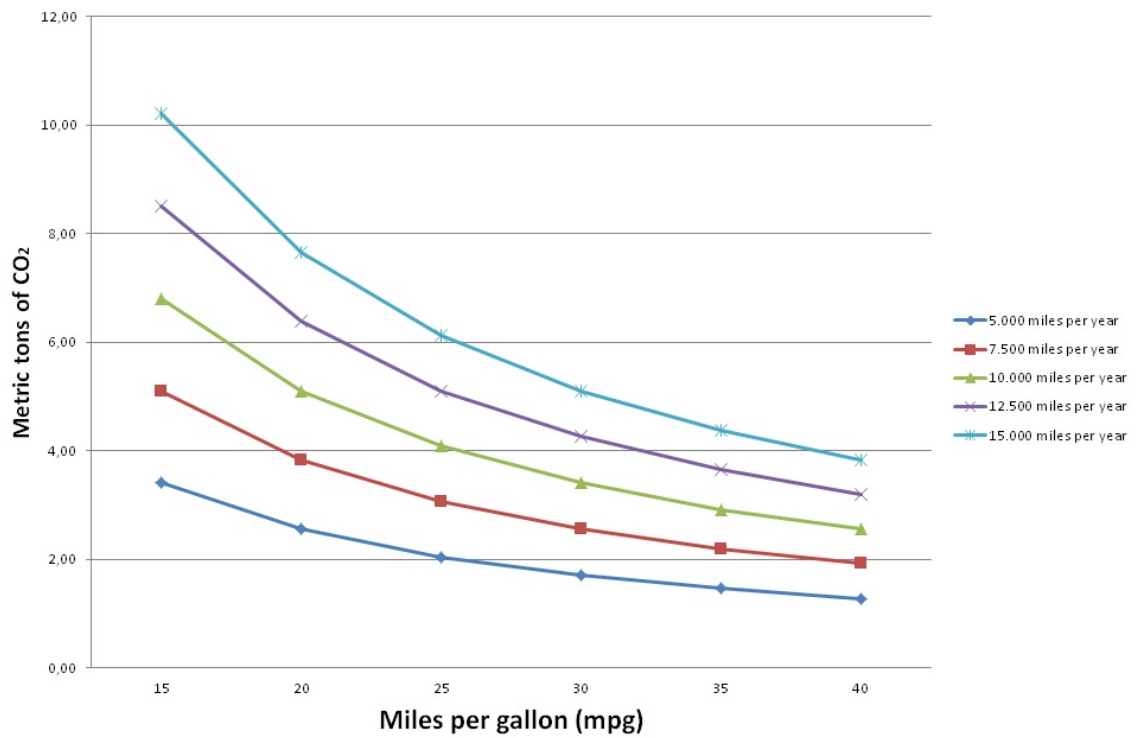


Figura 3. Esta figura muestra la cantidad de toneladas de CO₂ emitidas dependiendo de las millas por galón de gasolina consumidas y variando el kilometraje por año

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que conducir vehículos eléctricos en vez de conducir vehículos de gasolina es menos contaminante. Pero después de haber realizado el estudio no solo sacamos esa conclusión. También hemos demostrado que hay muchos factores que influyen a la hora de calcular las emisiones de CO₂ producidas por un coche eléctrico. Estos factores pueden ser: el tiempo meteorológico, la geografía, las diferentes fuentes de energía, los tipos de baterías utilizados, etc.

References

- [1] Net Generation by State by Type of Producer by Energy Source (EIA-906, EIA-920, and EIA-923) EIA, U.S. Energy information administration, Independent
- [2] P. J. Van Mierlo and Y. Marenne. *European Association for Battery Electric Vehicles*, “Energy consumption, CO2 emissions and other considerations related to Battery Electric Vehicles”, April 2009. Available at: http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/consultations/doc/2009_03_27_future_of_transport/20090408_eabev_%28scientific_study%29.pdf
- [3] J. Alson, “Overview of Electric Vehicle Market Issues in the U.S”, *U.S. Environmental Protection Agency*, EVE Informal Working Group Meeting #2, September 2012

