



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS (ICAI)  
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

**Análisis del modelo de negocio de  
infraestructuras de recarga rápida para  
vehículos eléctricos**

Autor: Javier Zumarraga Martínez

Director: Pablo Frías Marín

Agosto 2019

**AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO**

**1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.**

El autor D. Javier Zumarraga Martínez

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Análisis del modelo de negocio de infraestructuras de recarga rápida, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

**2º. Objeto y fines de la cesión.**

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

**3º. Condiciones de la cesión y acceso**

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

**4º. Derechos del autor.**

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

**5º. Deberes del autor.**

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

**6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.**

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a ...28..... de .....Agosto..... de ...2019.....

**ACEPTA**

Fdo.....Javier Zumarraga.....

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título Análisis de modelos de negocio de infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico .....2018/2019..... es de mi autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Javier Zumarraga Martínez Fecha: ...25.../ ...08.../ ...2019...

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Pablo Frías Marín Fecha: ...25.../ ...08.../ ...2019...



# ANÁLISIS DEL MODELO DE NEGOCIO DE INFRAESTRUCTURAS DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

**AUTOR: Zumarraga Martínez, Javier.**

DIRECTOR: Frías Marín, Pablo.

Entidad colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

### 1. INTRODUCCIÓN

El vehículo eléctrico ha alcanzado durante la última década un nivel de desarrollo tecnológico extraordinario. Sin embargo, uno de los grandes condicionantes para su amplia adopción es la falta de estaciones de recarga, algo que está ralentizando sus ventas y su popularización.

La infraestructura de recarga rápida en España es insuficiente y la potencia de muchos de los cargadores instalados no puede ofrecer la rapidez que podrían demandar los usuarios en un futuro no muy lejano. Una gran parte de las estaciones existentes en vías interurbanas permiten una carga máxima a una potencia de 50 kW, algo que no puede considerarse rápido para los vehículos eléctricos de nueva generación (Electromaps, 2019).

En la actualidad, en todo el territorio español existen 47 puntos de recarga que superan los 80 kW de potencia (Electromaps, 2019). Se ha de destacar que de dichos puntos 27 pertenecen a Tesla Motors y solamente funcionan para los modelos de la propia marca. En consecuencia, el número total de cargadores disponibles de dichas características sería de 20 repartidos en toda la geografía nacional. Si se tienen en cuenta todas las estaciones de recarga públicas de cualquier potencia, existen 5000 puntos, 4 veces menos que en Francia y 5 veces menos que en Alemania (REE, 2019).



*Ilustración 1: Estaciones de recarga rápida con  $P > 80$  kW. (Fuente: Electromaps)*

Por tanto, la motivación de este proyecto es romper el estatus quo actual y proponer modelos alternativos para que la instalación de puntos de recarga se pueda acelerar y permita que el vehículo eléctrico sea una opción viable para los usuarios.

Para analizar la situación actual y aportar alternativas, este proyecto va a abordar el estudio del modelo de negocio de la infraestructura de recarga rápida estimando la rentabilidad que tendrán los operadores que se establezcan en la A-1. Se ha escogido dicha autovía como área de estudio por una razón práctica, ya que conecta a Comunidad de Madrid y el País Vasco y estos lugares son (junto con Cataluña) los que más venta de vehículos eléctricos concentran en España.

A continuación, se analizarán los distintos modelos de negocio en cuanto a sus diferentes estrategias, planes financieros y posibilidades de éxito dadas las demandas de los usuarios. Finalmente, se procederá a plantear medidas de impulso a la infraestructura de recarga rápida a la luz de los retos observados.

## 2. METODOLOGÍA

El modelado de tráfico de la A1 se hará simplificando la autovía a una línea con tres nudos situados en Miranda de Ebro, Burgos y Aranda de Duero. Esta simplificación es posible ya que se pretende hallar el tráfico de largas distancias y no existen nudos significativos desde las afueras de Madrid hasta las inmediaciones de Vitoria.

Para conocer el tráfico existente en cada tramo de la autovía se accederá a la base de datos del Ministerio de Fomento. Este ofrece públicamente el tráfico registrado en las estaciones de aforo situadas a lo largo de la autovía. A continuación, se resolverá el tráfico en los nudos principales utilizando como criterios el PIB y la población a la que tenga alcance cada vía del nudo.

Tras realizar la modelización del tráfico se hallará el tráfico de larga distancia evaluando los recorridos superiores a 200km, ya que serán estos vehículos los que requieran recargar la batería. Para calcular qué proporción de dichos vehículos serán eléctricos se utilizarán las estimaciones del parque móvil eléctrico entre 2019 y 2030 y se estimará el uso del V.E. para realizar trayectos interurbanos.

El plan económico se hallará investigando los costes y realizando una encuesta para conocer las preferencias de los usuarios y poder hallar las ventajas competitivas. Para calcular los planes de negocio se usará una herramienta Excel que permite calcular el Valor Actual Neto de un determinado negocio.

Por último, se estudiarán y se consultarán qué medidas podrá tomar la administración pública para fomentar la recarga rápida, realizando un cálculo de los gastos asociados a dichas medidas y de su eficiencia.

### 3. RESULTADOS

Los resultados arrojan que la A1 será recorrida por una media de 2,4 vehículos eléctricos diarios en 2019, cifra que aumentará hasta 84 en 2023. Estas cifras aumentarán ininterrumpidamente hasta el año 2030 en el que este tráfico superará los 1000 vehículos eléctricos diarios.

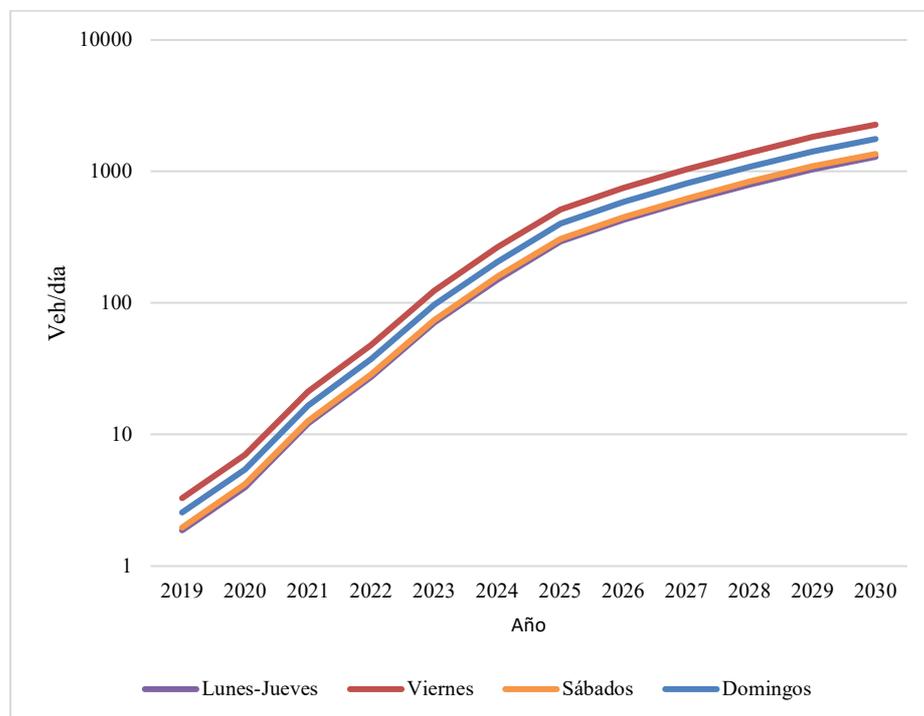


Ilustración 2: Vehículos eléctricos diarios en circulación por la A1. (Fuente: elaboración propia)

La distribución de la demanda de recarga se concentrará en zonas próximas a Burgos y Aranda de Duero. Por tanto, la distribución óptima de los puntos recarga será colocar las estaciones en zonas cercanas a dichas localidades.

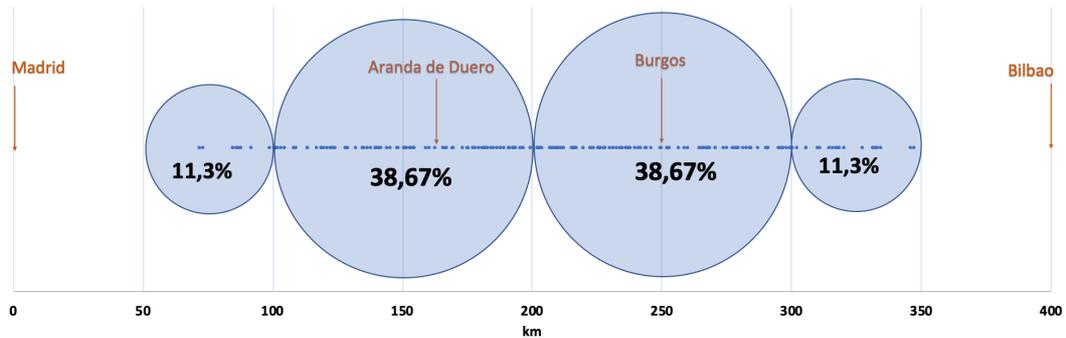
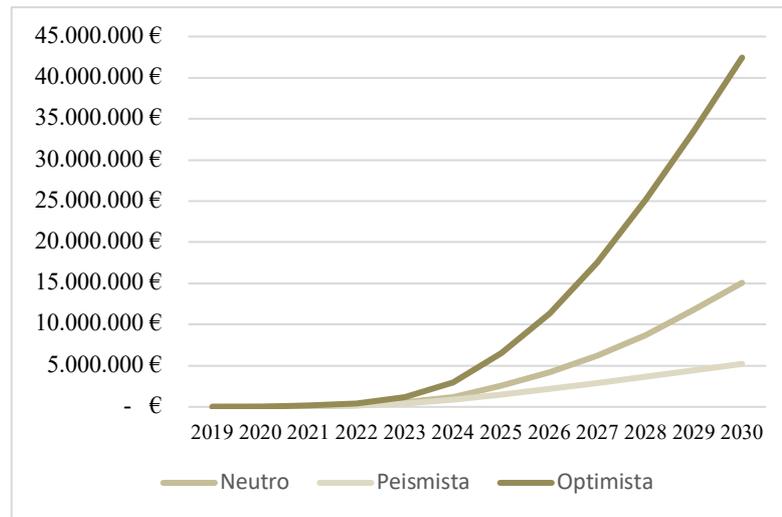


Ilustración 3: Distribución de la demanda de recarga rápida en la A. (Fuente: elaboración propia)

Al mismo tiempo, es preciso instalar una potencia de recarga adecuada para la vida útil de un cargador, que se puede suponer de 15 años. La mayoría de los vehículos eléctricos que se van a comercializar en 2020 tendrán una potencia de recarga de 100 kW o superior. Siendo optimistas con el avance de la tecnología, la potencia de recarga óptima de los cargadores deberá ser de 150 kW por cargador para evitar que pueda quedar obsoleto en el medio plazo.

#### Estudio económico:

El tráfico estimado implica que la recarga rápida adquirirá en la A1 un volumen de negocio de 15.000.000 € en 2030, cifra que asciende a 45.000.000 € en el escenario optimista.



*Ilustración 4: Volumen de mercado de la recarga rápida en la A1. (Fuente: Elaboración propia).*

Para el desarrollo de la infraestructura de recarga se están aplicando diversos modelos de negocio. Las estrategias, los costes y los ingresos varían en función de cada operador.

Modelo de negocio	Ventajas	Retos
Empresas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso más barato a la energía (margen de comercialización)</li> <li>• Base amplia de clientes en viviendas o empresas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situar en lugares con establecimientos de hostelería</li> <li>• Accesibilidad a la estación</li> </ul>
Petroleras/Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesibilidad a la estación</li> <li>• Oportunidad para aumentar ingresos en tiendas y servicios</li> <li>• Acceso más barato a la energía (margen de comercialización)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer servicios de hostelería atractivos</li> </ul>
Petroleras no eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesibilidad a la estación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer servicios de hostelería atractivos</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oportunidad para aumentar ingresos en tiendas y servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lograr precio de venta de energía competitivo</li> </ul>
Fabricantes de automóviles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de clientes leal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atraer a otros modelos de vehículos</li> <li>• Situarse en lugares con establecimientos de hostelería</li> <li>• Accesibilidad rápida a la estación</li> <li>• Lograr precio de venta de energía competitivo</li> </ul>
Operadores independientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las ventajas pueden ser variadas, dependerán del instalador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar buena localización para los cargadores</li> <li>• Lograr precio de venta de energía competitivo</li> <li>• Ofrecer servicios de hostelería atractivos</li> </ul>

*Tabla 1: Modelos de negocio de infraestructuras de recarga rápida. (Fuente: elaboración propia)*

Las eléctricas y las petroleras/eléctricas son empresas que comercializan energía en el mercado eléctrico, por tanto, cuentan con la ligera ventaja competitiva que supone el ahorro de dicho margen de comercialización. Sin embargo, tendrán una dificultad a superar: situar los cargadores en lugares estratégicos, accesibles y próximos a restaurantes o cafeterías. Por su lado, las petroleras contarán con una ventaja competitiva muy significativa dada su localización accesible en las autopistas y sus servicios de tiendas y hostelería. Por último, se ha de destacar que los fabricantes de vehículos instalarán cargadores para hacer viable el uso de sus vehículos, pero no para que su red de recarga sea rentable por sí misma.

La encuesta realizada para conocer las demandas y las preferencias de los usuarios muestra las siguientes respuestas (la encuesta completa se encuentra en el apartado 7.1: Encuesta):

¿Cuánto tiempo le parece razonable esperar para cargar 200 km de autonomía en una estación de recarga rápida?

98 respuestas

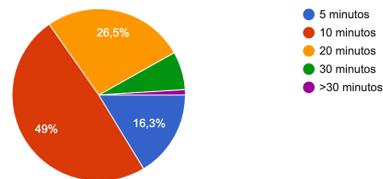


Ilustración 5: Pregunta 1

¿Cree que habitualmente elegiría la "electrolinera" en función de los restaurantes o cafeterías que haya a su alrededor?

91 respuestas

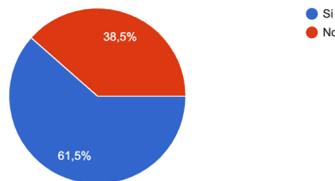


Ilustración 6: Pregunta 2

También existe la carga ultrarrápida (100+ kw). Teniendo en cuenta que es capaz de cargar un coche en 10-15 minutos, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar por ella?

90 respuestas

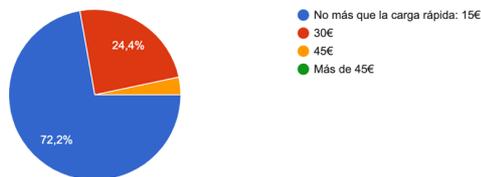


Ilustración 7: Pregunta 3

A la luz de los resultados de la encuesta se extraen las siguientes conclusiones:

- Los usuarios no estarán dispuestos a esperar más de 20 minutos por realizar una carga.

- Se valorará mucho que la estación de recarga se encuentre próxima a establecimientos de hostelería.
- El precio tendrá una gran importancia en la elección de la electrolinera, pero no tanta como que se encuentre accesible y rodeada de establecimientos de hostelería.

Cada modelo de negocio tiene sus puntos fuertes y sus puntos débiles, y no todos son capaces de satisfacer todas las necesidades de los clientes. Por ello, se ha realizado un ranking de competitividad de los modelos de negocio. El resultado de esta ponderación otorga mejor competitividad a las petroleras presentes en el mercado eléctrico, seguidas de las petroleras que no lo están, seguidas de las eléctricas y finalmente en último lugar los operadores independientes.

Rango de competitividad por tipo de operador:

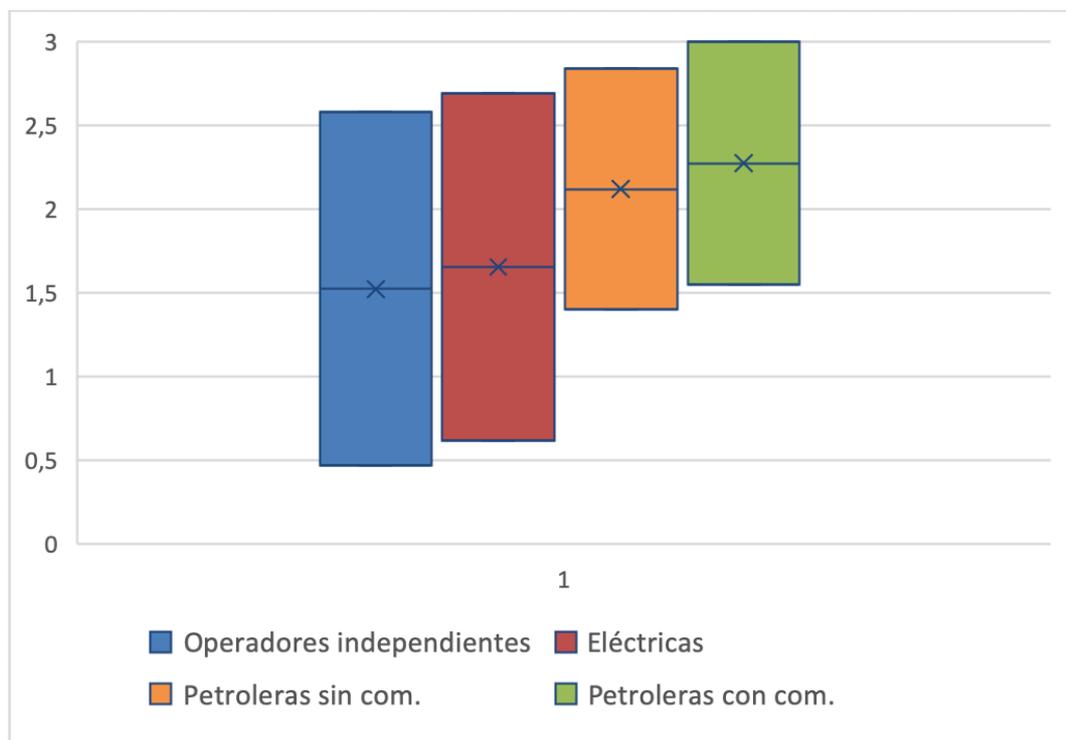


Ilustración 8: Índice de competitividad de los modelos de negocio (Fuente: Elaboración Propia).

Esta diferencia de competitividad se podrá reflejar en la cuenta de resultados. Si se realiza una simulación con una cuota de mercado del 30% constante para todos

los modelos de negocio, las petroleras lograrán un VAN positivo por primera vez en 2023. Esto las diferenciaría del resto de operadores, ya que dicho hito no lo alcanzarían hasta un año más tarde, 2024.

VAN (Valor actual neto):

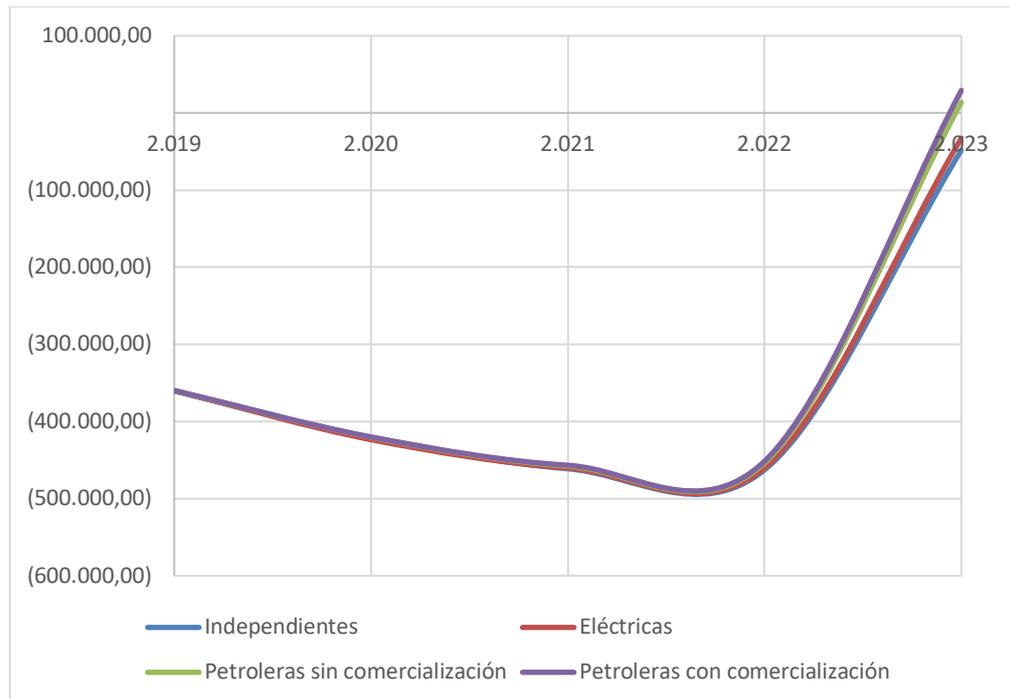


Ilustración 9: VAN de los modelos de negocio en el periodo 2019-2023.

Por último, para resolver la escasa rentabilidad y la alta inversión que supone la instalación de la infraestructura de recarga, se proponen dos medidas aplicables por la administración pública. Ambas se financiarán creando un nuevo impuesto de matriculación sobre los vehículos que se encuentren en el percentil 25 superior de emisiones.

Por un lado, se propone que el término de potencia no supere un 50% de la factura eléctrica antes de impuestos. Esta medida solo se aplicaría a las instalaciones realizadas entre 2019 y 2021. El coste estimado de esta medida es de 1,91 M € solamente para la A1. A nivel nacional rondaría 38,35 M € en un periodo de 6 años.

La segunda medida pretende aumentar las subvenciones a la compra de cargadores desde el 30 % actual hasta el 50% y sin límite presupuestario para que todos los que soliciten ayuda la obtengan. De nuevo, esta medida solo se aplicaría hasta 2021. El coste estimado de esta medida ascendería a 30,4 M € en el periodo 2019-2021.

#### 4. CONCLUSIONES

Si bien el número de vehículos eléctricos crecerá a un ritmo alto en los próximos años, se ha llegado a la conclusión de que la carga rápida no es rentable ya que los números negros podrían llegar en 2023 o 2022 en el escenario más optimista. Por tanto, en aras a permitir que el uso interurbano del vehículo eléctrico sea viable es preciso que las entidades privadas y públicas tomen medidas que aceleren el ciclo actual.

Para suplir dicha carga los distintos modelos de negocio se enfrentarán en una apretada competición. A priori las petroleras presentes en el mercado eléctrico partirían de una posición más competitiva, pero si no desarrollan servicios de hostelería de calidad en sus estaciones y no establecen un precio de venta relativamente bajo podrían caer por debajo de sus expectativas. Del mismo modo, si las empresas eléctricas apuestan por bajar los precios de venta y por establecerse en áreas de servicio altamente valoradas por los usuarios podrían ser los jugadores dominantes. Solamente los jugadores que logren cumplir con precios moderados, tiempos de carga rápidos y buenos servicios extra triunfarán en el mercado.

Urge por tanto que las empresas y la administración pública realicen un mayor esfuerzo en la implantación de la infraestructura de recarga y compartan los costes. De esta forma, se podrá crear una red abundante de puntos de carga en nuestro país para que el vehículo eléctrico comience a ser una opción casi tan viable como un vehículo diésel o gasolina.



---

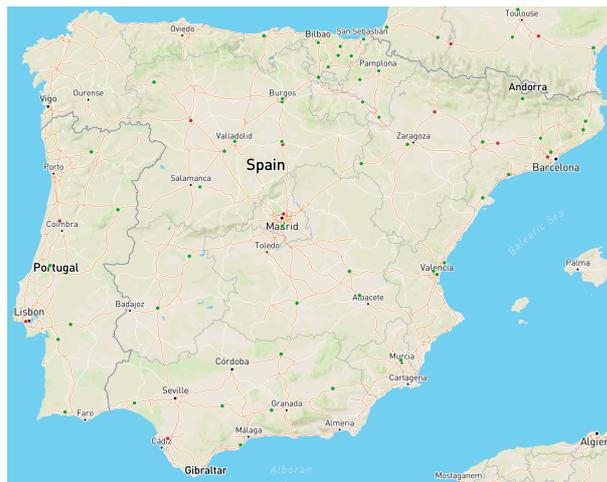
## ANALYSIS OF BUSINESS MODELS OF CHARGING INFRASTRUCTURE FOR ELECTRIC VEHICLES

### 1. INTRODUCTION

The electric vehicle (EV from now on) is reaching a technological development really high. Nowadays, with an EV it's possible to ride as in a diesel car for most of our daily journeys. However, one of the biggest barriers to adopt an EV is the lack of charging stations. It could be stated that nowadays we are installed in a loop in which charging stations are not installed because people don't buy EVs and EVs are not bought due to a lack of charging stations.

Nowadays, the number of fast charging stations in Spain is clearly bellow where it should be. Indeed, most of them have a power under 50 kW which is not enough for new generation EV to charge in a reasonable time.

Therefore, the motivation of this project is to break this status quo and to propose solutions that could change this situation.



*Ilustración 10: Charing stations with a power over 80 kW*

To propose solutions to this situation, this project wants to face an analysis of the business model of a fast charging station. Therefore, a study is going to be

conducted centered in the A-1 highway about the profitability of the stations in the period 2019-2023. Indeed, the different business models are going to be analyzed regarding their strategies, financial plans and chances of success. Last but not least, correction measures are going to be proposed to overcome the challenges detected.

## 2. METODOLOGY

To calculate the profitability of a fast charging operator, the first step will be to figure out the number of EVs that transit the highway every day from 2019 to 2023. With that aim, the first step will be to calculate the total traffic and then estimate the proportion of EVs among those vehicles.

The total traffic will be figured out thanks to the data gathered by the Ministry of Transports of the Spanish Government. Using it, the traffic flow will be modeled by solving the three main crossroads of the highway: Miranda de Ebro, Burgos y Aranda de Duero. To modulate that flow, variables such as GDP or population will be used in order to choose how much traffic to assign to a certain way.

To know the future number of electric vehicles in circulation the estimation from the EV Observatory from Universidad Pontificia Comillas will be used. This study predicts that the number of EVs circulating in 2030 will increase to 1.7 million. To analyze afterwards more scenarios, an optimistic and a pessimistic case will be created. Finally, it's important to know the use of EV to cover long distances, as many owners don't use it as a mean to cover that need as they have another diesel car.

The next part will consist in analyzing the issue from an economic view. In this part, the business models will be analyzed by gathering information of the different

operating costs and strategies and public survey will be conducted to know users demands. To calculate the financial plans a specific Excell tool will be used for that mean.

Last but not least, measures and strategic recommendations for the public administration will be proposed. Therefore, this proposals will be discussed with experts and their costs will be calculated.

### 3. RESULTS

The average daily flow of EV travelling long distances in the A-1 will be of 2,4 vehicles in 2019. This figure will go up to 84 in 2023.

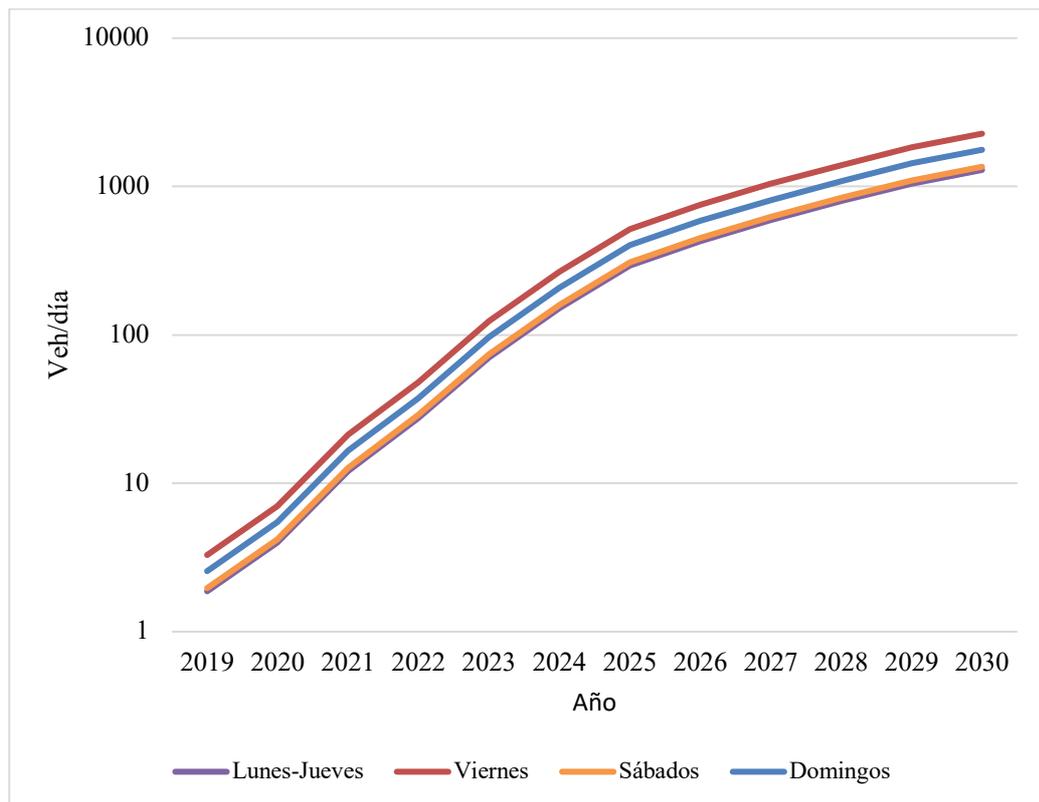


Ilustración 11: Average daily EV flow in the A-1 highway. (Source: Own Elaboration)

The demand distribution of the recharges will be concentrated in areas close to Burgos and Aranda de Duero. The optimal location of chargers in the highway will therefore be close to those two cities.

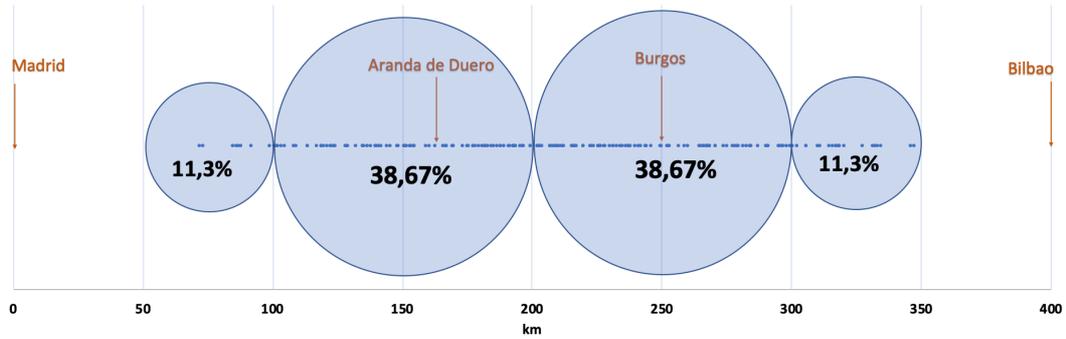
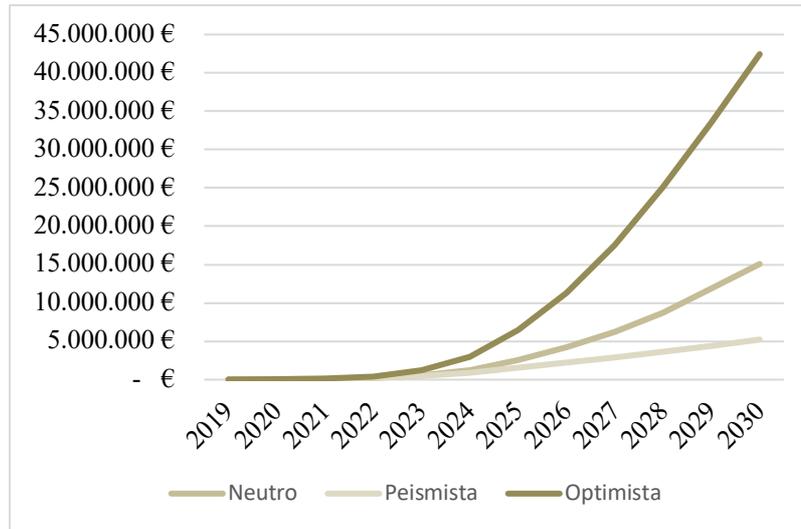


Ilustración 12: Distribución de charging demand in the A1

Regarding the charging power, the optimal will be 150 kW since most of the EV models that will be put to sale in 2020 will have a charging power of 100 kW or more. If we are optimistic with the evolution of the EV, this power will increase with the next car generations, and as the live of a charger is 15 years it will be suitable to install 150 kW.

#### Economic study:

The market of EV fast charging in the A-1 highway has been calculated. In the optimistic case this figure reached 45 M€ in 2030 in the optimistic case whereas goes down to 15 M€ in the neutral one.



*Ilustración 13: Market value of the EV fast charging in the A-1 highway*

To develop the charging infrastructure five business models have been pointed out:

Business model	Advantages	Threats
Electrical utilities	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cheaper access to energy (commercialization margin)</li> <li>A wide network of customers in companies and households</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Look for locations with restaurants</li> <li>Accesibility to the station</li> </ul>
Oil company & electrical utility	<ul style="list-style-type: none"> <li>Accessibility to the station</li> <li>Oppotunity to increase revenue in shop and services</li> <li>Cheaper access to energy (commercialization margin)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Offer good extra services</li> </ul>

Oil companies but non-electrical utility	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accessibility to the station</li> <li>• Opportunity to increase revenue in shop and services</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offer good extra services</li> <li>• Achieve a good energy selling price</li> </ul>
EV manufacturers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Loyal customer baseline</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attract other EV models</li> <li>• Look for locations with restaurants</li> <li>• Accessibility to the station</li> <li>• Achieve a good energy selling price</li> </ul>
Independent players	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The advantages can vary depending on the characteristics of the player</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Look for locations with restaurants</li> <li>• Accessibility to the station</li> <li>• Achieve a good energy selling price</li> </ul>

*Table 1: Business models. Advantages and threats*

Users' needs and demands are very important when it comes to analyze which player offers more value. This is the reason why a survey has been conducted offering the following results:

¿Cuánto tiempo le parece razonable esperar para cargar 200 km de autonomía en una estación de recarga rápida?

98 respuestas

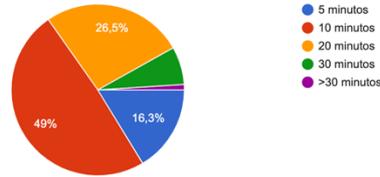


Ilustración 14: Pregunta 1

¿Cree que habitualmente elegiría la "electrolinera" en función de los restaurantes o cafeterías que haya a su alrededor?

91 respuestas

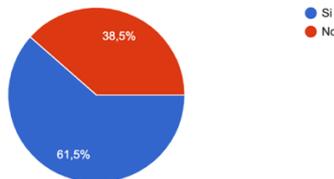


Ilustración 15: Pregunta 2

También existe la carga ultrarrápida (100+ kw). Teniendo en cuenta que es capaz de cargar un coche en 10-15 minutos, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar por ella?

90 respuestas

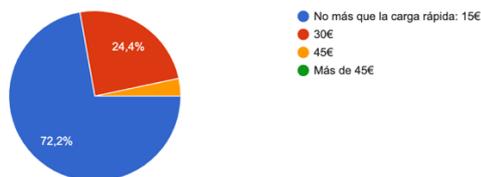


Ilustración 16: Pregunta 3

From this survey the following conclusions could be stated:

- Users demand for charges of less than 20 minutes, therefore 150 kW chargers are a good choice.
- When it comes to choose the charging station many users will decide the one placed to the restaurant or coffee shop they like.

- The price will be an important variable, but it might not be as important as the last two.

A ranking has been made to with the competitiveness scope of each player. The results offers that Oil companies will dominate the market followed by the electrical utilities and finally the last position will be for the independent players.

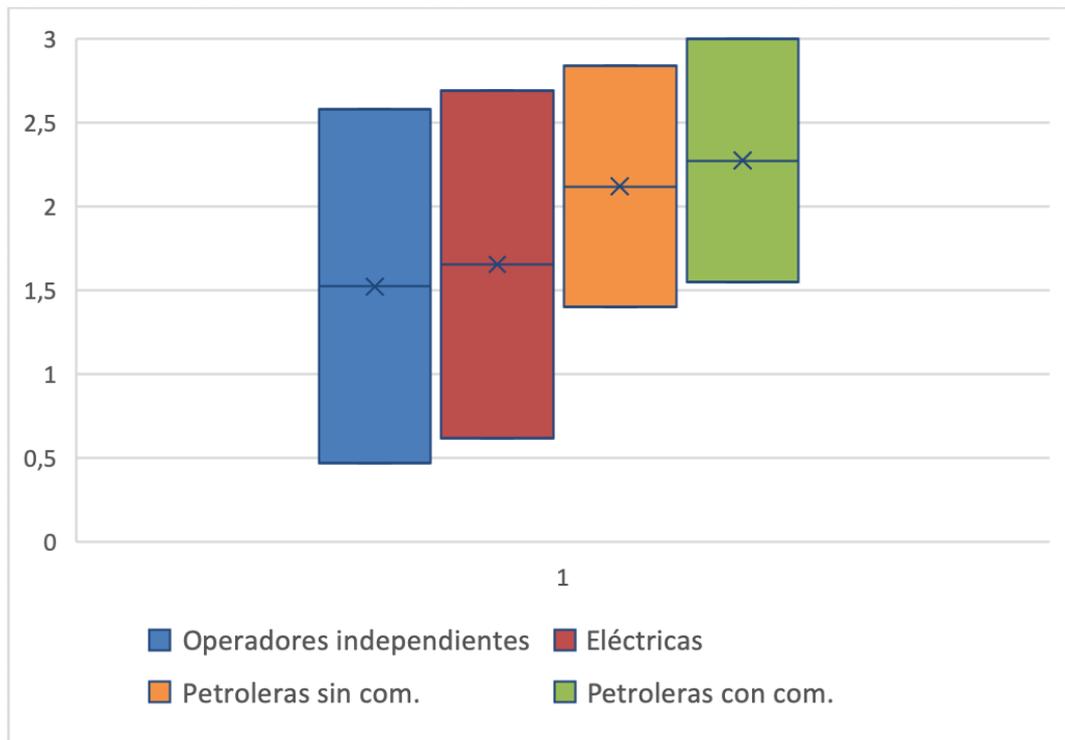
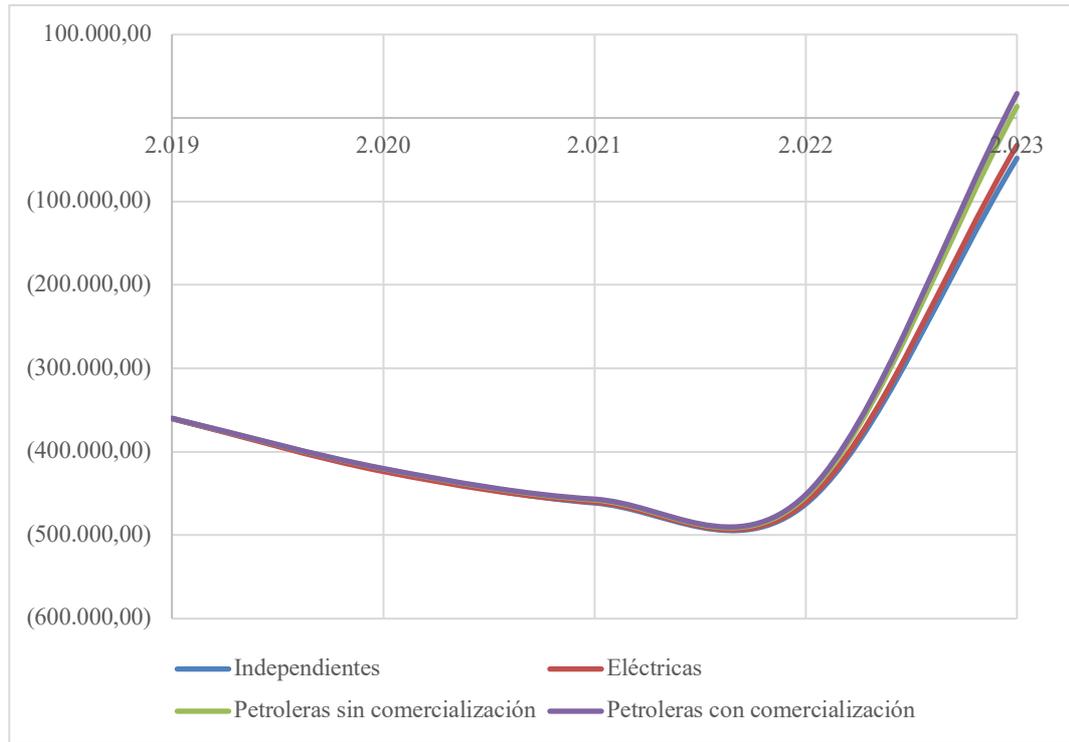


Ilustración 17: Competitiveness index of the business models. Source (Own elaboration)

Regarding the profitability of the business today in the A-1 highway, if all players were given a 30% constant market share, the Net Present Value will be indistinctively negative for all until 2023. In that year NPV will start to be positive for oil companies but not for the others. This difference is mainly due to the extra revenues due to the coffee shops or restaurants placed in the stations.



*Ilustración 18: NOV for all the business models in the A-1 highway*

Finally, two proposals are made to the public administration to foster the EV charging infrastructure. To fund the following measures extra funds will be needed. This could come from introducing a higher registration tax for the vehicles from the higher 25<sup>th</sup> percentile cars in CO2 emissions.

The first measure is to control the high weight of the power contract in the electrical invoice of the operators. This unproportionate quantity lowers their profitability substantially and avoids more charger penetration. Therefore, this quantity shouldn't be higher than the 50% of the total invoice before taxes for the first 5 years of operations for the infrastructure installed between 2019 and 2021. The cost of this measure will be of 76,7 million nationwide in the period 2019-2026.

The second measure proposed is to increase the actual government grant of charging infrastructure from the actual 30% to 50%. This will be implemented from 2019 to 2021 and it will have a cost of 30,4 million €.

#### 4. CONCLUSIONS

The main conclusion to point out from this work is that the non-profitability of the fast charging infrastructure has been proved. The fast charging stations will not start to be profitable until 2023. Therefore, a special effort by the public administration is needed to start up a network of chargers.

To supply all the demand there will be a string competition among different players. Oil companies could seem to be better suited to win the race. Certainly, they have many strong competitive advantages but that may not be enough if they want to be dominant players. At this respect, if electrical utility companies place their chargers close to well valued service areas and offer a low energy price, they could become the market leaders.

Finally, it's important that private companies and governments support each other and share efforts in upcoming investments. This way, they could accelerate the creation of a strong network of chargers that allow the EV to popularize.





Me gustaría comenzar agradeciendo a todas las personas me han ayudado y animado en este proyecto.

A mi familia, en especial a mis padres por apoyarme en todo momento.

A mi director, Pablo, por toda tu ayuda y tu apoyo, sin importar a qué lado del charco estuviéramos cada uno.

A mis amigos Donado, María, Jason, Pedro, Silvia y Álvaro, por vuestro empuje y por toda la energía que me transmitís.

A Pablo Vergues y Julia Soto de Iberdrola, por vuestra ayuda tan gratuita.



---

## Índice de la memoria

<b>Capítulo 1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>Tecnologías existentes.....</b>	<b>4</b>
1.1.1	Tipos de recarga rápida .....	5
1.1.2	Modelos de negocio .....	8
1.1.3	Situación actual .....	10
<b>1.2</b>	<b>Motivación del proyecto.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>12</b>
<b>1.4</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5</b>	<b>Herramientas empleadas.....</b>	<b>16</b>
<b>1.6</b>	<b>Resumen .....</b>	<b>17</b>
<b>Capítulo 2</b>	<b>Caso de estudio .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Justificación del área de estudio .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Modelado del tráfico en la A1.....</b>	<b>21</b>
2.2.1	Nudo de Miranda de Ebro .....	22
2.2.2	Nudo de Burgos.....	28
2.2.3	Nudo de Aranda de Duero.....	31
2.2.4	Flujo de tráfico en la A1.....	34
<b>2.3</b>	<b>Distribución semanal del tráfico .....</b>	<b>35</b>
<b>2.4</b>	<b>Estimación del parque móvil eléctrico 2019-2030 .....</b>	<b>38</b>
<b>2.5</b>	<b>Escenarios para el parque móvil eléctrico. ....</b>	<b>41</b>
<b>2.6</b>	<b>Resumen .....</b>	<b>46</b>
<b>Capítulo 3</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Demanda de carga rápida en la A-1.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2</b>	<b>Volumen de mercado .....</b>	<b>56</b>

---

<b>3.3</b>	<b>Localización de las estaciones de recarga .....</b>	<b>60</b>
<b>3.4</b>	<b>Modelo de conductor .....</b>	<b>64</b>
<b>3.5</b>	<b>Resumen .....</b>	<b>66</b>
<b>Capítulo 4</b>	<b>Estudio económico .....</b>	<b>69</b>
<b>4.1</b>	<b>Localización del caso de estudio .....</b>	<b>69</b>
	4.1.1 Potencia de carga .....	69
	4.1.2 Cuota de mercado .....	69
<b>4.2</b>	<b>Inversión inicial y subvención. ....</b>	<b>70</b>
<b>4.3</b>	<b>Amortización .....</b>	<b>72</b>
<b>4.4</b>	<b>Coste de la energía .....</b>	<b>72</b>
<b>4.5</b>	<b>Costes fijos .....</b>	<b>75</b>
<b>4.6</b>	<b>Análisis financiero .....</b>	<b>76</b>
	4.6.1 Escenario neutro .....	76
	4.6.2 Escenario optimista .....	77
	4.6.3 Escenario pesimista .....	77
	4.6.4 Comparación de escenarios .....	78
	4.6.5 Características de la inversión .....	80
<b>4.7</b>	<b>Análisis de los modelos de negocio .....</b>	<b>84</b>
	4.7.1 Operadores independientes.....	85
	4.7.2 Compañías eléctricas.....	86
	4.7.3 Petroleras sin comercialización .....	88
	4.7.4 Petroleras con comercialización.....	88
	4.7.5 Fabricantes de vehículos eléctricos.....	88
	4.7.6 Cálculo de la rentabilidad de cada operador.....	89
<b>4.8</b>	<b>Propuestas de incentivos: .....</b>	<b>92</b>
	4.8.1 Incentivos actuales .....	92
<b>4.9</b>	<b>Resumen .....</b>	<b>100</b>
<b>Capítulo 5</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>106</b>
<b>Capítulo 6</b>	<b>Futuros desarrollos .....</b>	<b>110</b>

---

---

<b>Capítulo 7</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>111</b>
7.1	Encuesta .....	111
7.2	Previsiones de volumen de mercado.....	123
7.3	Escenarios financieros .....	125
7.3.1	Neutro .....	125
7.3.2	Optimista.....	127
7.3.3	Pesimista .....	129
7.4	Cuenta de pérdidas y ganancias y balances para los distintos operadores	131
7.4.1	Operadores independientes.....	131
7.4.2	Eléctricas .....	133
7.4.3	Petroleras con comercialización de electricidad .....	135
7.4.4	Petroleras sin comercialización eléctrica .....	137
<b>Capítulo 8</b>	<b>Referencias.....</b>	<b>139</b>

---

## *Índice de figuras*

Ilustración 1: Estaciones de recarga rápida con $P > 80$ kW. (Fuente: Electromaps)	VIII
Ilustración 2: Vehículos eléctricos diarios en circulación por la A1. (Fuente: elaboración propia)	X
Ilustración 3: Distribución de la demanda de recarga rápida en la A. (Fuente: elaboración propia)	XI
Ilustración 4: Volumen de mercado de la recarga rápida en la A1. (Fuente: Elaboración propia)	XII
Ilustración 5: Pregunta 1	XIV
Ilustración 6: Pregunta 2	XIV
Ilustración 7: Pregunta 3	XIV
Ilustración 8: Índice de competitividad de los modelos de negocio (Fuente: Elaboración Propia)	XV
Ilustración 9: VAN de los modelos de negocio en el periodo 2019-2023.	XVI
Ilustración 10: Charing stations with a power over 80 kW	I
Ilustración 11: Average daily EV flow in the A-1 highway. (Source: Own Elaboration)	III
Ilustración 12: Distribution of charging demand in the A1	IV
Ilustración 13: Market value of the EV fast charging in the A-1 highway	V
Ilustración 14: Pregunta 1	VII
Ilustración 15: Pregunta 2	VII
Ilustración 16: Pregunta 3	VII
Ilustración 17: Competitiveness index of the business models. Source (Own elaboration)	VIII
Ilustración 18: NOV for all the business models in the A-1 highway	IX

---

Ilustración 19: Conector CCS.....	6
Ilustración 20: Conector CHAdeMO .....	7
Ilustración 21: Conector Mennekes .....	7
Ilustración 22: Estación de recarga rápida de Tesla.....	11
Ilustración 23: Los tres nudos principales de la A1: Miranda de Ebro, Burgos y Aranda de Duero.....	14
Ilustración 24: Recorrido de la autovía A1 .....	20
Ilustración 25: Mapa vial de Miranda de Ebro .....	23
Ilustración 26: Mapa de carreteras en Burgos .....	28
Ilustración 27: Error de estimación de modelado de tráfico-Nudo de Burgos.....	31
Ilustración 28: Mapa de carreteras en Aranda de Duero.....	32
Ilustración 29: Intensidad de tráfico de lunes a jueves. (Fuente: DGT) .....	35
Ilustración 30: Intensidad de tráfico de un viernes. (Fuente: DGT) .....	36
Ilustración 31: Intensidad de tráfico de un sábado. (Fuente: DGT) .....	37
Ilustración 32: Intensidad de tráfico de un domingo. (Fuente: DGT).....	37
Ilustración 33: Comparación de la distribución diaria de tráfico durante una semana. (Fuente: DGT) .....	38
Ilustración 34: Porcentaje de turismos eléctricos. Fuente:(Elaboración propia desde las previsiones del Observatorio del Vehículo Eléctrico).....	40
Ilustración 35: Uso del vehículo eléctrico para realizar largas distancias en % del total de VE. (Fuente: elaboración propia).....	41
Ilustración 36: Variación de ventas de vehículos eléctricos. Escenario Neutro ....	42
Ilustración 37:Parque móvil eléctrico-escenario pesimista .....	44
Ilustración 38:Parque móvil eléctrico (%) - escenario pesimista .....	44
Ilustración 39: Parque móvil eléctrico- Escenario optimista.....	45
Ilustración 40: Parque móvil eléctrico (%) - Escenario optimista.....	45

---

Ilustración 41: Comparación de los distintos escenarios .....	46
Ilustración 42: Error de estimación de modelado de tráfico-Nudo de Burgos.....	48
Ilustración 43: Comparación de la distribución diaria de tráfico durante una semana. (Fuente: DGT) .....	50
Ilustración 44: Uso del vehículo eléctrico para realizar largas distancias en % del total de VE. (Fuente: elaboración propia).....	52
Ilustración 45: Tráfico de VE en viajes de más de 200km en la A-1. (Fuente: Elaboración propia).....	53
Ilustración 46: Tráfico vehículos eléctricos en larga distancia. Lunes-jueves. (Fuente: elaboración propia) .....	54
Ilustración 47: Tráfico vehículos eléctricos en larga distancia Viernes. (Fuente: elaboración propia).....	55
Ilustración 48: Tráfico vehículos eléctricos en larga distancia. Sábados. (Fuente: elaboración propia).....	55
Ilustración 49: Tráfico vehículos eléctricos de larga distancia. Domingos. (Fuente: elaboración propia).....	56
Ilustración 50: Estimación del tipo de carga rápida usado en España. 2019-2030. (Fuente: Elaboración propia) .....	57
Ilustración 51: Estimación de número de recargas anuales (Fuente: Elaboración propia).....	58
Ilustración 52: Estimación de demanda energética anual (kWh).(Fuente: elaboración propia).....	59
Ilustración 53: Volumen de mercado de recarga rápida en la A1. (Fuente: Elaboración propia).....	60
Ilustración 54: Localización de la demanda de carga en la A1. (Fuente: Elaboración propia).....	61

---

Ilustración 55: Distancias a los puntos de recarga en la A1 (Fuente: Elaboración propia).....	62
Ilustración 56: Ubicación estratégica de los cargadores.....	63
Ilustración 57: Uso de las estaciones de recarga. (Fuente: Elaboración propia)...	64
Ilustración 58: Pregunta 1 .....	64
Ilustración 59: Pregunta 2 .....	65
Ilustración 60: Pregunta 3 .....	65
Ilustración 61: Pregunta 4 .....	66
Ilustración 62: Tráfico de VE por tipo de día. (Fuente: Elaboración propia) .....	67
Ilustración 63: Volumen de mercado de recarga rápida en la A1. (Fuente: Elaboración propia).....	67
Ilustración 64: Localización de la demanda de carga en la A1. (Fuente: Elaboración propia).....	68
Ilustración 65: Demanda de recarga rápida .....	68
Ilustración 66: Uso de las estaciones de recarga. (Fuente: Elaboración propia)...	68
Ilustración 67: Inversión inicial. Fuentes: Iberdrola y Efimob .....	70
Ilustración 68: Tarifas eléctricas. Ref: (IDAE, 2019) .....	72
Ilustración 69: Tarifas tarifa 3.0 A. Fuente: (Iberdrola, 2019).....	74
Ilustración 70: Costes del término energía Fuente: (Iberdrola, 2019). .....	74
Ilustración 71: Reparto energético entre periodos de la tarifa 3.0 A. (Fuente: Elaboración propia).....	74
Ilustración 72: Gasto energético. (Fuente: Elaboración propia) .....	75
Ilustración 73: Costes fijos de un operador de recarga rápida .....	76
Ilustración 74: Comparación de EBITDA para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia).....	78

---

Ilustración 75: Comparación del beneficio neto para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia) .....	79
Ilustración 76: Comparación de la deuda a largo plazo para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia) .....	79
Ilustración 77: Comparación del VAN en 2023 para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia).....	80
Ilustración 78: VAN vs Inversión inicial. Fuente: (Elaboración propia) .....	81
Ilustración 79: VAN año 2023 (€) / Cuota de mercado. Fuente: (Elaboración propia) .....	82
Ilustración 80: VAN año 2023(€) / Precio venta energía (€/kWh. Fuente: (Elaboración propia).....	82
Ilustración 81: % Término Potencia en la factura eléctrica. Fuente: (Elaboración propia).....	83
Ilustración 82: VAN según el tipo de operador. (Fuente: Elaboración propia) .....	90
Ilustración 83: Potencial de competitividad de los operadores. (Fuente: Elaboración propia).....	91
Ilustración 84: Comparación EBITDA. Fuente: (Elaboración propia).....	96
Ilustración 85: Comparación Beneficio neto. Fuente: (Elaboración propia) .....	97
Ilustración 86: Comparación deuda a largo plazo. Fuente: (Elaboración propia) .	97
Ilustración 87: VAN vs % subvención. Fuente: (Elaboración propia) .....	98
Ilustración 88: Comparación del beneficio neto para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia) .....	101
Ilustración 89: Comparación del VAN en 2023 para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia).....	101
Ilustración 90: % Término Potencia en la factura eléctrica. Fuente: (Elaboración propia).....	102

---

Ilustración 91: Potencial de competitividad de los operadores. (Fuente: Elaboración propia).....	104
Ilustración 92: Edad de la muestra.....	111
Ilustración 93: Pregunta encuesta 1.....	113
Ilustración 94: Pregunta encuesta 2.....	114
Ilustración 95: Pregunta encuesta 3.....	114
Ilustración 96: Pregunta encuesta 4.....	115
Ilustración 97: Mercado de recarga rápida en la A1 hasta 2030.....	123
Ilustración 98: Mercado de recarga rápida en la A1 hasta 203. Previsión optimista .....	124
Ilustración 99: Mercado de recarga rápida en la A1 hasta 2030. Previsión pesimista .....	124

¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.

---

## *Índice de tablas*

Tabla 1: Modelos de negocio de infraestructuras de recarga rápida. (Fuente: elaboración propia).....	XIII
Tabla 2: Población y PIB alcanzables desde AP68 procedente de Bilbao en Miranda de Ebro.....	24
Tabla 3: Alcances de la bifurcación en Miranda de Ebro desde AP1 Logroño-Miranda.....	25
Tabla 4: Alcances de la bifurcación en Miranda de Ebro desde AP1 Burgos-Miranda.....	25
Tabla 5: Alcances de la bifurcación en Miranda de Ebro desde AP1 Vitoria-Miranda.....	26
Tabla 6: Distribución del tráfico en el cruce de Miranda de Ebro.....	27
Tabla 7: Miranda de Ebro. Tráfico resultante y error de las estimaciones. ....	27
Tabla 8: Alcances de la bifurcación en Burgos desde la AP1 Miranda-Burgos.....	29
Tabla 9: Tráfico en el nudo de Burgos.....	31
Tabla 10: Distribución del tráfico en el nudo de Aranda de Ebro.....	33
Tabla 11: Tráfico resultante en el nudo de Aranda de Duero.....	33
Tabla 12: Resultado del tráfico de larga distancia en la A1.....	34
Tabla 13: Estimación de ventas de VE. Observatorio del Vehículo Eléctrico ICAI.	39
Tabla 14: Extrapolación de ventas de turismos eléctricos. Fuente:(Elaboración propia desde las previsiones del Observatorio del Vehículo Eléctrico) .....	40
Tabla 16: Distribución del tráfico en el cruce de Miranda de Ebro.....	47
Tabla 17: Miranda de Ebro. Tráfico resultante y error de las estimaciones. ....	47
Tabla 18: Tráfico en el nudo de Burgos.....	48
Tabla 19: Distribución del tráfico en el nudo de Aranda de Ebro.....	49
Tabla 20: Resultado del tráfico de larga distancia en la A1.....	50

**¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.**

---

Tabla 21: Extrapolación de ventas de turismos eléctricos. Fuente:(Elaboración propia desde las previsiones del Observatorio del Vehículo Eléctrico) .....	51
Tabla 22: Plan financiero-escenario neutro. Datos en €. (Fuente: Elaboración propia).....	77
Tabla 23: Plan financiero-escenario optimista. Datos en €. (Fuente: Elaboración propia).....	77
Tabla 24: Plan financiero-escenario pesimista. Datos en €. (Fuente: Elaboración propia).....	78
Tabla 25: Modelos de negocio en el mercado de recarga rápida. ....	85
Tabla 26: Ingresos por hostelería asociados a los clientes de carga eléctrica de las petroleras. (Fuente: Elaboración propia) .....	89
Tabla 27: Capacidad de los operadores. (Fuente: Elaboración propia).....	90
Tabla 28: Competitividad de los operadores. (Fuente: Elaboración propia).....	91
Tabla 29: Distribución Plan Moves 2019 entre CCAA. Fuente: (Boletín Oficial del Estado, 2019) .....	94
Tabla 30: Resultado del VAN en 2023 bajo la aplicación de la Propuesta 1. (Fuente: Elaboración propia).....	96
Tabla 31: VAN en 2023 con la eliminación impuesto eléctrico. (Fuente: Elaboración propia).....	99
Tabla 32: VAN en 2023 bajo la reducción del IVA a la compra de energía eléctrica. (Fuente: Elaboración propia) .....	99
Tabla 33: VAN en 2023 bajo las medidas 4 y 5. (Fuente: Elaboración propia)....	100
Tabla 22: Plan financiero-escenario neutro. Datos en €. (Fuente: Elaboración propia).....	100

## Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

Las estaciones de carga rápida son un elemento fundamental para que se popularice el uso del coche eléctrico. Hoy en día no existe el número de puntos suficientes y en muchas ocasiones los excesivos tiempos de recarga impiden poder viajar en un tiempo razonable. Muchos gobiernos son conscientes de que el uso del vehículo eléctrico contribuye notablemente al descenso de las emisiones y han comenzado a destinar fondos para la instalación de dichos cargadores. Sin embargo, todavía queda un largo camino por recorrer para que el miedo a la falta de autonomía desaparezca por completo.

A nivel mundial la industria relacionada con el vehículo eléctrico está creciendo a ritmos muy altos y se prevé que los siga haciendo los próximos años. El mercado de infraestructura de recarga, que incluye desde la fabricación de los cargadores hasta la instalación y uso de los mismos, podría alcanzar los 72,5 billones \$ en 2025 con un crecimiento anual medio del 38,5% (Research and markets, 2019).

La recarga rápida engloba a todos los cargadores cuya potencia es superior a 40 kW (Fundación Asturiana de Energía). Estas condiciones son esenciales para que hacer un viaje largo en coche eléctrico sea viable para los usuarios. La red de recarga rápida en Europa ha crecido mucho en los últimos años. Sin embargo, en España se encuentra todavía muy poco desarrollada. Cabe decir que tanto el gobierno español como algunas empresas han anunciado planes para instalar redes de recarga rápida. El plan más destacado es el de Iberdrola, con el que se pretende conectar a la red más de doscientos puntos de recarga de 50 kW en toda la península, algo que sin lugar a duda va a ser muy beneficioso para los usuarios.

Entre los cargadores rápidos DC los modelos más comunes que se han instalado hasta el año 2018 tienen una potencia de 50 kW. Cabe decir que dicha potencia es baja ya que la mayoría de las baterías de los coches eléctricos tienen una capacidad mayor de 40 kWh, como es el caso del Tesla Model 3, cuya batería alcanza los 80 kWh. Por ello, la red de supercargadores de Tesla es de 120 kW y muchas de las nuevas instalaciones son ya de 100 kW.

Sin embargo, la carga rápida tiene algunos inconvenientes para la batería del vehículo ya que puede degradarla y acortar su vida útil considerablemente. Al menos todavía no es viable tecnológicamente una carga de 350 kW como la que ha desarrollado el fabricante suizo de cargadores ABB, pero todo apunta a que la tecnología va a evolucionar en esa dirección.

## **1.1 *TECNOLOGÍAS EXISTENTES***

---

Por el momento, los coches eléctricos no son una opción viable para gran parte del mercado puesto que no existe una red de recarga suficiente en las carreteras de nuestro país. Con ella se conseguiría eliminar la ansiedad a la falta de autonomía y los conductores darían el paso a electrificar su transporte.

Sin embargo, para que se produzcan inversiones en infraestructuras de recarga es necesario que exista un mercado amplio y suficiente como para que la instalación resulte rentable. Por tanto, la problemática actual pasa por la paradoja de que los conductores no compran coches eléctricos porque no hay estaciones de recarga, y no hay estaciones de recarga porque los conductores no compran coches eléctricos.

A este respecto las instituciones públicas juegan un papel fundamental eliminando las barreras que impiden a los operadores de infraestructuras instalar puntos de recarga, ya que con mayores incentivos y mejores condiciones de financiación estos aumentarían sus inversiones. Dichos inversores también han de considerar que una inversión inicial puede tener un efecto muy positivo en las ventas de coches eléctricos. El hecho de eliminar el temor a la falta de autonomía provocaría mayores compras de coches eléctricos, esto es, un aumento del parque móvil eléctrico que redundaría en mayores beneficios. Por tanto, estos últimos han de tener en cuenta que la mera instalación de estaciones de recarga podría aumentar su demanda.

### **1.1.1 TIPOS DE RECARGA RÁPIDA**

---

Existen dos tipos de recarga rápida: la rápida y la ultrarrápida. La carga rápida se realiza a una tensión de 400V, mientras que la carga ultrarrápida a 800V. Esta diferencia es muy significativa, ya que permite elevar la potencia máxima desde 120 kW hasta 350 kW. La intensidad aumenta desde 320 A hasta los 440 A.

El término de carga rápida es relativo, ya que depende en gran medida de la capacidad de la batería que se desee cargar. Las primeras generaciones de vehículos eléctricos, entre los que se encuentran los primeros lanzamientos del Smart EQ fortwo, el Renault Zoe o el BMW i3 tenían unas baterías inferiores a 40 kWh, por lo que un cargador de 50 kW se podía considerar como rápido. Sin embargo, la nueva generación de vehículos ha llegado con baterías que superan en la mayoría de los casos los 60kwh y pueden alcanzar los 100 kWh, provocando que los cargadores tengan que estar dotados con mayor potencia. En el caso de una batería de 60 kWh, para completar una carga a 50 kW serían necesarios una hora y diez minutos, algo que no se puede considerar rápido. Con un cargador de

160 kW este tiempo se reduciría a 22 minutos, mientras que con uno de 350 kW a solamente 10 minutos.

Existen varios tipos de conectores que se desgranarán a continuación:

- **Conector Único Combinado (CCS/Combo 2):** Esta opción es la escogida por los fabricantes europeos y una gran mayoría de los americanos para convertirse en la opción estándar. Cuenta con nueve bornes y es capaz de realizar cargas rápidas tanto en corriente continua como en alterna. Prácticamente todas las marcas europeas y americanas usan este conector: Volkswagen, Daimler, Grupo BMW, Ford, Chevrolet, Seat, Peugeot o Renault.



*Ilustración 19: Conector CCS*

- **Conector CHAdeMO:** Este conector de cuatro bornes carga a corriente continua y es capaz de realizar cargas rápidas. Es el estándar que se ha popularizado en Japón y es el que usan marcas como Nissan o Mitsubishi. Tiene la peculiaridad que es capaz tanto de cargar el vehículo como de descargarlo vertiendo dicha energía a la red.



*Ilustración 20: Conector CHAdeMO*

- **Conector Mennekes (Type 2):** Este es el conector usado por los vehículos de Tesla y el que se encuentra disponible en los *Superchargers* de la compañía. Sin embargo, el Model 3 es directamente compatible con el CCS/Combo 2 y se espera que todos los futuros modelos de Tesla sean ya compatibles con dicho conector.



*Ilustración 21: Conector Mennekes*

### **1.1.2 MODELOS DE NEGOCIO**

---

Hasta el momento existen dos tipos de operadores de infraestructura de recarga: los públicos y los privados. Los entes públicos abarcan ayuntamientos y comunidades autónomas y muchos han comenzado a instalar cargadores en sus respectivas localidades. El Ayuntamiento de Madrid es un ejemplo de ello y ha anunciado la instalación de 20 puntos de recarga rápida a lo largo de 2019.

Cabe decir que el modelo de carga público es el más caro de todos los existentes. La carga en un cargador doméstico instalado en nuestro domicilio tiene un coste de 0,15\$/kWh. En cambio, un punto en el trabajo tiene un coste de 0,41\$/kWh mientras que un cargador rápido DC costaría 0,78\$/kWh y un cargador público de nivel 2 ascendería a 1,1\$/ kWh (Charles W. Botsford, 2018).

El segundo tipo de operadores son los privados y pueden provenir de muchos sectores.

Se van a estudiar cinco tipos de operadores:

- Empresas eléctricas.
- Petroleras sin comercialización eléctrica.
- Petroleras con comercialización eléctrica.
- Fabricantes de automóviles eléctricos.
- Operadores independientes.

Las empresas eléctricas están dispuestas a jugar un papel fundamental en la operación de la infraestructura de recarga. En España, Iberdrola y Endesa tienen sendos planes para llevar a cabo en 2019 y 2020 (Pérez-Barco, 2019). Lo mismo ocurre en EE. UU. donde uno de los mayores distribuidores de energía eléctrica

(NRG) es la promotora de EV Go, la red que opera 1000 puntos de recarga rápida DC en EE. UU.

En segundo lugar, las petroleras también estarán presentes en el negocio. Su ventaja competitiva es muy clara: cuentan con las mejores localidades para instalar los puntos de recarga. Al mismo tiempo, son lugares que ya son familiares para la mayoría de los conductores y que no necesitarían grandes gastos en publicidad para ser usados.

Por otro lado, se encuentran las tradicionales empresas petroleras. Estas se encuentran remodelando su estrategia para adaptarse a los nuevos esquemas energéticos de consumo de energía renovable y a la creciente conciencia por la sostenibilidad. Esta tendencia se está produciendo en muchas petroleras a nivel mundial y en España particularmente con Repsol o Cepsa, quienes están comenzando a convertirse también en generadores y comercializadores de electricidad. Esto les abre todavía más la puerta a participar en el negocio de recarga ya que al ser comercializadores, y al igual que las empresas eléctricas, pueden obtener energía eléctrica a precios inferiores a los de mercado y crear sinergias con los clientes que los hayan contratado en sus hogares o empresas.

El cuarto gran operador de redes de recarga son los fabricantes de automóviles. El caso más conocido son los cargadores de Tesla, pero otras empresas como Nissan han comenzado también a instalar sus propios puntos en las autopistas. Por otro lado, los fabricantes BMW Group, Daimler AG, Ford Motor Company y Volkswagen Group con Audi y Porsche han creado la red europea Ionity. Esta iniciativa aspira a instalar más de 400 puntos de recarga rápida en la Unión Europea de 350 kW antes de 2020.

Por último, se encuentran los operadores independientes. Estos operadores pueden ser empresas que no guardaban ninguna vinculación previa con el sector del automóvil o de la energía pero que han detectado una oportunidad de negocio con la reconversión de la movilidad. Por el momento no constan operadores de este tipo en España, pero es posible que con el avance de la tecnología y la consecuente adopción masiva del coche eléctrico puedan ir surgiendo.

### **1.1.3 SITUACIÓN ACTUAL**

---

Actualmente, los cargadores públicos y privados están comenzando a ser muy habituales en ciudades y centros comerciales u hoteles. El problema es que no se ha conseguido que esta red salga de las ciudades y se instale en carreteras interprovinciales. Es necesario por tanto potenciar la instalación de puntos de recarga en autovías y carreteras provinciales para que el vehículo eléctrico pueda dar el paso a las largas distancias.

En España la presencia de cargadores rápidos es escasa, pero aun así diversas empresas e instituciones están haciendo esfuerzos en ampliarla. La siguiente lista muestra los operadores existentes y qué previsiones de instalación manejan en 2019:

- **Tesla:** 26 estaciones con cargadores de 120 kW. La compañía tiene como objetivo la apertura de otras 19 estaciones en 2019. Esta red solo está disponible para los vehículos Tesla.
- **Joint Venture de Nissan e Easycharger:** Proyección de instalar 100 puntos de 50 kW en las carreteras de España completándose en 2019.

- **Iberdrola:** ha anunciado el despliegue de 200 puntos de 50 kW en toda península completándose en 2019.
- **Proyecto CIRVE:** Joint Venture de Endesa, Aedive, Iberdrola, EDP, Groupe Renault, Recargagic y Ceia. Actualmente cuenta con 21 puntos de recarga rápida en España y con previsión de instalar 40 puntos de recarga rápida de 50 kW hasta 2020.



*Ilustración 22: Estación de recarga rápida de Tesla*

## **1.2 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO**

---

¿Sería posible conducir un coche de gasolina si no existiesen gasolineras? Resulta evidente que no. Pues esta misma situación es la que está afrontando el coche eléctrico en la actualidad. Los usuarios demandan garantías, tanto en disponibilidad de “electrolineras” como en velocidades de recarga que permitan llevar a cabo los mismos trayectos que en la actualidad.

Actualmente nos encontramos en una situación en la que no se instalan cargadores de recarga rápida porque no hay vehículos eléctricos suficientes en circulación, pero al mismo tiempo los usuarios no compran coches eléctricos por la falta de cargadores públicos. Esta situación se asemeja al clásico dicho de “la pescadilla que se muerde la cola” y es necesario que al menos una de las partes tome la iniciativa. Con este proyecto se pretende dinamizar a los potenciales promotores de estaciones de recarga rápida para que instalen cargadores rápidos de vehículos eléctricos.

Es preciso dotar con soluciones e información relevante a empresas y gobiernos para que desaparezca la problemática actual y el coche eléctrico pueda comenzar a popularizarse como medio de transporte. Esto supondría un gran avance y un salto cualitativo en la calidad de vida de nuestra sociedad. Por un lado, porque se estaría encarando de forma sustancial el desafiante reto medioambiental al que nos enfrentamos. Por otro lado, se comenzaría a popularizar un vehículo conceptualmente más demandado y mejor valorado por los usuarios debido a sus altas prestaciones de confort y seguridad y por tener unos costes de operación sustancialmente inferiores.

### **1.3 OBJETIVOS**

---

---

El objetivo de este proyecto es aportar una aproximación del tamaño que tendrá el mercado de recarga rápida en carreteras interurbanas hasta el año 2030 en la autovía A1 y analizar la futura rentabilidad de las estaciones de recarga rápida en dicha autopista. Al mismo tiempo, se pretenden analizar las demandas de los usuarios y concluir qué modelo de negocio será capaz de ser más competitivo en

un mercado que se prevé que crezca ininterrumpidamente en las próximas décadas.

Un segundo objetivo es analizar qué cambios regulatorios ayudarían a aumentar la viabilidad económica de los operadores de puntos de recarga para que exista un mayor atractivo inversor y aumente significativamente la red de cargadores en España.

#### **1.4 METODOLOGÍA**

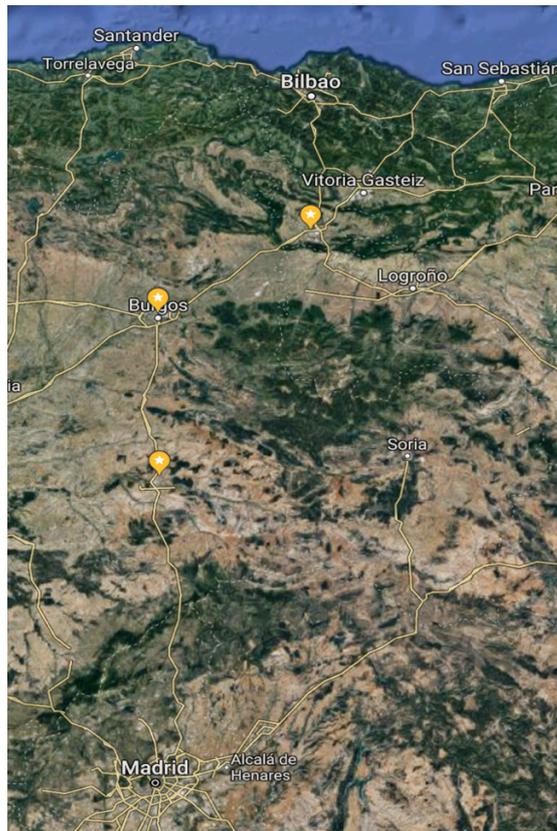
---

En primer lugar, es conveniente acotar el estudio a una zona concreta sobre la que extraer datos y poder sacar conclusiones. El área escogida es la autovía A1, carretera que conecta Madrid con San Sebastián a lo largo de sus 371 km.

Al mismo tiempo, el proyecto se va a realizar teniendo en cuenta únicamente el tráfico de vehículos ligeros, por tanto, los vehículos pesados quedarán excluidos del análisis y no serán tomados en consideración. Esto se debe a que la tecnología eléctrica para dichos vehículos se encuentra en fase de desarrollo y, si bien los esfuerzos están dando frutos considerables, todavía no existe un mercado propiamente dicho. No se debe olvidar tampoco que la pila de hidrógeno juega un papel relevante en este tipo de vehículos ya que aporta mayores autonomías y menores tiempos de recarga.

Una vez situados en la A1, el primer paso será estudiar la demanda a lo largo del tiempo. El estudio se llevará a cabo para el periodo 2019-2030. No se prolongará más en el tiempo, ya que 2030 se visualiza ya como un año lejano sujeto a muchas incertidumbres y se podrían cometer grandes imprecisiones.

En primer lugar, para conocer la demanda de recarga rápida se va a modelar el flujo de tráfico. Con esto se pretende calcular cuántos vehículos recorrerán distancias largas, ya que serán los que necesiten realizar recargas rápidas. Se tomará como distancia larga un mínimo de 200 km.



*Ilustración 23: Los tres nudos principales de la A1: Miranda de Ebro, Burgos y Aranda de Duero*

Para realizar la estimación se va a modelar el flujo de tráfico en los tres nudos principales de la autovía: Burgos, Miranda de Ebro y Aranda de Duero. El criterio principal para distribuir el tráfico serán la población y PIB que alcancen las carreteras que componen los nudos. Estas dos variables, población y PIB, son las principales que determinan el destino de la mayoría de los viajeros. Una vez que se tenga la estimación se procederá a realimentarla hasta que el error entre el

tráfico saliente del nudo real y el tráfico resultante de la estimación se encuentre cerca del 0%.

A continuación, se realizará un análisis del tamaño que tendrá el parque móvil eléctrico hasta 2030. Se toman para ello como referencia las estimaciones realizadas por el Observatorio del Vehículo Eléctrico de la Universidad Pontificia Comillas. A continuación, se calculará un escenario optimista y otro pesimista haciendo variaciones sobre dos variables: la venta anual de VE y la tendencia de dichas ventas. Así, el escenario pesimista se dimensionará para que el parque de vehículos eléctricos en 2030 sea de 552.000 unidades, mientras que el escenario optimista se hará coincidir con las previsiones de PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima) acumulando cinco millones de vehículos eléctricos en 2030.

Otra variable que calcular será el uso del vehículo eléctrico para recorrer largas distancias. Esta medida es esencial en el escenario actual en el que muchos propietarios cuentan con un vehículo alternativo de combustión para desplazarse en rutas interurbanas. Para estimar dicha cifra se analizará la autonomía de los vehículos eléctricos que se venderán los próximos años así como la disponibilidad por parte de los usuarios de un vehículo alternativo.

A continuación, multiplicando el número de vehículos que recorren la A1 en rutas de más de 200 km por la proporción de vehículos que son eléctricos y usados para largas distancias se hallará la demanda de recarga que existirá en los próximos años.

Una vez hallada dicha cifra se procederá al análisis de los requerimientos de los usuarios. Para conocer sus demandas se investigarán diversos informes y se

realizará una encuesta del formato “Google Forms” que se distribuirá para dar alcance al mayor número de usuarios posibles.

Por otro lado, se estudiarán los diversos modelos de negocio que se vislumbran en el mercado de recarga: los operadores independientes, los productores de vehículos, las empresas eléctricas, las petroleras sin comercialización de electricidad y las petroleras con comercialización de electricidad. Teniendo en cuenta las variantes de cada modelo de negocio se llevará a cabo un análisis de sensibilidad para conocer cuál de ellos estará mejor posicionado para recoger las demandas del mercado. Se evaluará las preferencias de los usuarios y se estimarán parámetros financieros como el VAN o el TIR para todos los modelos de negocio.

Finalmente, tras el análisis económico, se procederá a evaluar medidas que las instituciones públicas pueden llevar a cabo para favorecer la rentabilidad de los operadores de recarga. Estas medidas se propondrán a partir de los desequilibrios financieros que puedan aparecer en el estudio económico y que perjudiquen gravemente la implantación de la infraestructura.

## **1.5 HERRAMIENTAS EMPLEADAS**

---

- Resumen anual del Ministerio de Fomento: Mapa interactivo de tráfico de 2017.
- Estimación de venta de vehículos eléctricos del Observatorio del Vehículo Eléctrico de la Universidad Pontificia Comillas.
- Información de Asociaciones: Aedive, Auve, Foro Coches Eléctricos.
- Microsoft Excel.
- Encuestas Google forms.

## 1.6 RESUMEN

---

---

La falta de estaciones públicas de recarga es sin duda uno de los mayores impedimentos para la adopción del coche eléctrico. Actualmente esto supone uno de los principales cuellos de botella para su adquisición y un freno que se ha de eliminar. Actualmente en España existen 47 estaciones de recarga con una potencia superior a 80 kW y únicamente 20 no pertenecen a la red de Tesla.

Dentro de la recarga rápida se pueden diferenciar tres tipos:

- Carga semirápida:  $P < 22$  kW
- Carga rápida:  $40 < P < 100$  kW
- Carga ultrarrápida  $P > 100$  kW

Existen diversos modelos de negocio que pueden llevar a cabo instalaciones de recarga:

- Petroleras con comercialización eléctrica: estos jugadores cuentan con la gran ventaja de amplia red de gasolineras distribuidas por todo el país.
- Petroleras sin comercialización eléctrica: la principal diferencia con las anteriores es que al no estar presentes en el mercado pagaran un precio entre un 2 y 5 % superior por la energía adquirida.
- Compañías eléctricas: Estas empresas desean abanderar el crecimiento del coche eléctrico en España, algo que les es muy interesante.
- Fabricantes de vehículos eléctricos: Tesla es el ejemplo más claro de un fabricante que ha engranado una amplia red de recarga en diversos países. Estos jugadores no pretenden monetizar sus estaciones sino convertir la venta de vehículos eléctricos en algo viable para el gran público.

- Operadores independientes: Todos los operadores que no se incluyen en las categorías anteriores entran en esta. Por ejemplo, un restaurante en carretera que deciden instalar sus propios cargadores o un nuevo operador que decide instalarse a nivel nacional.

La motivación de este trabajo es buscar alternativas al estancamiento actual y proponer modelos de negocio que puedan ser rentables en aras a que proliferen el coche eléctrico.

Los objetivos establecidos son los siguientes:

- Analizar el mercado de recarga rápida en España para calcular la rentabilidad que podría tener un operador en el medio plazo.
- Estudiar las ventajas competitivas de los diversos modelos de negocio para hallar qué tipo de operador cuenta con más ventajas competitivas.
- Proponer medidas para promover inversiones en infraestructura de recarga.

Para conocer el tráfico existente en cada tramo de la autovía se accederá a la base de datos del Ministerio de Fomento. Este ofrece públicamente el tráfico registrado en las estaciones de aforo situadas a lo largo de la autovía. A continuación, se resolverá el tráfico en los nudos principales utilizando como criterios el PIB y la población a la que tenga alcance cada vía del nudo.

Tras realizar la modelización del tráfico se hallarán cuántos vehículos recorren distancias superiores a 200km, ya que serán estos los que requieran realizar recargas rápidas en caso de que sean vehículos eléctricos. Se calculará qué proporción de dichos coches serán eléctricos a partir de las estimaciones del

parque móvil eléctrico entre 2019 y 2030 y de su uso como vehículo para realizar trayectos interurbanos.

El plan económico se hallará investigando los costes. Se realizará una encuesta para conocer las preferencias de los usuarios y poder hallar las ventajas competitivas. Para calcular los planes de negocio se usará una herramienta Excel que permite calcular el Valor Actual Neto de un determinado negocio.

---

## Capítulo 2 CASO DE ESTUDIO

### 2.1 JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

---

Para llevar a cabo un análisis detallado y realista sobre la demanda de la carga rápida en España y poder realizar proyecciones es necesario acotar el estudio a un área concreta. Como se ha comentado previamente en la sección *Metodología*, se ha escogido como lugar en el que llevar a cabo el estudio la carretera A1.

La A1 cuenta con 371 km (Wikipedia, s.f.) y está dividida en dos tramos: Madrid-Burgos y Armiñón-San Sebastián. La carretera que une los dos tramos es la autopista de pago AP-1 y conduce prácticamente la totalidad del tráfico que prosigue por la A1 en dirección San Sebastián.



Ilustración 24: Recorrido de la autovía A1

Es una de las seis autovías radiales españolas y conforma uno de los principales ejes Norte-Sur de la península ibérica. Por este motivo una buena parte del tráfico procedente de Europa Occidental discurre por esta vía.

Esta carretera es una de las que más tráfico de vehículos eléctricos va a presenciar en los próximos años. Esto se debe a que, en primer lugar, la Comunidad de Madrid y el País Vasco son dos de las regiones peninsulares con mayor tasa de vehículos eléctricos per cápita. En el año 2018 la tasa más alta de ventas de VE per cápita la obtuvo la Comunidad de Madrid con 1,1 VE por cada mil habitantes, seguida de Cataluña con 0,28 y seguida a su vez por el País Vasco con 0,15 (Elaboración propia).

Al mismo tiempo, el País Vasco y la A1 cuentan con la mejor infraestructura de recarga rápida de España con múltiples cargadores repartidos a lo largo de su recorrido y con el cargador más potente situado al paso de la A1 por Vitoria de 350 kW (Ibil, s.f.). Por último, la A1 conecta España con Europa Occidental, zona que cuenta con una tasa de VE considerablemente más alta que España y que influirá aportando más vehículos eléctricos a la autovía.

## **2.2 *MODELADO DEL TRÁFICO EN LA A1***

---

Para poder realizar predicciones del tráfico de vehículos eléctricos se va a comenzar analizando los flujos de tráfico a lo largo de la A1 para hallar qué distancias recorren los vehículos por dicha vía. La distancia recorrida es un elemento fundamental, ya que aquellos vehículos que recorren más de 200 km requerirán de una carga para continuar con el trayecto.

Los datos necesarios para la elaboración de este estudio se han adquirido de El Ministerio de Fomento, organismo que publica anualmente un documento con los datos de tráfico registrados en estaciones de aforo distribuidas por las carreteras españolas. Dado que dichos datos únicamente arrojan el tráfico en uno de los sentidos de la autovía, se va a realizar la suposición de que el tráfico diario que

recorre una carretera en un sentido será el mismo que el que la recorre en sentido opuesto. Esta suposición se justifica en que una mayoría considerable de viajeros al ir a trabajar volverá a casa por la misma vía, o si se realiza un viaje de trabajo, fin de semana o turismo lo más probable es que se vuelva a casa por la misma carretera por la que se ha ido.

La carretera A1 es una autovía que cuenta con tres grandes nudos: Miranda de Ebro, Burgos y Aranda de Duero. El resto de la autovía discurre prácticamente sin ninguna desviación de calado, ya que las pocas poblaciones de Castilla y León que se encuentran a sus orillas tienen una población muy pequeña. Por este motivo, se resolverá el sentido del tráfico en dichos nudos y con ellos se modelará el flujo de tráfico en toda la autovía.

### **2.2.1 NUDO DE MIRANDA DE EBRO**

---

En este nudo se juntan cruzan 2 carreteras, la AP-68 y la AP-1. La primera procede de Bilbao y termina en Zaragoza y la segunda procede de Burgos y termina en San Sebastián.

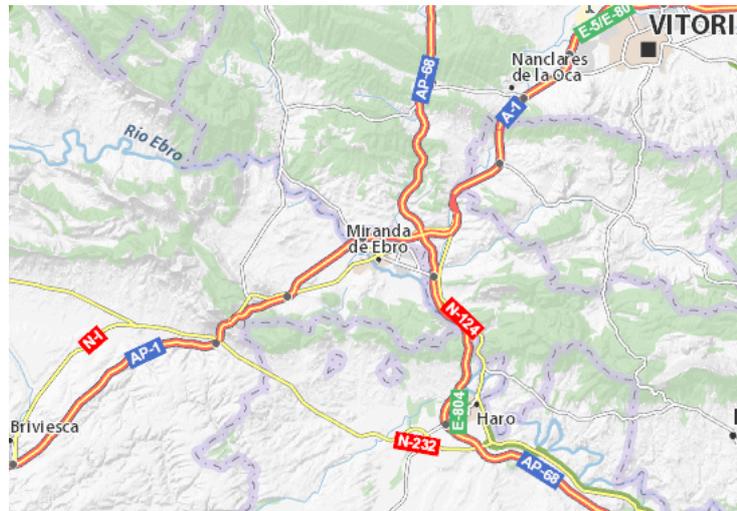


Ilustración 25: Mapa vial de Miranda de Ebro

**Ap 68: Bilbao-Miranda:**

De la AP-68, prácticamente dos tercios del tráfico procedente de Bilbao y Vizcaya, un 64%, toma la dirección de Burgos. Esta ruta se ha de tomar para dirigirse a Madrid, Burgos, Portugal y del sur de la península (Andalucía, Castilla la Mancha o Extremadura). La magnitud de esta cifra se debe a la importancia sobretodo económica pero también turística del conjunto de Madrid y del sur de España. Además, Burgos es una provincia con un alto intercambio comercial con el País Vasco lo que también aporta una cantidad considerable de desplazamientos.

Prácticamente el resto (33%) toma la dirección de Logroño. Esta carretera une el País Vasco con Logroño, Zaragoza, Barcelona y la Comunidad Valenciana, por lo que se entiende que será muy transitada, pero en menor medida que la A1 con dirección Madrid.

---

<b>Desde:</b>	<b>AP68 Bilbao-Miranda</b>	
<b>Hacia:</b>	<b>AP1 dirección Burgos</b>	<b>AP68 dirección Logroño</b>
Población	32.000.000	13.800.000
PIB (M€)	719.000	367.000

*Tabla 2: Población y PIB alcanzables desde AP68 procedente de Bilbao en Miranda de Ebro*

Se puede observar cómo hay mayor interés en la carretera de Burgos que en la de Logroño. A esto hay que sumarle el efecto capital que produce Madrid y que lo atrae en una proporción muy fuerte ya que cuenta con grandes servicios y universidades, actos culturales, comercios, etc... Barcelona también ofrece servicios de similares características, pero Madrid se encuentra más cerca del País Vasco, por lo que funciona mejor como polo atractivo. Por dicha razón también, al estar Barcelona a 6 horas en coche en comparación con las 4 horas de Madrid, muchos viajeros con destino Barcelona optan finalmente por viajar en avión.

Por último, Miranda de Ebro también atraerá aproximadamente a 280 viajeros al día.

#### **Ap 68 Logroño-Miranda:**

De la carretera procedente de Logroño, un 58% de viajeros optan por tomar la AP1 dirección Vitoria, mientras que un 26% lo hacen por la AP68 dirección Bilbao. En esta bifurcación se juntan varios factores. En primer lugar, Bilbao y Vizcaya son la gran potencia económica cercana, lo que conduce mucho tráfico en su dirección. Además, hay que sumar todos aquellos viajeros que se trasladan desde comunidades como Asturias o Cantabria hacia Aragón o Cataluña que lo hacen por dicha vía.

La opción más escogida por los viajeros es Vitoria dada la proximidad de Álava y Guipúzcoa occidental como motor económico próximo a La Rioja, un total del 3954 viajeros diarios que equivale al 56% del tráfico aproximadamente.

Un 8% los viajeros escogen Miranda de Ebro como destino final y un 7% optan por localidades cercanas.

<b>Desde:</b>	<b>AP68 Logroño-Miranda</b>	
<b>A:</b>	<b>AP1 dirección Bilbao</b>	<b>AP68 dirección Vitoria</b>
Población	3.050.000	650.000
PIB (M€)	74.000	24.800

*Tabla 3: Alcances de la bifurcación en Miranda de Ebro desde AP1 Logroño-Miranda*

**Ap 1 Burgos-Miranda:**

De la AP1 procedente de Burgos un 42% del tráfico opta por la AP68 dirección Bilbao mientras que una mayor cantidad, un 48% optan por la AP1 dirección de Vitoria. Esto se debe a que Vitoria también conecta con San Sebastián, Guipúzcoa y Francia, por lo que es razonable que el tráfico sea mayor que hacia Vizcaya.

<b>Desde:</b>	<b>AP1 Burgos-Miranda</b>	
<b>A:</b>	<b>AP68 dirección Bilbao</b>	<b>AP1 dirección Vitoria</b>
Población	1.150.000	1.050.000+Francia
PIB (M€)	38.700	37.840 +Francia

*Tabla 4: Alcances de la bifurcación en Miranda de Ebro desde AP1 Burgos-Miranda*

**Ap 1 Vitoria-Miranda:**

Por último, de la AP-1 procedente de Vitoria, un 84% se decanta por la dirección Burgos mientras que un 15% lo hace por Logroño. En este caso la diferencia es cuantiosa debido a que muchos viajeros de Guipúzcoa y Francia que desean ir a Zaragoza o Barcelona no lo hacen a través de Miranda de Ebro, sino que cuentan con la carretera A-15 que les es más conveniente.

La diferencia tiene otra justificación demográfica y económica. La AP1 dirige a Madrid, Burgos, el sur de España y Portugal, que tienen en conjunto una mayor demanda económica y turística que Logroño, Aragón y el Levante español. En la siguiente tabla se muestra a cuánta población y PIB conducen cada una de las carreteras:

<b>Desde:</b>	<b>AP1 Vitoria-Miranda</b>	
<b>A:</b>	<b>AP1 dirección Burgos</b>	<b>AP68 dirección Logroño</b>
Población	32.000.000	13.800.000
PIB (M€)	719.000	367.000

*Tabla 5: Alcances de la bifurcación en Miranda de Ebro desde AP1 Vitoria-Miranda*

**Modelado del nudo de Miranda de Ebro:**

Carretera	Sentido	Tráfico	Dirección	Tráfico	
AP68	Bilbao-Miranda	9315	Burgos	64%	5962
			Vitoria	1%	93
			Logroño	33%	3074
			Miranda	2%	186
AP68	Logroño-Miranda	6813	Burgos	5%	341
			Vitoria	38%	2589
			Bilbao	45%	3066
			Miranda	7%	477
			Oeste	5%	341
AP1	Burgos-Miranda	17740	Bilbao	34%	6032
			Vitoria	58%	10289
			Logroño	2%	355
			Miranda	4%	710
			Oeste	2%	355
AP1	Vitoria-Miranda	12809	Bilbao	1%	128
			Burgos	79%	10119
			Logroño	20%	2562
Miranda			Bilbao		186
			Burgos		709,6
			Logroño		477
			Vitoria		No computa

*Tabla 6: Distribución del tráfico en el cruce de Miranda de Ebro*

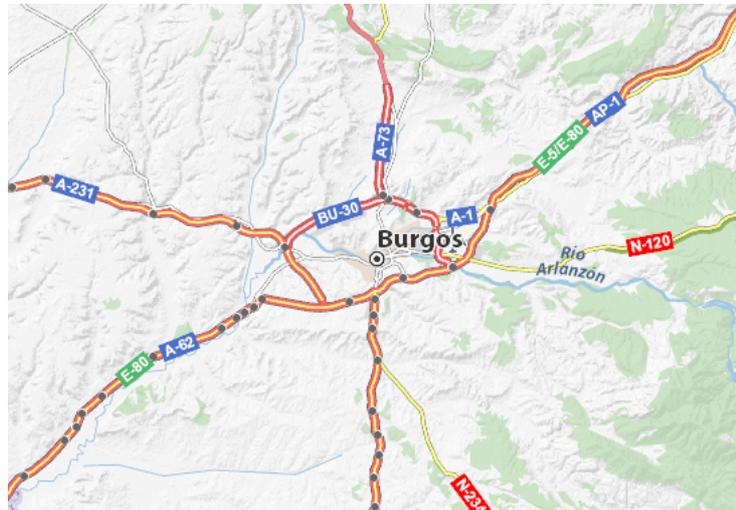
El resultado de aplicar esta distribución de tráfico arroja un tráfico resultante muy semejante al real. En concreto, la variación es solamente del 2,8%. La tabla siguiente muestra en detalle la diferencia entre el tráfico real por cada vía y el resultante debido a las estimaciones realizadas:

Carretera	Dirección	Estimación	Real	Error	
AP68	Miranda-Bilbao	9630	9315	314,72	3,4%
AP68	Miranda-Logroño	6536	6813	-277,41	-4,1%
AP1	Miranda-Burgos	17036	16825	210,84	1,3%
AP1	Miranda-Vitoria	12467	12809	-342,26	-2,7%
Error					2,8%

*Tabla 7: Miranda de Ebro. Tráfico resultante y error de las estimaciones.*

## 2.2.2 NUDO DE BURGOS

Burgos es un núcleo urbano relativamente grande para Castilla y León ya que cuenta con 175.000 habitantes. Esto provoca que las carreteras de la comarca converjan en este punto. De esta forma, conecta País Vasco y Cantabria con Madrid, así como el nordeste y el noroeste peninsular.



*Ilustración 26: Mapa de carreteras en Burgos*

La convergencia de tantas carreteras hace que no sea necesario el estudio de todos los flujos como era el caso del Nudo de Miranda de Ebro. Solo se van a estudiar aquella porción del tráfico que toma la A1, ya que las carreteras A-231 y A-62 conducen un tráfico hacia la A1 que se va a despreciar al ser poco significativo.

### **AP68 Miranda-Burgos**

Esta carretera conduce una media diaria de 17036 viajeros que se dirigen tanto a Madrid, al sur o suroeste peninsular o la propia ciudad de Burgos. Una gran porción de este tráfico proviene a su vez del País Vasco a la luz del tráfico resultante en el Nudo de Miranda de Ebro. En concreto, 5962 vehículos procederán de Vizcaya mientras que 10119 de Álava, Guipúzcoa y Europa Occidental. Al mismo tiempo 887 vehículos procederán de Miranda de Ebro y 68 de sus localidades vecinas.

Del tráfico proveniente de Vizcaya un 17% se quedará en la misma ciudad de Burgos o en sus alrededores. La región de Burgos contiene mucha industria y eso genera nutridos lazos económicos entre ambas regiones que lo convierten en un destino frecuentado. Un 66%, es decir, la gran mayoría de los viajeros se dirigirán a Madrid ya que el sur de Castilla y León, el efecto capital de Madrid y diversos destinos al sur de España suponen una demanda muy grande. Por último, solamente un 17% tomarán la A-62 con dirección a Valladolid. La distribución del tráfico de los vehículos que provienen de Vitoria será muy similar: 22% a Burgos, 61% a Madrid y 17% a Valladolid.

La siguiente tabla justifica las anteriores divisiones:

<b>Desde:</b>	<b>AP1 Miranda-Burgos</b>	
<b>A:</b>	<b>A1 dirección Madrid</b>	<b>A62 dirección Valladolid</b>
Población	16.400.000	3.460.000 + Portugal
PIB (M€)	463.872	78.000 +Portugal

*Tabla 8: Alcances de la bifurcación en Burgos desde la AP1 Miranda-Burgos*

Por otro lado, del tráfico proveniente de Miranda de Ebro y sus alrededores una gran mayoría se dirigirá a Burgos por motivos laborales, ya que Burgos es un centro

---

urbano de gran importancia de la comarca que atrae miles de trabajadores al día. Así, solamente un 10% se dirigirá a Madrid y otro 10% a Valladolid.

La A73 es una carretera que proviene del noroeste de Burgos, en concreto de la localidad de Aguilar de Campoo, aclamada por su archiconocida fabricación de galletas. Esta carretera une también Cantabria con Burgos y por tanto con Madrid. Muchos cántabros recurren a esta vía para viajar a Madrid a través de Burgos, ya que la ruta es ligeramente más rápida que su alternativa por Valladolid. Por tanto, un 60% de los vehículos tomarán la A1 hacia Madrid mientras que un 40% se quedará en Burgos. Este 40% se debe principalmente al tráfico de personas que trabajan en Burgos y que provienen de pequeños municipios colindantes con la A73.

La N-120 es la vía que une Logroño con Burgos. Esta transporta una media de 3.243 vehículos diarios al año. Logroño y Burgos son dos ciudades de relativa importancia en la zona y muchos viajeros utilizan esta carretera como medio para acudir a su trabajo. Se ha estimado que un 40% de los vehículos (un total de 1.297) tomarán la carretera con dicho fin mientras que un 60% lo hará para dirigirse hacia el sur por la A1.

Finalmente, 2365 vehículos diarios tomarán la A1 en dirección a Madrid desde la propia ciudad de Burgos. En total, una media de 17297 vehículos diarios tomará la A1, cifra que se ha hecho coincidir con el tráfico real que tiene dicha carretera.

**Modelado del nudo de Miranda de Ebro:**

Carretera	Sentido	Tráfico	Dirección	Variables	Tráfico
AP68	Bilbao/Llodio-Burgos	5962	Burgos	17%	1013
			Madrid	66%	3935
			Valladolid	17%	1013
	Vitoria/Donosti-Burgos	10119	Burgos	22%	2226
			Madrid	61%	6173
			Valladolid	17%	1720
	Miranda-Burgos	887	Burgos	80%	710
			Madrid	10%	89
			Valladolid	10%	89
	Pueblos Miranda-Burgos	68	Burgos	80%	55
			Madrid	10%	7
			Valladolid	10%	7
A-73	A. de Campoo-Burgos	4639	Burgos	40%	1856
			Madrid	60%	2783
N-120	Logroño-Burgos	3243	Burgos	40%	1297
			Madrid	60%	1946
Burgos	Burgos-Madrid	2500			

*Tabla 9: Tráfico en el nudo de Burgos*

Carretera	Sentido	Estimación	Real	Error
A1	Burgos-Madrid	17432	17297	1%

*Ilustración 27: Error de estimación de modelado de tráfico-Nudo de Burgos*

### 2.2.3 NUDO DE ARANDA DE DUERO

Aranda de Duero es una localidad burgalesa situada a 90 km al sur de Burgos y a 160 km al norte de Madrid. Tiene una población de 32.500 habitantes y cuenta con una actividad industrial relativamente alta en sectores como la automoción, energías renovables o la máquina y herramienta. Por ello, absorbe una parte del tráfico de la A1 de viajeros tanto del País Vasco y Burgos como de Madrid.



*Ilustración 28: Mapa de carreteras en Aranda de Duero*

La A1 es la vía principal que cruza la ciudad si bien también lo hace la Nacional 122, carretera de interés para los viajeros que estén interesados en viajar desde Zaragoza a Valladolid. Cabe comentar que los pueblos que se encuentran a orillas de dicha carretera son muy pequeños y muy pocos superan los 1000 habitantes, por lo que el tráfico desde la Nacional 122 hacia Madrid y desde la A1 hacia dichas localidades se considerará despreciable. En consecuencia, se estimará únicamente cuántos vehículos se detendrán en Aranda de Duero.

**Modelado del tráfico en el nudo de Aranda de Ebro:**

Carretera	Sentido	Tráfico	Dirección	Tráfico	
A1	Bilbao	3935	Madrid	95%	3738
			Aranda	5%	197
	Vitoria/San Sebastián	6173	Madrid	95%	5864
			aranda	5%	309
	Miranda	84	Madrid	96%	81
			Aranda	4%	3
	Aguilar de Campoo	2783	Madrid	96%	2672
			Aranda	4%	111
	Logroño	1926	Madrid	96%	1868
			Aranda	4%	78
Burgos	1250	Madrid	45%	563	
		Aranda	55%	688	
Aranda	Madrid				374

*Tabla 10: Distribución del tráfico en el nudo de Aranda de Ebro*

Como se puede observar, existe una cantidad de viajeros que se quedan en Aranda y asciende aproximadamente al 3% en todos los casos salvo en el flujo de vehículos que viajan desde Burgos. En este caso existe mucha gente que por razones laborales viaja entre Burgos y Aranda; un total de 662 vehículos diarios según el resultado de la estimación. También son muchos vehículos los que desde Aranda van a Madrid, un total de 450. Por tanto, el tráfico que prosigue su curso a Madrid asciende a 12487 vehículos diarios. Al igual que en el nudo de Burgos, estas estimaciones se han hecho coincidir con el tráfico medido en dicha vía.

Carretera	Sentido	Estimacion	Real	Error
A1	Madrid	12487	12487	0,00%

*Tabla 11: Tráfico resultante en el nudo de Aranda de Duero*

---

### 2.2.4 FLUJO DE TRÁFICO EN LA A1

---

Llegados a este punto es posible estimar razonablemente el tráfico total de vehículos que realizan grandes distancias en la A1. Sumando los flujos de tráfico que permanecen en la A1 desde Cantabria, País Vasco y Burgos hacia Madrid, se concluye que una media de 22378 vehículos diarios recorrerá una distancia igual o superior a 200 km. El flujo de vehículos es muy alto, lo que concuerda con la situación de la A1 como una arteria vial principal en España y uno de los ejes Norte-Sur más importantes.

La distancia media que realiza cada vehículo se encuentra en 408 km. Teniendo en cuenta el estado del arte actual del vehículo eléctrico, esta distancia es elevada para recorrerla sin paradas de recarga. Como mínimo se debería realizar una parada con las autonomías de los vehículos actuales.

La siguiente tabla muestra cuántos vehículos diarios recorren la A1 sumando el tráfico de ambos sentidos:

Trayecto (ambos sentidos)		Vehículos/día
Madrid	Burgos	1125
Madrid	País Vasco	19204
Madrid	Cantabria	5344
País Vasco	Burgos	3240
Cantabria	Burgos	1856
País Vasco	Valladolid/Oeste península	2734

*Tabla 12: Resultado del tráfico de larga distancia en la A1*

Cabe destacar que esta es una media de vehículos diaria, no una constante a lo largo del año. En futuros capítulos se estudiará cómo se distribuye el tráfico a lo largo de la semana, ya que tomará una forma periódica pero cambiante. Las

diferencias entre el valle y la cresta serán muy significativas debido a la hora o a la condición excepcional de la jornada: no será lo mismo un día laboral ordinario que una operación salida.

### 2.3 DISTRIBUCIÓN SEMANAL DEL TRÁFICO

El tráfico se comporta de manera distinta cada día de la semana. Para observar el tráfico de la A1 con detalle horario se ha accedido a la plataforma web de la Dirección General de Tráfico. Fruto de las observaciones se han identificado los patrones que guían el tráfico cada día y se han agrupado los días de la semana por sus características.

- De lunes a jueves la intensidad de tráfico es un 16% inferior a la media del tráfico semanal.



Ilustración 29: Intensidad de tráfico de lunes a jueves. (Fuente: DGT)

Los viernes se observa un máximo en el tráfico registrado, probablemente ocasionado por los movimientos de fin de semana. Esto provoca que el tráfico total durante la jornada ascienda un 46% con respecto a la media semanal.

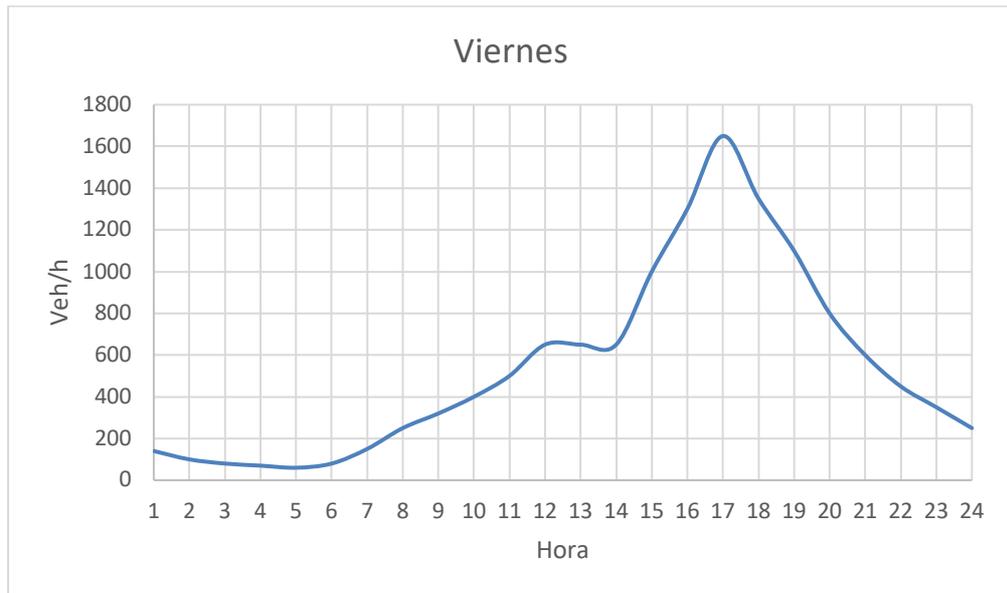


Ilustración 30: Intensidad de tráfico de un viernes. (Fuente: DGT)

Los sábados y los domingos tienen patrones distintos. Por un lado, los sábados son días con un tráfico equivalente al 87% de la media semanal.



Ilustración 31: Intensidad de tráfico de un sábado. (Fuente: DGT)

Los domingos, al contrario, son de mayor intensidad debido principalmente a la operación retorno de los fines de semana. Estos días el tráfico es un 14% superior a la media. Si bien el tráfico no alcanza las cotas que logra los viernes, sigue siendo un nivel alto.



Ilustración 32: Intensidad de tráfico de un domingo. (Fuente: DGT)

Comparación de la distribución de tráfico semanal:

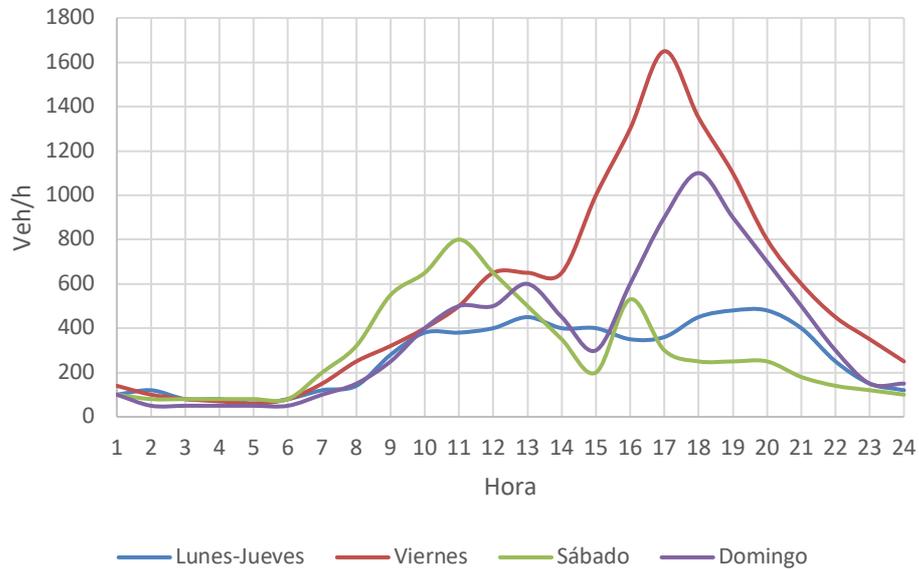


Ilustración 33: Comparación de la distribución diaria de tráfico durante una semana. (Fuente: DGT)

Estas curvas de tráfico van a ser muy útiles de cara a dividir la demanda de carga por horas para calcular la factura eléctrica que tendrían los operadores que decidan instalarse en la A1.

## 2.4 ESTIMACIÓN DEL PARQUE MÓVIL ELÉCTRICO 2019-2030

El Observatorio del Vehículo Eléctrico de la Universidad Pontificia Comillas pronostica un aumento considerable del número de vehículos eléctricos en circulación desde 2019 hasta 2030. Según sus predicciones, en España habrá matriculados en 2030 un total de 2.872.101 vehículos eléctricos, entre los que se incluyen turismos, motos, ciclomotores y camiones.

---

<b>Año</b>	<b>Total turismos</b>	<b>Ventas VE</b>	<b>Total VE</b>
<b>2.018</b>	23.460.000	9.940	24.000
<b>2.019</b>	23.860.000	15.064	39.064
<b>2.020</b>	24.260.000	25.115	64.179
<b>2.021</b>	24.655.000	39.613	103.792
<b>2.022</b>	25.047.000	60.362	164.154
<b>2.023</b>	25.436.000	99.568	263.722
<b>2.024</b>	25.822.000	149.638	413.360
<b>2.025</b>	26.200.000	225.441	638.801
<b>2.026</b>	26.570.000	282.491	921.292
<b>2.027</b>	26.940.000	355.342	1.276.634
<b>2.028</b>	27.290.000	446.228	1.722.862
<b>2.029</b>	27.630.000	571.527	2.294.389
<b>2.030</b>	27.940.000	579.712	2.874.101

*Tabla 13: Estimación de ventas de VE. Observatorio del Vehículo Eléctrico ICAI*

Esta estimación ofrece los datos de todos los vehículos eléctricos que se adquirirán en el mercado. Sin embargo, los únicos vehículos de interés para este proyecto son los turismos. Por tanto, para conocer el número de turismos eléctricos que se venderán hasta 2030 se va a partir de las ventas de 2018, 6132 (Cotizalia, 2019), y se asumirá el mismo crecimiento anual que recoge dicho estudio.

Como resultado se obtiene que en el año 2030 un total del 6,38% de los turismos serán eléctricos y las ventas alcanzarán los 357.625 vehículos. Además, el parque móvil eléctrico en dicho año aumentará hasta alcanzar los 1.778.763 vehículos.

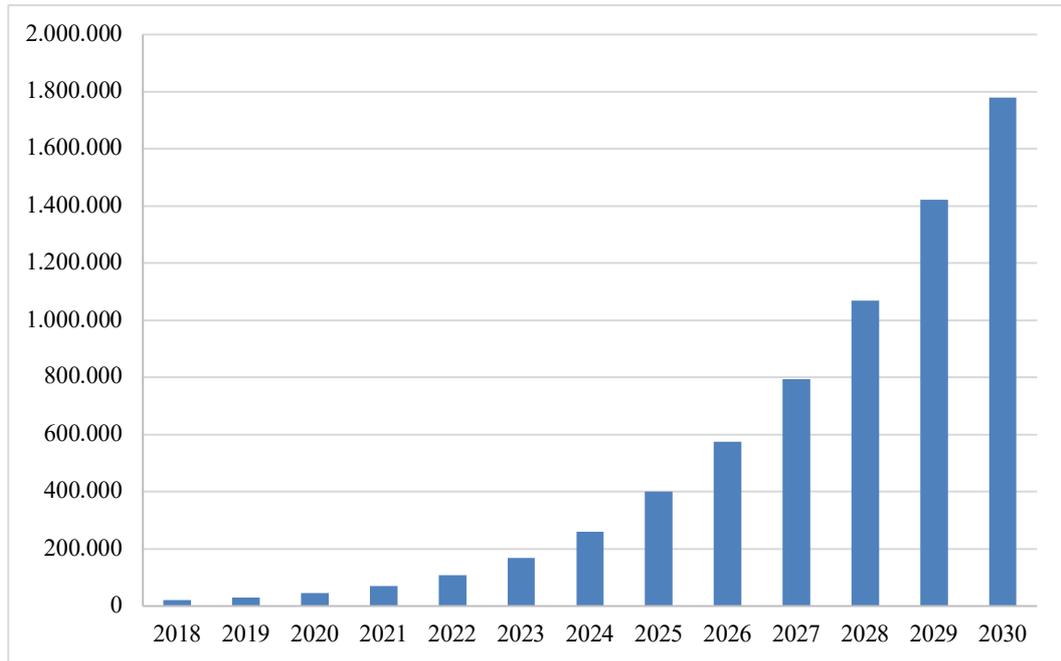


Tabla 14: Extrapolación de ventas de turismos eléctricos. Fuente:(Elaboración propia desde las previsiones del Observatorio del Vehículo Eléctrico)

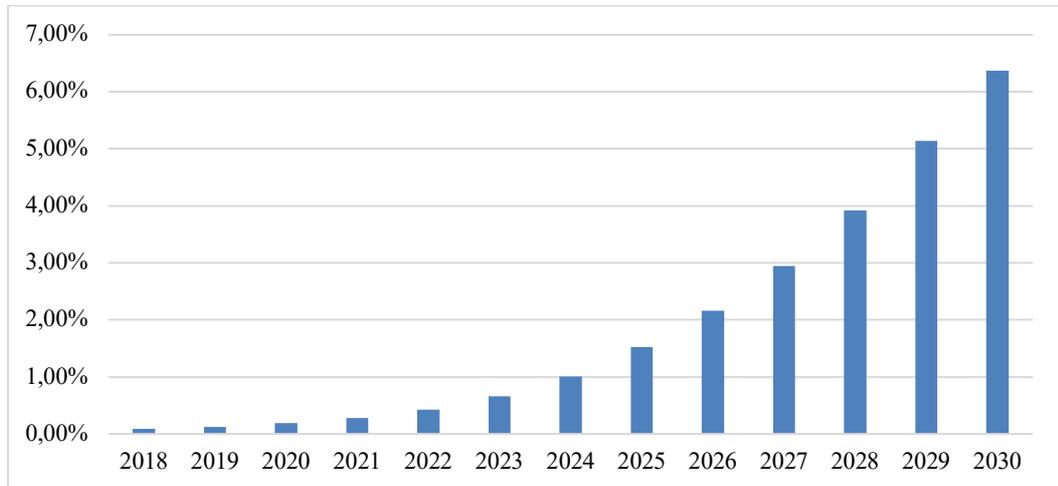


Ilustración 34: Porcentaje de turismos eléctricos. Fuente:(Elaboración propia desde las previsiones del Observatorio del Vehículo Eléctrico)

También se ha estimado el uso que se le dará al vehículo eléctrico. Actualmente la gran mayoría de vehículos se usan en rutas urbanas, pero pocos vehículos se usan para rutas interurbanas ya que los usuarios cuentan con otro coche de combustión para tal efecto. La estimación del uso del vehículo eléctrico como medio para

recorrer largas distancias se ha estimado que se encuentra en el 7% en la actualidad y que alcanzará el 90% de los vehículos eléctricos en 2025. A partir de dicho año se producirá una saturación en torno al 95% ya que se estima que la cuota de mercado de los modelos meramente urbanos (Smart EQ Fortwo, Citroen C-Zero) se encuentre en el 5%.

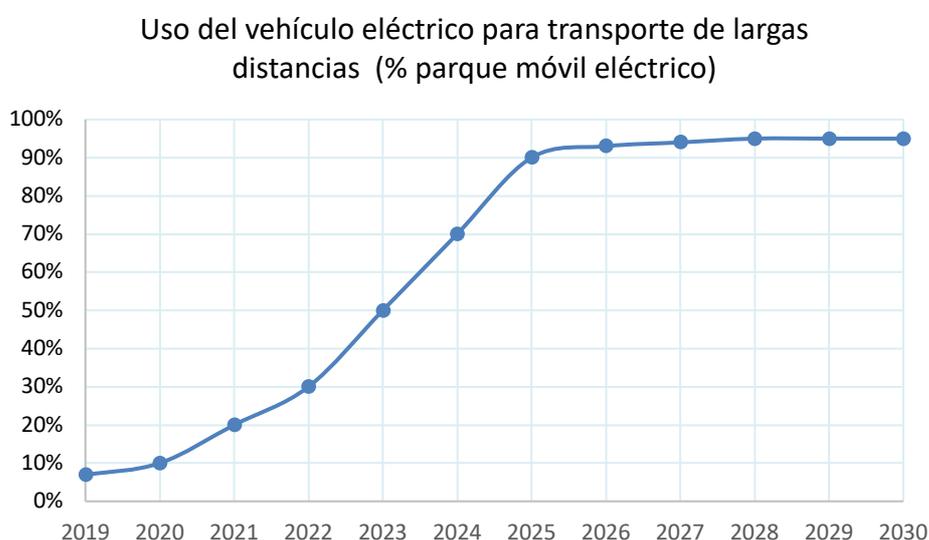


Ilustración 35: Uso del vehículo eléctrico para realizar largas distancias en % del total de VE.  
(Fuente: elaboración propia)

## 2.5 ESCENARIOS PARA EL PARQUE MÓVIL ELÉCTRICO.

Los cálculos del Observatorio del Vehículo Eléctrico son una predicción neutra de las ventas que tendrá el coche eléctrico en España hasta el año 2030. Sobre esta previsión se van a realizar variaciones para crear distintos escenarios.

Se toma como escenario neutro la previsión del Observatorio del Vehículo Eléctrico mostrada anteriormente. Este estudio recoge que las ventas experimentan un aumento considerable en el periodo 2019-2025 en el que el coche eléctrico logra cuotas de implantación notables. Como se ha visto anteriormente, la penetración en 2030 será del 6,28% del parque móvil con un total de 1,8 millones de vehículos. Estas proyecciones son moderadas ya que no cuentan ni con un posible estancamiento tecnológico y en precio del VE ni con un desarrollo excepcional a lo largo de los próximos años.

De cara a calcular distintos escenarios se va a comenzar por cambiar la tendencia de ventas, esto es, la derivada de las ventas. Esta variable va a determinar qué ritmo adquieren las ventas en los próximos años y va a ser determinante para dibujar un escenario en 2030. A este respecto, el escenario neutro refleja una tendencia negativa debido al alto crecimiento que se va a experimentar en 2019, 2020 y 2021 (del orden del 70% interanual) y que no se sostendrá en el largo plazo.

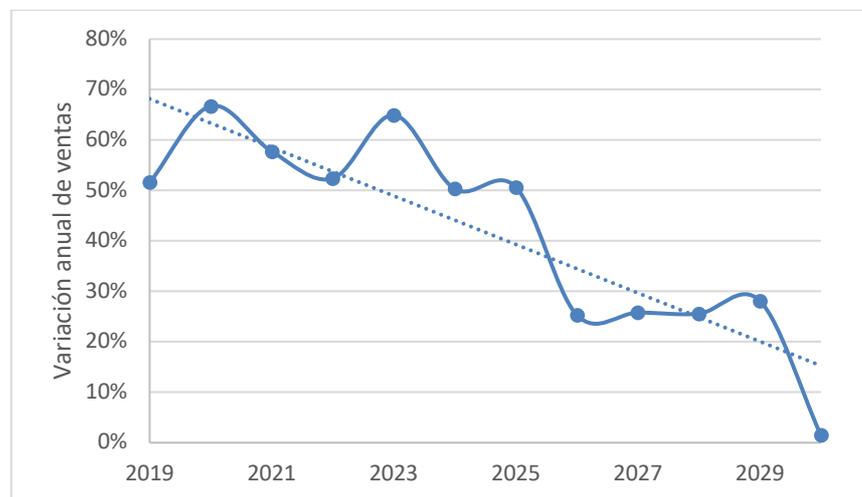


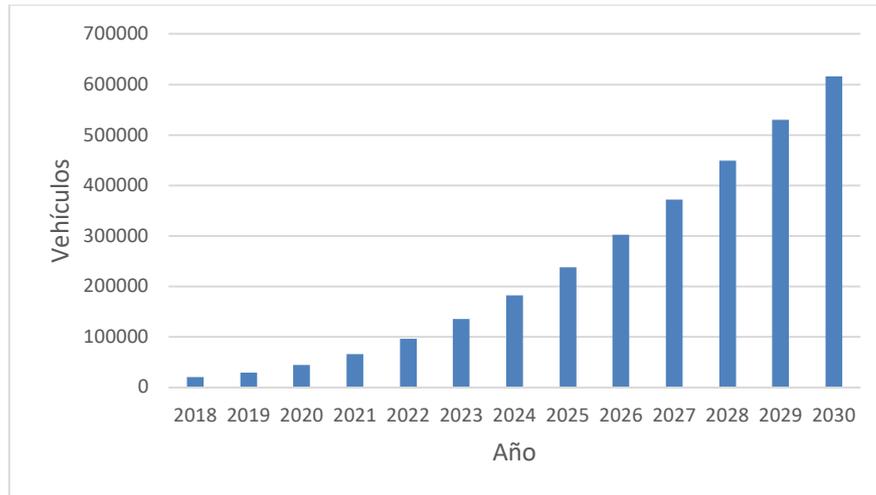
Ilustración 36: Variación de ventas de vehículos eléctricos. Escenario Neutro

En este caso la tendencia de la derivada de las ventas es de una caída media de 4,8 puntos anual. Así, en 11 años las ventas pasan de crecer el 60-70% actual a cerca del 5-10% en 2030. Modificando dicha tendencia se pueden obtener datos completamente distintos. También se puede cambiar la variación de venta anual en algunos años para reflejar con más precisión la curva de ventas que se desee.

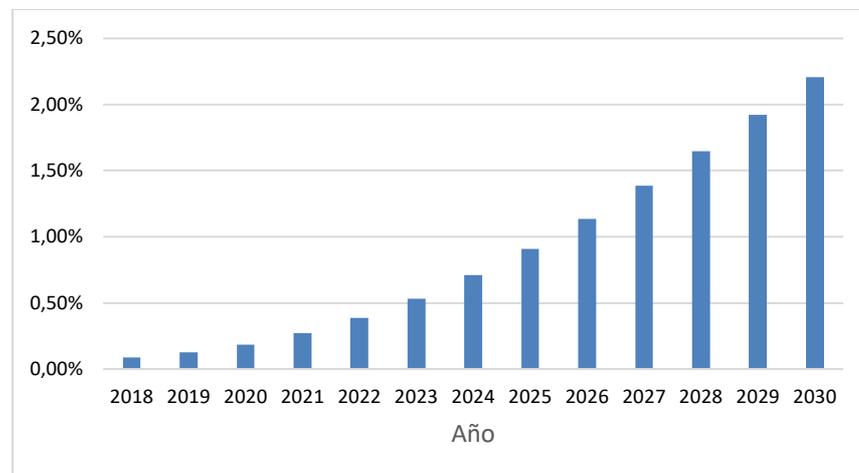
Por otro lado, se introduce un factor que va a aumentar o disminuir en una proporción determinada las ventas por igual en todos los años. Esta variación irá unida a la anterior y servirá para poder crear predicciones más precisas.

Aplicando dichas modificaciones se ha creado un escenario pesimista y otro optimista. El pesimista refleja un entorno en el que el coche eléctrico no rebaja sustancialmente sus precios, sino que se mantiene en cuotas altas para la mayoría de los usuarios. Al mismo tiempo no se suponen avances tecnológicos que cambien el estatus quo actual de las baterías de ion-litio o la potencia de carga. En este caso la inmensa mayoría de los usuarios estarán localizados en grandes urbes con restricciones de tráfico para vehículos contaminantes. Por tanto, se dibuja un escenario de crecimiento en torno al 50% en los años 2019-2021, pero posteriormente el crecimiento se va reduciendo a cifras menos significativas. Todo esto supondrá un parque móvil eléctrico de 615.000 vehículos en el año 2030, más de 1.100.000 vehículos menos que en el escenario neutro.

Vehículos eléctricos en el parque móvil para el caso pesimista:



*Ilustración 37: Parque móvil eléctrico-escenario pesimista*



*Ilustración 38: Parque móvil eléctrico (%) - escenario pesimista*

El escenario optimista refleja una situación completamente distinta. En primer lugar, esta predicción coincide con la del Gobierno de España incluida en el Plan Nacional Integral de Energía y Clima (PNIEC,2019). En dicha predicción el número de vehículos eléctricos en 2030 ascenderá a cinco millones. Se supone por tanto que el descenso en los precios de las baterías va a suponer que la movilidad eléctrica pueda alcanzar ventas masivas.

En este escenario se dibuja una adopción casi completa en 2027, año en el que se venderían 691.496 vehículos. Esta predicción va en aumento hasta 2030, año en el que se alcanzan los 983.000 vehículos eléctricos, prácticamente la totalidad de las ventas de turismos, para agrandar el parque móvil eléctrico hasta los cinco millones de turismos.

Vehículos eléctricos en el parque móvil para el caso optimista:

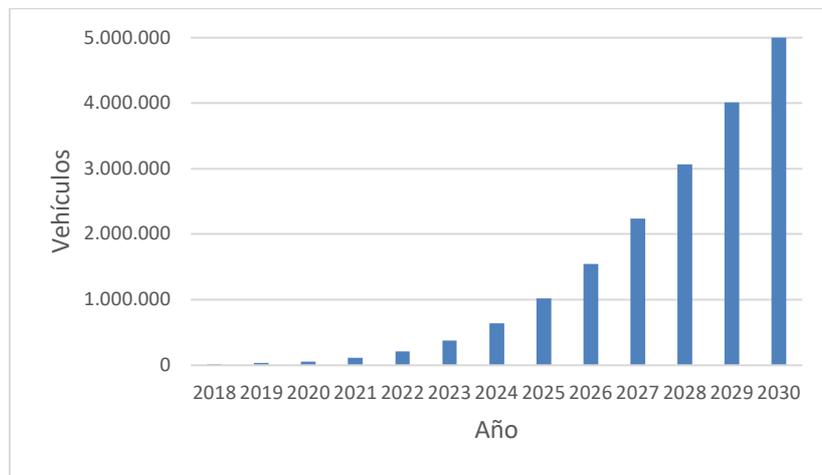


Ilustración 39: Parque móvil eléctrico- Escenario optimista

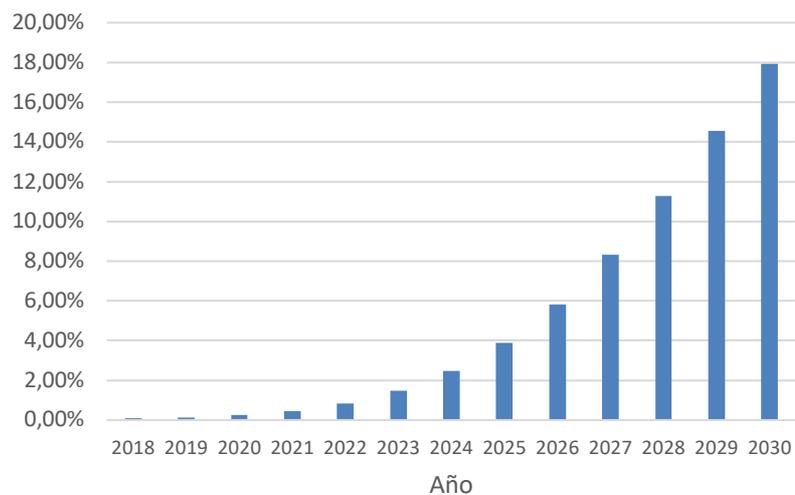


Ilustración 40: Parque móvil eléctrico (%) - Escenario optimista

Comparación de los escenarios para el parque móvil eléctrico:

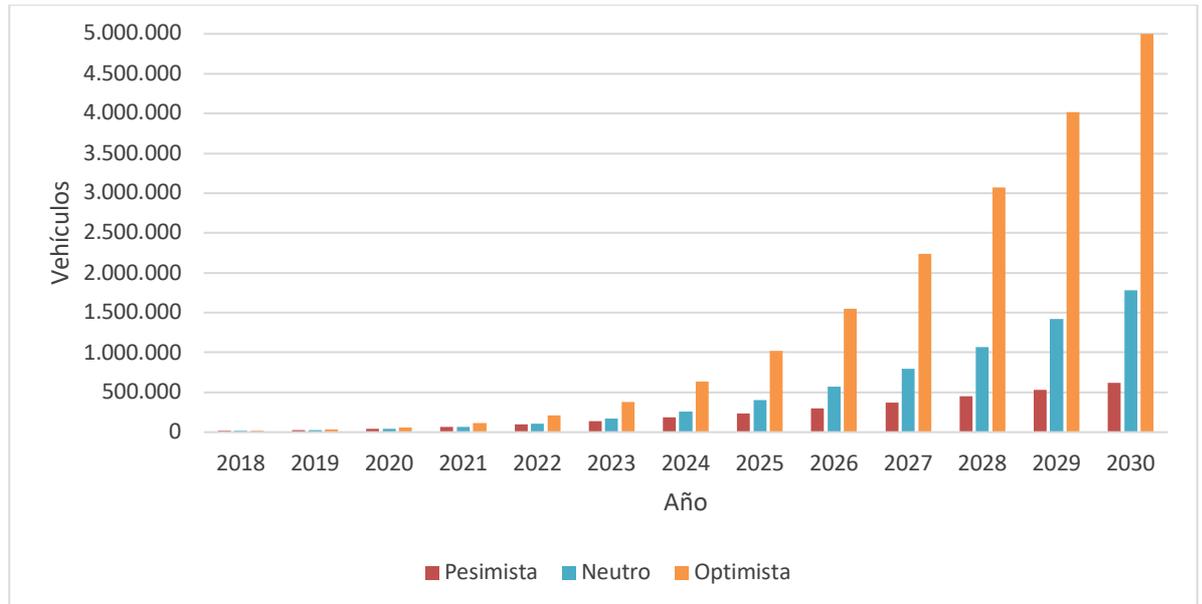


Ilustración 41: Comparación de los distintos escenarios

## 2.6 RESUMEN

Resolución de nudos de la autovía A-1:

### **Modelado del nudo de Miranda de Ebro:**

Para resolver este nudo se ha supuesto que una parte importante del tráfico procedente de Bilbao y de Francia y San Sebastián se decantará por la dirección Burgos antes que la dirección Zaragoza. Esta suposición se basa en que la A1 conecta con más PIB y población comparativamente con la Ap8.

Carretera	Sentido	Tráfico	Dirección	Tráfico	
AP68	Bilbao-Miranda	9315	Burgos	64%	5962
			Vitoria	1%	93
			Logroño	33%	3074
			Miranda	2%	186
AP68	Logroño-Miranda	6813	Burgos	5%	341
			Vitoria	38%	2589
			Bilbao	45%	3066
			Miranda	7%	477
			Oeste	5%	341
AP1	Burgos-Miranda	17740	Bilbao	34%	6032
			Vitoria	58%	10289
			Logroño	2%	355
			Miranda	4%	710
			Oeste	2%	355
AP1	Vitoria-Miranda	12809	Bilbao	1%	128
			Burgos	79%	10119
			Logroño	20%	2562
Miranda			Bilbao		186
			Burgos		709,6
			Logroño		477
			Vitoria		No computa

*Tabla 15: Distribución del tráfico en el cruce de Miranda de Ebro*

El resultado de aplicar esta distribución de tráfico arroja un tráfico resultante muy semejante al real. En concreto, la variación es solamente del 2,8%. La tabla siguiente muestra en detalle la diferencia entre el tráfico real por cada vía y el resultante debido a las estimaciones realizadas:

Carretera	Dirección	Estimación	Real	Error	
AP68	Miranda-Bilbao	9630	9315	314,72	3,4%
AP68	Miranda-Logroño	6536	6813	-277,41	-4,1%
AP1	Miranda-Burgos	17036	16825	210,84	1,3%
AP1	Miranda-Vitoria	12467	12809	-342,26	-2,7%
Error					2,8%

*Tabla 16: Miranda de Ebro. Tráfico resultante y error de las estimaciones.*

**Modelado del nudo de Burgos:**

Carretera	Sentido	Tráfico	Dirección	Variables	Tráfico
AP68	Bilbao/Llodio-Burgos	5962	Burgos	17%	1013
			Madrid	66%	3935
			Valladolid	17%	1013
	Vitoria/Donosti-Burgos	10119	Burgos	22%	2226
			Madrid	61%	6173
			Valladolid	17%	1720
	Miranda-Burgos	887	Burgos	80%	710
			Madrid	10%	89
			Valladolid	10%	89
	Pueblos Miranda-Burgos	68	Burgos	80%	55
			Madrid	10%	7
			Valladolid	10%	7
A-73	A. de Campoo-Burgos	4639	Burgos	40%	1856
			Madrid	60%	2783
N-120	Logroño-Burgos	3243	Burgos	40%	1297
			Madrid	60%	1946
Burgos	Burgos-Madrid	2500			

*Tabla 17: Tráfico en el nudo de Burgos*

Carretera	Sentido	Estimación	Real	Error
A1	Burgos-Madrid	17432	17297	1%

Ilustración 42: Error de estimación de modelado de tráfico-Nudo de Burgos

**Modelado del tráfico en el nudo de Aranda de Ebro:**

Carretera	Sentido	Tráfico	Dirección	Tráfico	
A1	Bilbao	3935	Madrid	95%	3738
			Aranda	5%	197
	Vitoria/San Sebastián	6173	Madrid	95%	5864
			aranda	5%	309
	Miranda	84	Madrid	96%	81
			Aranda	4%	3
	Aguilar de Campoo	2783	Madrid	96%	2672
			Aranda	4%	111
	Logroño	1926	Madrid	96%	1868
			Aranda	4%	78
Burgos	1250	Madrid	45%	563	
		Aranda	55%	688	
Aranda	Madrid				374

*Tabla 18: Distribución del tráfico en el nudo de Aranda de Ebro*

Como se puede observar, existe una cantidad de viajeros que se quedan en Aranda y asciende aproximadamente al 3% en todos los casos salvo en el flujo de vehículos que viajan desde Burgos. En este caso existe mucha gente que por razones laborales viaja entre Burgos y Aranda; un total de 662 vehículos diarios según el resultado de la estimación. También son muchos vehículos los que desde Aranda van a Madrid, un total de 450. Por tanto, el tráfico que prosigue su curso a Madrid asciende a 12487 vehículos diarios. Al igual que en el nudo de Burgos, estas estimaciones se han hecho coincidir con el tráfico medido en dicha vía.

Carretera	Sentido	Estimacion	Real	Error
A1	Madrid	12487	12487	0,00%

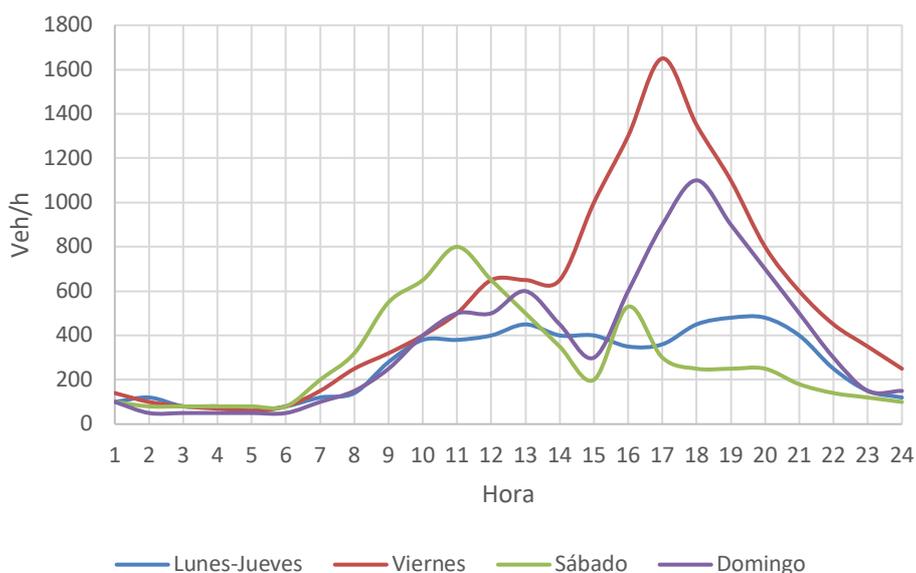
La siguiente tabla muestra cuántos vehículos diarios recorren la A1 sumando el tráfico de ambos sentidos:

Trayecto (ambos sentidos)		Vehículos/día
Madrid	Burgos	<b>1125</b>
Madrid	País Vasco	<b>19204</b>
Madrid	Cantabria	<b>5344</b>
Pais Vasco	Burgos	<b>3240</b>
Cantabria	Burgos	<b>1856</b>
País Vasco	Valladolid/Oeste península	<b>2734</b>

*Tabla 19: Resultado del tráfico de larga distancia en la A1*

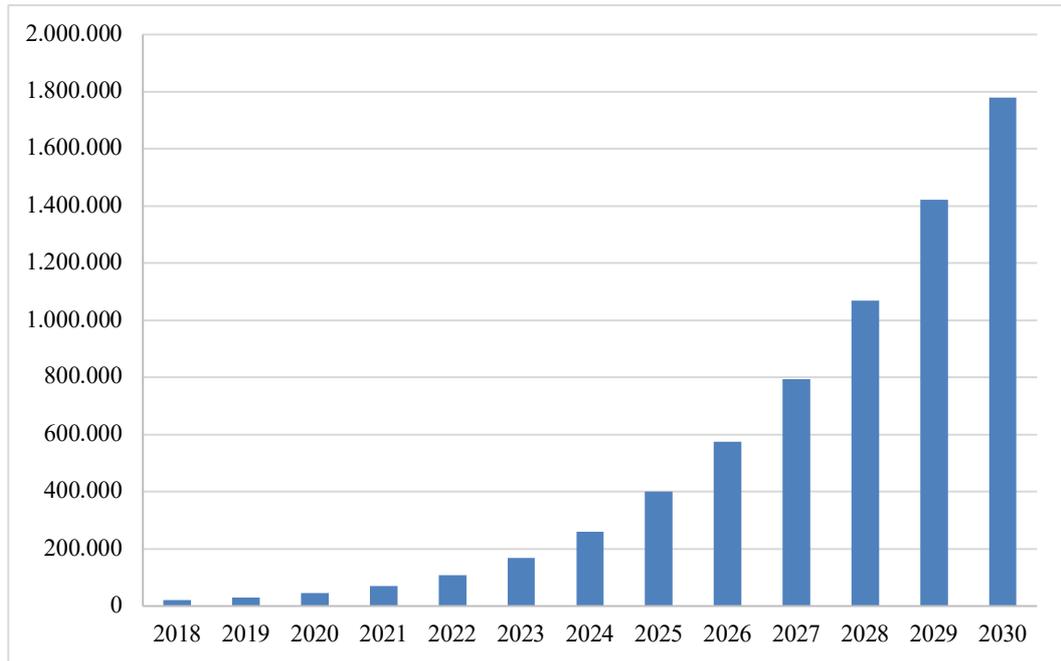
También se ha estudiado la variación del tráfico en función de la hora y del día de la semana. El resultado obtenido ha sido el siguiente:

Comparación de la distribución de tráfico semanal:



*Ilustración 43: Comparación de la distribución diaria de tráfico durante una semana. (Fuente: DGT)*

Por otro lado, partiendo de la previsión del OBE de la Universidad Pontificia Comillas se ha obtenido la estimación de ventas de VE entre 2019-2030. El resultado evidencia que en el año 2030 un total del 6,38% de los turismos serán eléctricos y las ventas alcanzarán los 357.625 vehículos. Además, el parque móvil eléctrico en dicho año aumentará hasta alcanzar los 1.778.763 vehículos.



*Tabla 20: Extrapolación de ventas de turismos eléctricos. Fuente:(Elaboración propia desde las previsiones del Observatorio del Vehículo Eléctrico)*

Por último, se ha estimado el uso del VE como turismo para realizar distancias largas. Se presupone que debido al avance tecnológico y el progresivo aumento de estaciones de recarga rápida los usuarios tenderán a dar el mismo uso a un VE que a uno de combustión.

Uso del vehículo eléctrico para transporte de largas distancias (% parque móvil eléctrico)

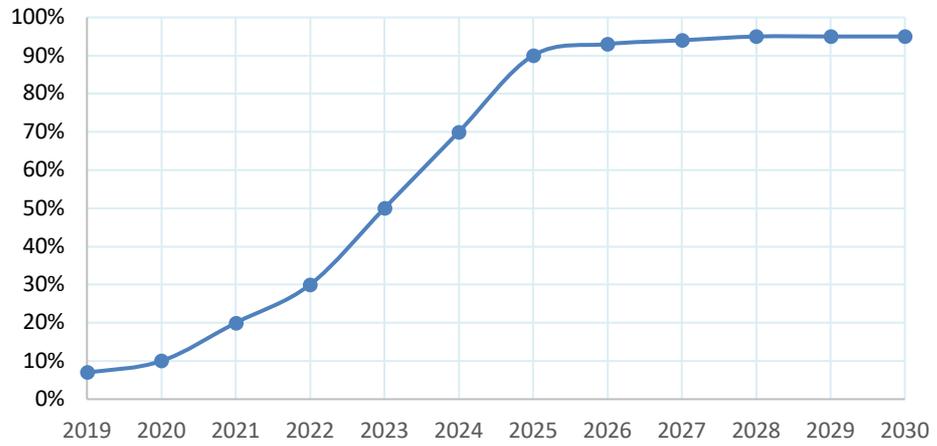


Ilustración 44: Uso del vehículo eléctrico para realizar largas distancias en % del total de VE.

(Fuente: elaboración propia)

## Capítulo 3 RESULTADOS

### 3.1 DEMANDA DE CARGA RÁPIDA EN LA A-1

El resultado del modelado de tráfico y las previsiones realizadas arrojan un claro crecimiento del tráfico de vehículos eléctricos en la A-1 en los próximos años. Este crecimiento vendrá secundado por el fuerte aumento que se prevé en las ventas de VE, ya que crecerán ininterrumpidamente durante el periodo 2019-2030.

El caso medio estudiado muestra el siguiente escenario: en 2019 circularán por la A-1 una media de 2 vehículos diarios con picos de 3 vehículos los viernes y domingos. Esta cifra aumentará hasta los 76 y 99 vehículos respectivamente en 2023. El crecimiento que se podría experimentar hasta 2030 llevaría esta cifra a alcanzar los 1808 vehículos diarios entre lunes y jueves y los 2322 vehículos los viernes.

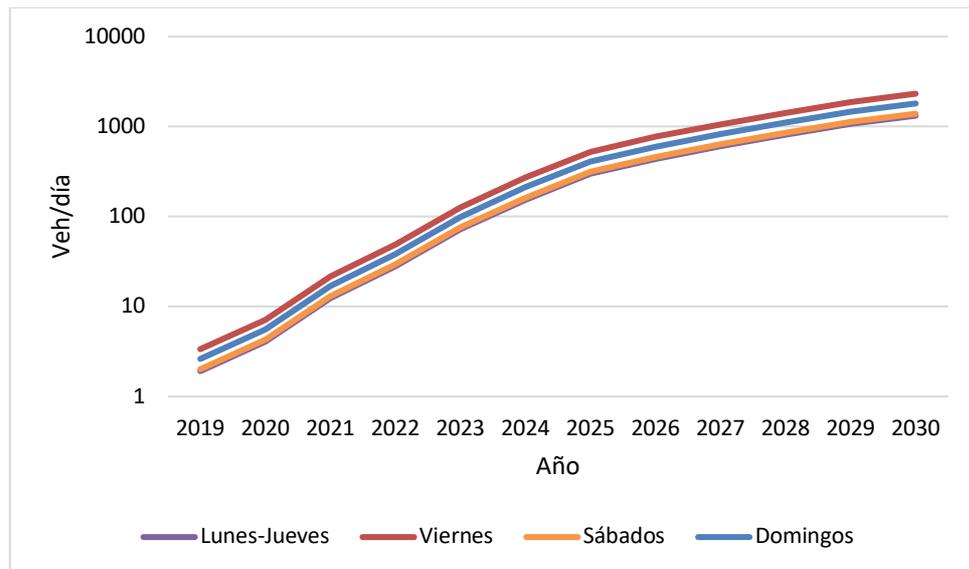


Ilustración 45: Tráfico de VE en viajes de más de 200km en la A-1. (Fuente: Elaboración propia)

Los escenarios pesimista y optimista varían considerablemente con respecto al medio. En el pesimista, el tráfico tenderá a ser un 65% inferior al caso medio en 2030, lo que supone un descenso significativo. En el caso optimista, el ascenso será del 282% en comparación con el caso medio.

<b>Día</b>	<b>Año</b>	<b>Pesimista</b>	<b>Neutro</b>	<b>Optimista</b>
<b>LUNES- JUEVES</b>	2019	2	2	2
	2020	4	4	5
	2021	12	12	20
	2022	25	28	55
	2023	58	72	162
	2024	108	155	379
	2025	179	300	767
	2026	231	439	1184
	2027	284	605	1712
	2028	343	813	2344
	2029	399	1068	3022
	2030	458	1322	3722

*Ilustración 46: Tráfico vehículos eléctricos en larga distancia. Lunes-jueves. (Fuente: elaboración propia)*

<b>Día</b>	<b>Año</b>	<b>Pesimista</b>	<b>Neutro</b>	<b>Optimista</b>
<b>VIERNES</b>	2019	3	3	4
	2020	7	7	9
	2021	21	22	35
	2022	44	49	97
	2023	102	127	285
	2024	190	271	665
	2025	315	527	1347
	2026	405	772	2079
	2027	500	1063	3006
	2028	602	1428	4117
	2029	700	1876	5308
	2030	805	2322	6537

*Ilustración 47: Tráfico vehículos eléctricos en larga distancia Viernes. (Fuente: elaboración propia)*

<b>Día</b>	<b>Año</b>	<b>Pesimista</b>	<b>Neutro</b>	<b>Optimista</b>
<b>SÁBADO</b>	2019	2	2	2
	2020	4	4	6
	2021	12	13	21
	2022	27	29	58
	2023	61	76	170
	2024	114	162	398
	2025	188	315	806
	2026	243	462	1244
	2027	299	636	1798
	2028	360	854	2463
	2029	419	1122	3176
	2030	482	1389	3911

*Ilustración 48: Tráfico vehículos eléctricos en larga distancia. Sábados. (Fuente: elaboración propia)*

<b>Día</b>	<b>Año</b>	<b>Pesimista</b>	<b>Neutro</b>	<b>Optimista</b>
<b>DOMINGO</b>	2019	3	3	3
	2020	6	6	7
	2021	16	17	27
	2022	35	38	75
	2023	80	99	222
	2024	148	211	518
	2025	245	410	1048
	2026	316	601	1619
	2027	389	827	2340
	2028	468	1112	3205
	2029	545	1461	4132
2030	627	1808	5089	

*Ilustración 49: Tráfico vehículos eléctricos de larga distancia. Domingos. (Fuente: elaboración propia)*

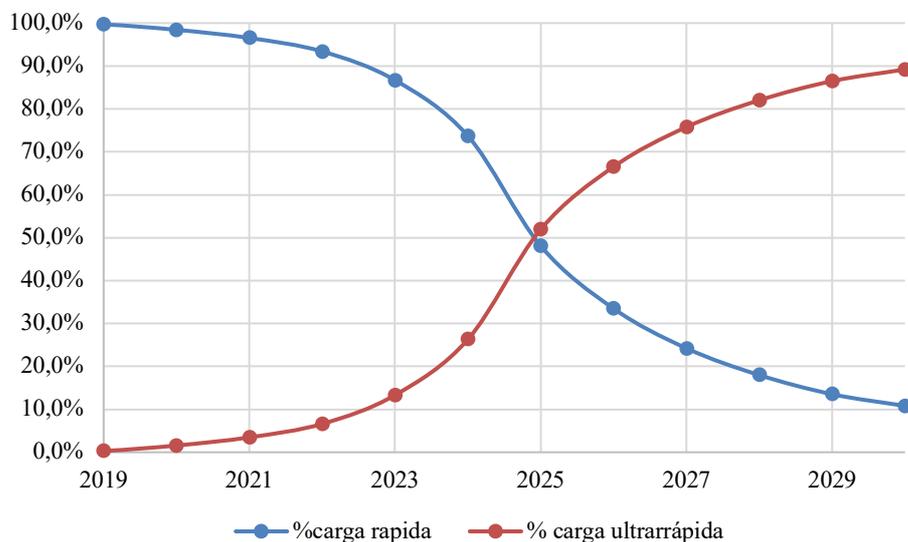
### **3.2 VOLUMEN DE MERCADO**

El crecimiento del parque móvil eléctrico conllevará un crecimiento del tamaño del mercado de recarga. Para calcularlo se ha tomado como precio fijo de venta de energía 0,40 €/kWh para la carga rápida y 0,60 €/kWh para la carga ultrarrápida.

Actualmente las estaciones de carga rápida más comunes en España son de 50 kW. Sin embargo, comienzan a ser frecuentes las instalaciones de carga a 80 kW o la carga ultrarrápida. Este es el caso de la red Ionity, apoyada por la Unión Europea y distintos fabricantes para implantar una amplia red de carga en Europa.

El operador español IBIL también está instalando cargadores de este tipo que alcanzan los 350 kW.

Se ha realizado una estimación de la cuota de mercado que tendrá la carga rápida y la ultrarrápida en España hasta 2030. Para dichas estimaciones se ha partido de la suposición de que el 100% de los vehículos eléctricos que se vendan a partir de 2025 tendrán la opción de carga ultrarrápida.



*Ilustración 50: Estimación del tipo de carga rápida usado en España. 2019-2030. (Fuente: Elaboración propia)*

Como se puede observar, la carga ultrarrápida crecerá a un ritmo interanual medio del 12% desde 2023 hasta 2029 ya que pasará de suponer el 13% de las cargas hasta el 87%.

Los vehículos actuales y los de nueva generación (los que se comercializarán desde 2019 hasta 2023) tienen una batería media de 60 kWh. Pero esta cantidad no será la que los usuarios recarguen ya que la carga rápida actúa hasta el 80% de la

capacidad de la batería. El resto se hace a una velocidad más lenta. Por tanto, se asume que la recarga media será del 80%, lo que equivaldrá a 48 kWh por vehículo.

De esta forma, conociendo el número de vehículos que demandan carga (calculado en el apartado anterior) y multiplicado por 48 kWh se obtiene la cantidad de energía que se demandará en un año. En el escenario neutro se requerirán un total de 34.144 kWh en 2019 y esta cifra aumentará exponencialmente hasta los 23.639.587 kWh de 2030.

Número de recargas anuales:

<b>Año</b>	<b>Pesimista</b>	<b>Neutro</b>	<b>Optimista</b>
<b>2019</b>	814	813	886
<b>2020</b>	1.715	1.736	2.271
<b>2021</b>	5.028	5.258	8.518
<b>2022</b>	10.764	11.909	23.462
<b>2023</b>	24.727	30.765	68.875
<b>2024</b>	46.076	65.683	160.916
<b>2025</b>	76.135	127.627	325.914
<b>2026</b>	98.111	186.729	503.274
<b>2027</b>	120.905	257.224	727.565
<b>2028</b>	145.613	345.679	996.521
<b>2029</b>	169.536	454.080	1.284.661
<b>2030</b>	194.805	562.042	1.582.149

*Ilustración 51: Estimación de número de recargas anuales (Fuente: Elaboración propia)*

Energía recargada anualmente (kWh):

<b>Año</b>	<b>Pesimista</b>	<b>Neutro</b>	<b>Optimista</b>
<b>2019</b>	34.176	34.152	37.220
<b>2020</b>	72.026	72.910	95.367
<b>2021</b>	211.187	220.855	357.740
<b>2022</b>	452.093	500.177	985.404
<b>2023</b>	1.038.523	1.292.138	2.892.752
<b>2024</b>	1.935.207	2.758.668	6.758.488
<b>2025</b>	3.197.665	5.360.314	13.688.386
<b>2026</b>	4.120.683	7.842.610	21.137.502
<b>2027</b>	5.078.006	10.803.416	30.557.732
<b>2028</b>	6.115.762	14.518.517	41.853.898
<b>2029</b>	7.120.496	19.071.346	53.955.772
<b>2030</b>	8.181.804	23.605.744	66.450.276

*Ilustración 52: Estimación de demanda energética anual (kWh). (Fuente: elaboración propia)*

A partir de dichos datos se ha calculado el tamaño del mercado de recarga rápida en la A-1. Este tendrá valores muy bajos en 2019 pero aumentará exponencialmente a lo largo del tiempo. En 2019 el volumen de mercado será de 13.658 € y aumentará hasta más de 14.630.819 € en 2030.

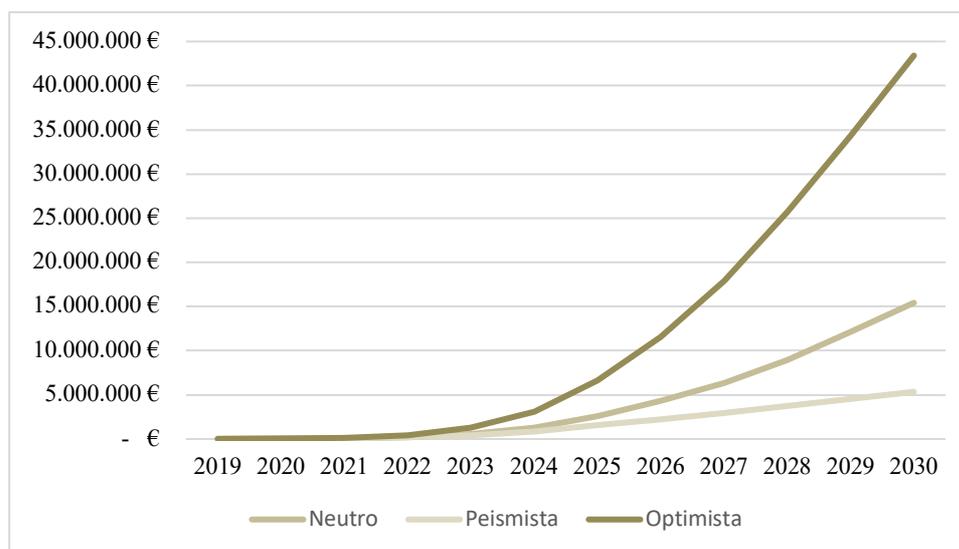


Ilustración 53: Volumen de mercado de recarga rápida en la A1. (Fuente: Elaboración propia)

Las estimaciones anteriores corresponden únicamente a la demanda de energía, no así al resto de ingresos asociados a los servicios que se consumirán durante la recarga. Generalmente las cargas se podrán aprovechar para consumir en establecimientos de hostelería o adquirir aquello que esté a la venta en las estaciones de servicio. Si los operadores de recarga logran sacar partido a estos ingresos su rentabilidad aumentará de forma significativa y el volumen de mercado relacionado con la carga rápida sería mayor.

### 3.3 LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE RECARGA

Los resultados muestran que un 77,34% de los usuarios llegará al 10% de batería en la zona comprendida entre los kilómetros 100-300 y estará distribuida de forma que tenderá a concentrarse relativamente en los kilómetros 100-160 y 250-310. El resto de la demanda se encuentra principalmente entre los kilómetros 160-250 aunque en torno al 20% se hallará en los kilómetros 0-100 y 310-400.

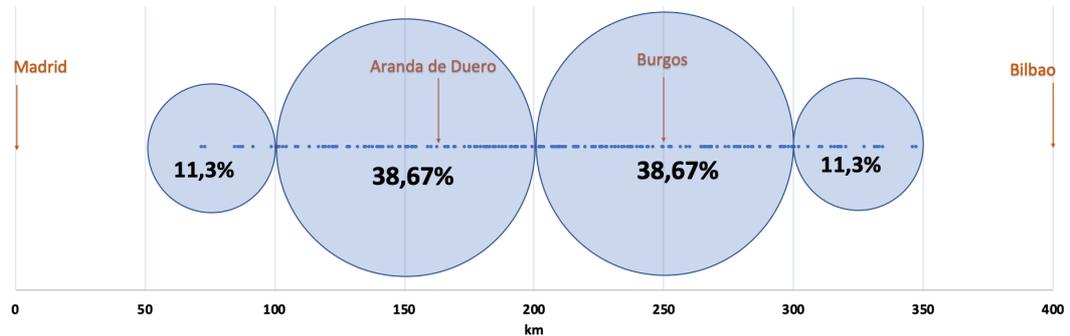


Ilustración 54: Localización de la demanda de carga en la A1. (Fuente: Elaboración propia)

De cara a situar los cargadores, es preferible que estos se localicen en uno de los tres grandes nudos que contiene la autovía. Estos lugares son idóneos porque al ser centros de paso y núcleos urbanos contienen en sus alrededores una gran cantidad de áreas de servicio muy conocidas por los usuarios.

Si se desean colocar dos estaciones de recarga, lo óptimo para cubrir la demanda sería colocarlas en Burgos y Aranda de Duero. Cada una de ellas puede cubrir aproximadamente el 38,67% de la demanda por lo que en total se cubriría el 77,34% con únicamente dos estaciones. Si se colocan tres estaciones, la tercera se colocaría en Miranda de Ebro, y se lograría cubrir el 88,64% de la demanda, pero la eficiencia de cada estación disminuiría.

Cabe destacar que Aranda de Duero y Burgos se encuentran situados en puntos al alcance de la autonomía de la mayoría del parque eléctrico móvil en España. Por ejemplo, de Madrid a Aranda de Duero hay un viaje de 161 km, algo perfectamente realizable por un vehículo eléctrico de gama media. Algunos vehículos de gama alta o nueva generación podrían llegar también directamente a Burgos, recorriendo 245 km.

---

<b>Desde</b>	<b>A</b>	<b>Distancia (km)</b>
Madrid	Aranda de Duero	<b>161</b>
Aranda de Duero	Burgos	<b>84</b>
Burgos	Bilbao	<b>152</b>
Burgos	San Sebastián	<b>211</b>
Burgos	Santander	<b>181</b>

*Ilustración 55: Distancias a los puntos de recarga en la A1 (Fuente: Elaboración propia)*

La instalación de una sola estación de recarga en el centro de la autovía no sería la disposición más eficiente ya que pocos vehículos contarían con autonomía suficiente como para alcanzar dicha estación. Muchos VE no comienzan la ruta con la batería a plena carga y comienzan el trayecto con una autonomía considerablemente inferior a la máxima. Por tanto, en aras a poder cubrir una parte importante de la demanda es necesario instalar un mínimo de dos estaciones a lo largo de la autovía.



*Ilustración 56: Ubicación estratégica de los cargadores*

A su vez, se han realizado los cálculos para hallar el ratio de uso que tendrá cada estación a lo largo de su vida útil. Para calcularlo se ha tenido en cuenta la autonomía media actual de los vehículos eléctricos en España. Los resultados muestran que la estación de Aranda de Duero será usada por el 67% de los usuarios y la de Burgos por el 49%. Esta situación es fruto de su reparto geográfico y de las necesidades de los vehículos. La suma de ambos usos es mayor del 100%, lo que implica que debido a la corta autonomía de los vehículos un 16% requerirá dos cargas por trayecto.

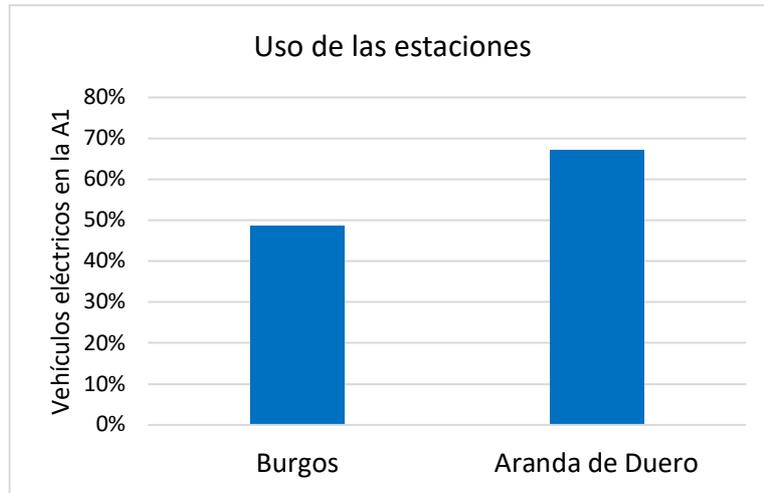


Ilustración 57: Uso de las estaciones de recarga. (Fuente: Elaboración propia)

### 3.4 MODELO DE CONDUCTOR

La encuesta realizada para conocer los hábitos de los usuarios muestra que estos no ven razonable una espera de más de 20 minutos por cargar el coche. En concreto, un 65,3% de los encuestados considera que este tiempo debería ser inferior a 10 minutos.

¿Cuánto tiempo le parece razonable esperar para cargar 200 km de autonomía en una estación de recarga rápida?

98 respuestas

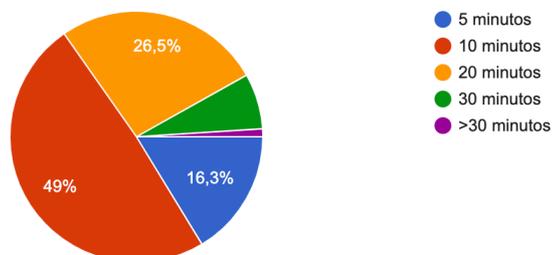


Ilustración 58: Pregunta 1

Al mismo tiempo, un 78% de los usuarios no está dispuesto a pagar más de 0,45 €/kWh por la recarga del coche. En el caso de que la carga fuera ultrarrápida este porcentaje disminuye al 72%. Extrapolando al precio total de recarga, los usuarios no estarían dispuestos a pagar más de 15€ por una recarga rápida. Sin embargo, con la carga ultrarrápida un 28% usuarios sí que estaría dispuesto a pagar más.

Actualmente existe la carga rápida (50 kw, 30-35 minutos). Con dicha tecnología la batería se pueden cargar 200km de autonomía a un precio medio de 15€. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este tipo de carga?

91 respuestas

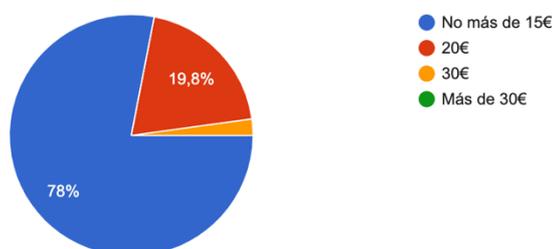


Ilustración 59: Pregunta 2

También existe la carga ultrarrápida (100+ kw). Teniendo en cuenta que es capaz de cargar un coche en 10-15 minutos, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar por ella?

90 respuestas

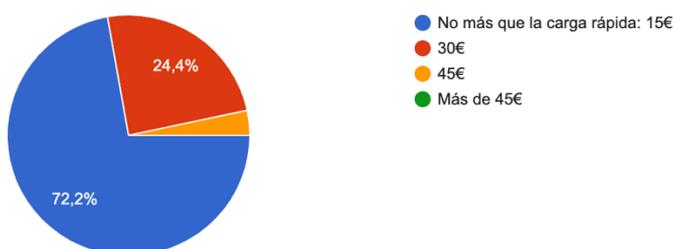


Ilustración 60: Pregunta 3

Por último, Un 62,4% de los usuarios escogerá la electrolinera que mejores servicios extra proporcione en sus alrededores. Por tanto, el posicionamiento de los cargadores en puntos de la carretera con restaurante o cafeterías bien

---

valorados por los clientes será un factor importante a la hora de escoger dónde realizar la instalación.

¿Cree que habitualmente elegiría la "electrolinera" en función de los restaurantes o cafeterías que haya a su alrededor?

91 respuestas

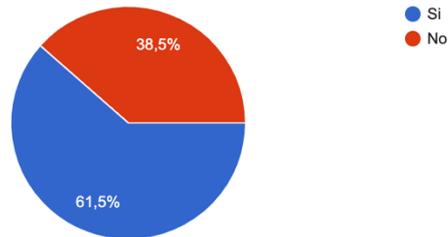


Ilustración 61: Pregunta 4

### 3.5 RESUMEN

---

Tras realizar los calculados señalados en el apartado 1.4 Metodología, se ha obtenido el número de VE que recorrerán más de 200 km en la A1 durante los próximos años:

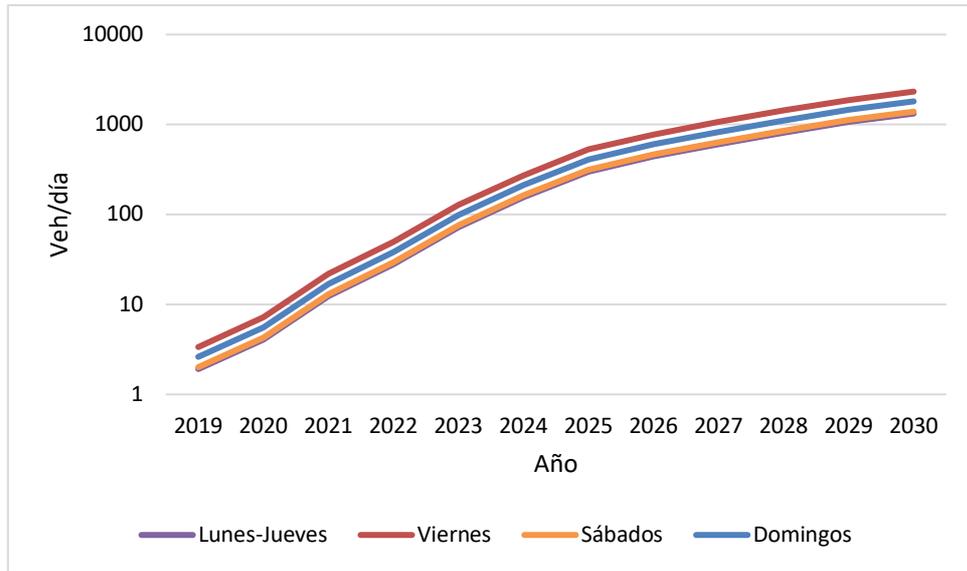


Ilustración 62: Tráfico de VE por tipo de día. (Fuente: Elaboración propia)

A partir de dicho resultado y de los diferentes escenarios de crecimiento en ventas de vehículos eléctricos, se calculado el volumen de mercado que tendrá la carga rápida en la A-1:

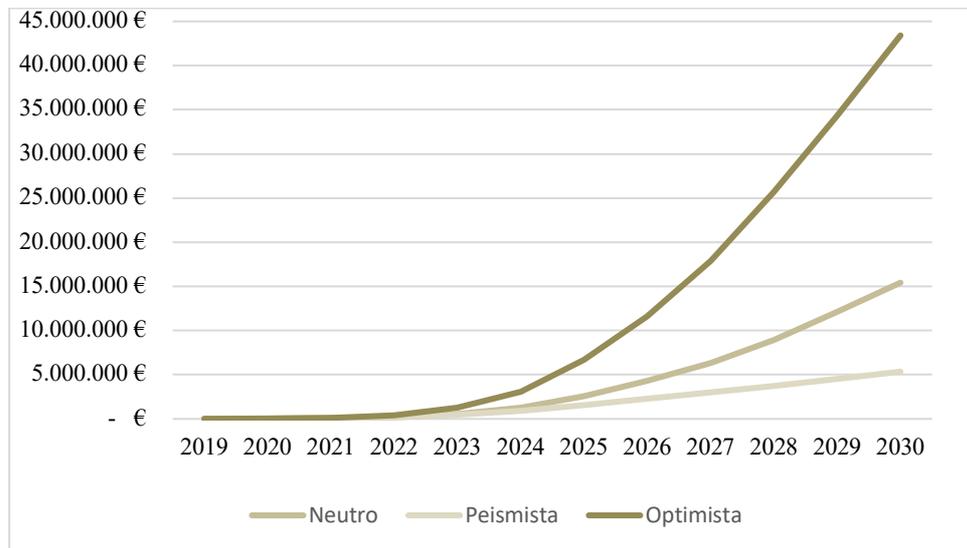


Ilustración 63: Volumen de mercado de recarga rápida en la A1. (Fuente: Elaboración propia)

Los lugares óptimos para realizar recargas se han obtenido tras analizar el flujo de tráfico. La mayoría de recargas se concentraran en torno a Burgos y Aranda

de Duero, por lo que estos dos lugares deberán albergar las estaciones de recarga de un operador en la A-1.

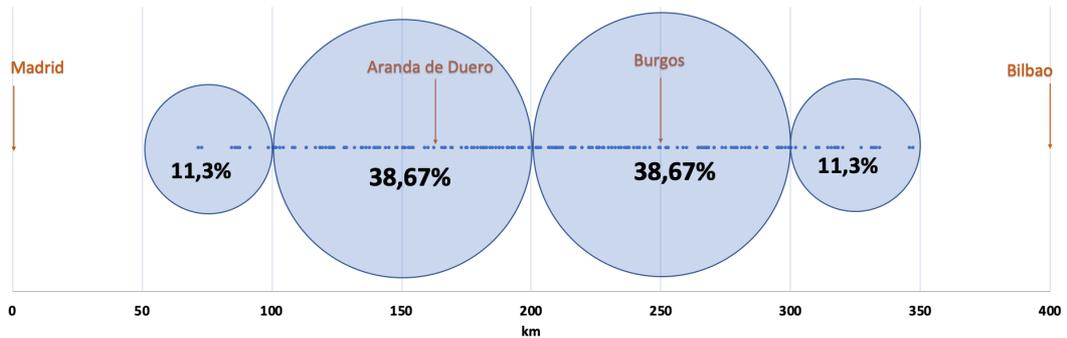


Ilustración 64: Localización de la demanda de carga en la A1. (Fuente: Elaboración propia)

En dicho caso, el uso que tendrían las estaciones en % sobre los VE que transitan la A-1 sería el siguiente:

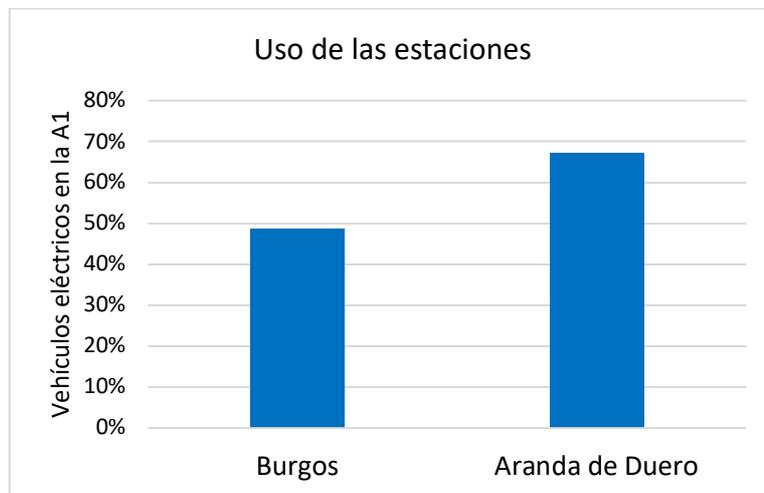


Ilustración 66: Uso de las estaciones de recarga. (Fuente: Elaboración propia)

---

## Capítulo 4 ESTUDIO ECONÓMICO

### 4.1 LOCALIZACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

---

Se va a estudiar el caso de un operador que solamente estará situado en la autovía A-1. Dicho operador contará con dos estaciones de recarga situados en los lugares que se han hallado como óptimos, en Burgos y Aranda de Duero.

#### 4.1.1 POTENCIA DE CARGA

---

La potencia del cargador será de 160 kW para entrar en la categoría de carga ultrarrápida. Con esta potencia es posible cargar 50 kWh, lo que equivaldría a 250 km, en menos de 20 minutos. A partir de 2023 es posible que la práctica totalidad de los vehículos eléctricos que se vendan estén equipados con carga ultrarrápida, y dado que la vida útil de un cargador es de 15 años es preciso que estén equipados con alta potencia.

#### 4.1.2 CUOTA DE MERCADO

---

Al mismo tiempo, se va a suponer que el operador acaparará un 30% de la cuota de mercado. Si bien es cierto que es una cuota alta, no es tan extraordinaria si se tiene en cuenta el bajo número de operadores que tienen presencia en España. A mediados de 2019, la A1 solamente está operada por IBIL, Iberdrola, Tesla y Easy Charger. Entre ellos se ha de descartar Tesla como competidor ya que su red de cargadores es exclusiva para los vehículos de su marca. Por otro lado, Ibil solamente tiene cargadores instalados en las afueras de Madrid, Bilbao y Vitoria,

por lo que no supone un competidor a lo largo de la autovía. Entre los restantes, Iberdrola y Easy Charger, cabe decir que ambos cuentan de momento con una red de 50kW, algo que se prevé que quede obsoleto en pocos años por los altos tiempos de recarga que va a suponer para los vehículos de nueva generación.

#### **4.2 INVERSIÓN INICIAL Y SUBVENCIÓN.**

El mayor coste a la hora de acometer esta inversión son los cargadores ya que suponen un total de 120,000€. El resto de los gastos relativos al diseño de la instalación, servicios de ingeniería, extensión de la toma de corriente, el transformador y las diversas tasas a pagar ascendería a 62,000 €.

<b>Concepto</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
<b>Infraestructura eléctrica</b>			
Cargador 160 kw	2	60.000 €	120.000 €
Ingeniería instalación	2	3.500 €	7.000 €
Obra	2	22.000 €	44.000 €
Extensión de red	2	1.750 €	3.500 €
Tasas Municipales	2	1.000 €	2.000 €
Tasas Ministerio de Industria	2	1.000 €	2.000 €
Otros	2	2.000 €	4.000 €
			182.500 €
<b>Otros</b>			
Desarrollo aplicación móvil	1	30.000 €	30.000 €
			<b>212.500 €</b>
<b>Subvención infraestructura eléctrica (30%)</b>			<b>54.750 €</b>
<b>Inversión final</b>			<b>157.750 €</b>

*Ilustración 67: Inversión inicial. Fuentes: Iberdrola y Efimob*

Cabe destacar que este proyecto cuenta con subvenciones del Estado gracias al nuevo plan Moves 2019 dotado con cuarenta y cuatro millones de euros y que pretende sufragar la adquisición de vehículos eléctricos y puntos de recarga. Dicho

presupuesto lo aporta íntegramente el Gobierno Central pero su aplicación corresponde a las Comunidades Autónomas. Cada comunidad lo redistribuye en función a sus propias políticas, por lo que cada región cuenta con un porcentaje de inversión subvencionada y unas cuantías máximas distintas. La inversión que se ha estudiado en este Proyecto se limita únicamente a Castilla y León, por lo que solo se estudiarán las regulaciones de dicha Comunidad Autónoma.

Según el Real Decreto 72/2019 del 15 de Febrero, por el que se regula dicho programa de incentivos, en su Anexo III, Actuación 2, *“(...) se establece un límite de ayudas de 100.000 € por destinatario último y convocatoria. Para infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, la ayuda será el 30 % del coste subvencionable para empresas privadas”* (Junta de Castilla y León, 2019). A su vez, en el Anexo I, Actuación 2, Punto primero, se indica que la subvención incluirá tanto los puntos de recarga como todos los costes referentes a la instalación. (Junta de Castilla y León, 2019)

Por tanto, dado que el 30% de la inversión no llega a 100.000€, la subvención recibida ascenderá al 30% de 182.500€, es decir, 54.750€. Para cubrir el resto de la cuantía es posible acceder a la línea de crédito del ICO *“ICO Empresas y Emprendedores 2019”*, con el que se adquiriría un crédito a 8 años, con un año de carencia y una T.A.E. inferior al 4.407% (ICO, 2019). Se tomará para el cálculo un interés del 3,5%.

Al mismo tiempo, según la reforma fiscal aprobada por el Gobierno en 2015, es posible aplicar el tipo de sociedades reducido del 15% aplicable a proyectos de emprendimiento. Este impuesto se aplica el primer año en el que la base imponible resulta positiva (aquel en el que la empresa genere beneficios por primera vez) y el siguiente. A partir de esos dos años se aplica el tipo general del 25%.

Finalmente, para calcular el VAN se toma una  $r=8\%$ .

### 4.3 AMORTIZACIÓN

---

Para escoger el plan de amortización se va a considerar que la pérdida de valor de los activos será alta debido principalmente a la rápida evolución de la tecnología. Se va a aplicar la máxima pérdida de valor permitida por el Real Decreto 1777/2004 del 30 de Julio, por el cual se establece una depreciación lineal del activo y un 12% anual, lo cual equivale a ocho años y cuatro meses.

### 4.4 COSTE DE LA ENERGÍA

---

El primer paso a la hora de calcular el coste de la energía es elegir la tarifa eléctrica. Como se refleja en la siguiente tabla, existen varias tarifas a las que se puede acceder. La 3.0 A es para conexiones a baja tensión y las 3.1 y 6.1 para alta tensión (IDAE, 2019). Se ha de tener en cuenta que para conectarse a alta tensión será necesario instalar un transformador.

Tarifa	Potencia (kw)	Tensión
3.0 A	$15 < P < 450$	Baja
3.1	$P < 450$ kw	Alta
6.1	$P > 450$ kw	Alta

*Ilustración 68: Tarifas eléctricas. Ref: (IDAE, 2019)*

La factura eléctrica se divide en dos partes: el término potencia y el término energía. El primero hace referencia a la potencia contratada y es un valor que determina el Ministerio de Industria. La potencia se contrata por periodos y las empresas buscan optimizar el contrato a sus demandas reales. El término energía es variable y su valor depende directamente de la energía consumida. (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019)

A la hora de escoger la tarifa se ha de tener en cuenta el coste del término potencia, el precio del término energía y los costes que conllevaría la instalación de un transformador en caso de seleccionar una tarifa en alta tensión. El término potencia es más barato en la tarifa 3.0A, seguida de la 3.1 y la 6.1. La relación para el término energía es inversa, ya que la tarifa 6.1 es la más barata y la 3.0 la más cara. Por último, el transformador deberá tener una potencia en torno a 1200 MVA acorde con las actuales perspectivas para el coche eléctrico suponiendo un coste de 17.000,00 €.

Con dichas tarifas, y teniendo en cuenta que se va a desear contratar mucha potencia con consumo eléctrico relativamente bajo, lo más deseable es contratar la tarifa 3.0 A. Esta abarataría los altos costes asociados al término de potencia y ahorraría la instalación de un transformador. Cabe decir que esta situación solamente se podrá sostener hasta que se alcancen los 450 kW de consumo, algo que, considerando la evolución del mercado y la creciente potencia de carga que admiten los vehículos, es posible que se alcance a partir de 2023.

Las tarifas eléctricas se dividen en periodos horarios que cuentan con precios para el término potencia distintos. Los periodos horarios para la tarifa 3.0 A son los siguientes :

Periodo	Invierno	Verano	Término Potencia (€/kW)
P1-Punta	18-22h	11-15h	40,72
P2-Llano	8-18h 22-24h	8-11h 15-24h	24,44
P3-Valle	0-8h	0-8h	16,29

*Ilustración 69: Tarifas tarifa 3.0 A. Fuente: (Iberdrola, 2019)*

En cuanto al coste del término energía se va a tomar la factura eléctrica de 2018 de una empresa industrial cuya tarifa contratada toma la energía a precio de mercado. Los costes del término energía se reflejan en la siguiente tabla:

<b>Término Energía (€/kwh)</b>	P1	0,117
	P2	0,103
	P3	0,083

*Ilustración 70: Costes del término energía Fuente: (Iberdrola, 2019).*

La cantidad de energía recargada se producirá según el reparto horario y diario reflejado en el *Punto 3.3: Modelado semanal del tráfico*. La proporción de energía semanal consumida en cada día y en cada periodo se muestra en la siguiente tabla:

Días	P1	P2	P3
<b>Lunes</b>	4,7%	6,5%	1,5%
<b>Martes</b>	4,3%	5,9%	1,4%
<b>Miercoles</b>	4,5%	6,2%	1,4%
<b>Jueves</b>	4,7%	6,5%	1,5%
<b>Viernes</b>	10,5%	10,8%	1,6%
<b>Sábado</b>	0%	2,1%	10,1%
<b>Domingo</b>	0%	6,5%	9,3%
<b>Total</b>	<b>28,8%</b>	<b>44,5%</b>	<b>26,8%</b>

*Ilustración 71: Reparto energético entre periodos de la tarifa 3.0 A. (Fuente: Elaboración propia)*

De esta forma, ya es posible calcular el coste del término energía teniendo en cuenta un impuesto sobre la electricidad del 5,11% a lo que se ha de añadir un IVA

del 21%. En 2019 el gasto será de 34.474,87 € e irá aumentando hasta los 135.498,41€ en 2023.

Año	T. Potencia		T. Energía	Total sin impuestos	Total
	P. instalada (kW)	Coste			
2019	320	26.064 €	1.043 €	27.107 €	<b>34.475 €</b>
2020	320	26.377 €	2.253 €	28.630 €	<b>36.412 €</b>
2021	320	26.693 €	6.906 €	33.599 €	<b>42.732 €</b>
2022	320	27.014 €	15.828 €	42.841 €	<b>54.487 €</b>
2023	320	27.338 €	41.379 €	68.717 €	<b>87.396 €</b>

*Ilustración 72: Gasto energético. (Fuente: Elaboración propia)*

Esta situación es la calculada para cubrir toda la demanda del operador, sin embargo, no es la óptima desde el punto de vista financiero. Para ello solamente se llevará a cabo la instalación de los dos puntos de recarga de 160 kW hasta 2023, por lo que el gasto energético en dicho año se verá reducido a 87.394,93€.

## **4.5 COSTES FIJOS**

Los costes fijos suman varios conceptos. Los más significativos son los costes asociados al funcionamiento de la aplicación móvil y la publicidad para dar a conocer la aplicación. Los costes se consideran constantes y aumentan con una inflación del 1,2%. En total, ascienden a 12.100€ en 2019.

La principal fuente de publicidad serán los buscadores de internet, de forma que cuando un usuario navegue para buscar una estación de recarga esta esté bien posicionada. El coste asciende a aproximadamente 5000€ al año (Gonzalez, 2017). En cuanto al mantenimiento de la App de pago, estos ascenderán a 5.000€ al año, aproximadamente un 15% del coste de desarrollo (Máñez, 2018).

<b>GASTOS</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
<b>Equipo medida</b>	400 €	405 €	410 €	415 €	420 €
<b>Mantenimiento</b>	1.400 €	1.417 €	1.434 €	1.451 €	1.468 €
<b>Mantenimiento App</b>	5.000 €	5.060 €	5.121 €	5.182 €	5.244 €
<b>Publicidad</b>	5.000 €	5.060 €	5.121 €	5.182 €	5.244 €
<b>Alquiler espacio</b>	300 €	304 €	307 €	311 €	315 €
<b>Fixed Costs</b>	12.100 €	12.245 €	12.392 €	12.541 €	12.691 €

*Ilustración 73: Costes fijos de un operador de recarga rápida*

## **4.6 ANÁLISIS FINANCIERO**

Con las características financieras y de mercado detalladas anteriormente se procede a calcular el plan financiero del operador desde el momento de su instalación, 2019, hasta 2023 tomando un precio de venta de energía de 0,45 €/kWh. Los resultados se muestran a continuación:

### **4.6.1 ESCENARIO NEUTRO**

Este escenario se basa en la predicción neutra de ventas de vehículos eléctricos, según la cual el número de coches eléctricos será de 1,7 M en 2030. En este caso el EBITDA pasaría a ser positivo en 2022 y el beneficio neto en 2023. Sin embargo, el endeudamiento será excesivamente alto como para abordar un proyecto económico sólido. La deuda tocará su pico en 2021 ascendiendo a 243.446€, año en que el EBITDA seguirá en números rojos.

<b>Neutro</b>	<b>2.019</b>	<b>2.020</b>	<b>2.021</b>	<b>2.022</b>	<b>2.023</b>
<b>EBITDA</b>	(41.964,69)	(38.814,30)	(25.309,16)	496,26	74.351,01
<b>Beneficio neto</b>	(57.619,59)	(56.058,68)	(45.369,59)	(23.562,33)	41.056,20
<b>Deuda largo plazo</b>	183.612,99	218.653,77	243.446,75	247.442,09	189.653,70

*Tabla 21: Plan financiero-escenario neutro. Datos en €. (Fuente: Elaboración propia)*

#### 4.6.2 ESCENARIO OPTIMISTA

Para este escenario se ha tomado la previsión optimista de ventas de vehículos eléctricos por la cual se alcanzan cinco millones de turismos electrificados en 2030. Esta situación es claramente más ventajosa que la neutra, si bien la deuda seguiría siendo alta hasta 2022. El beneficio neto alcanzaría 17.177 € en 2022 y ascendería rápidamente a 175.059€ en 2023.

<b>Optimista</b>	<b>2.019</b>	<b>2.020</b>	<b>2.021</b>	<b>2.022</b>	<b>2.023</b>
<b>EBITDA</b>	(41.669,57)	(36.665,07)	(12.273,45)	46.473,47	225.242,73
<b>Beneficio neto</b>	(57.360,81)	(54.166,09)	(33.872,30)	17.177,57	175.059,18
<b>Deuda largo plazo</b>	183.364,49	216.591,25	230.366,57	195.386,13	9.418,08

*Tabla 22: Plan financiero-escenario optimista. Datos en €. (Fuente: Elaboración propia)*

#### 4.6.3 ESCENARIO PESIMISTA

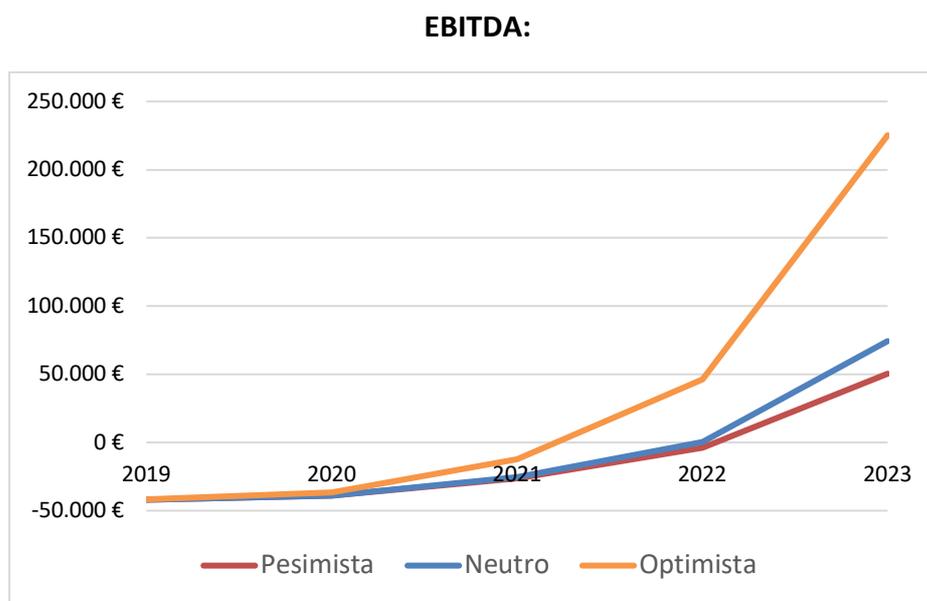
El escenario pesimista se ha basado en la previsión pesimista de ventas de turismos eléctricos. Bajo este escenario las ventas crecerán de forma lineal y en 2030 se alcanzarán 700.000 turismos eléctricos. En este escenario el beneficio neto será positivo en 2023 por primera ascendiendo a 19.939€ y la deuda podría

alcanzar cotas insostenibles en 2022. En dicho año esta alcanzará los 252.141€ mientras con un EBITDA en números rojos.

<b>Pesimista</b>	<b>2.019</b>	<b>2.020</b>	<b>2.021</b>	<b>2.022</b>	<b>2.023</b>
<b>EBITDA</b>	(41.962,34)	(38.898,92)	(26.229,92)	(4.059,96)	50.442,37
<b>Beneficio neto</b>	(57.617,52)	(56.132,82)	(46.179,20)	(27.584,91)	19.939,03
<b>Deuda largo plazo</b>	183.611,01	218.723,03	244.292,73	252.141,44	214.589,82

*Tabla 23: Plan financiero-escenario pesimista. Datos en €. (Fuente: Elaboración propia)*

#### 4.6.4 COMPARACIÓN DE ESCENARIOS



*Ilustración 74: Comparación de EBITDA para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia)*

**Beneficio neto:**

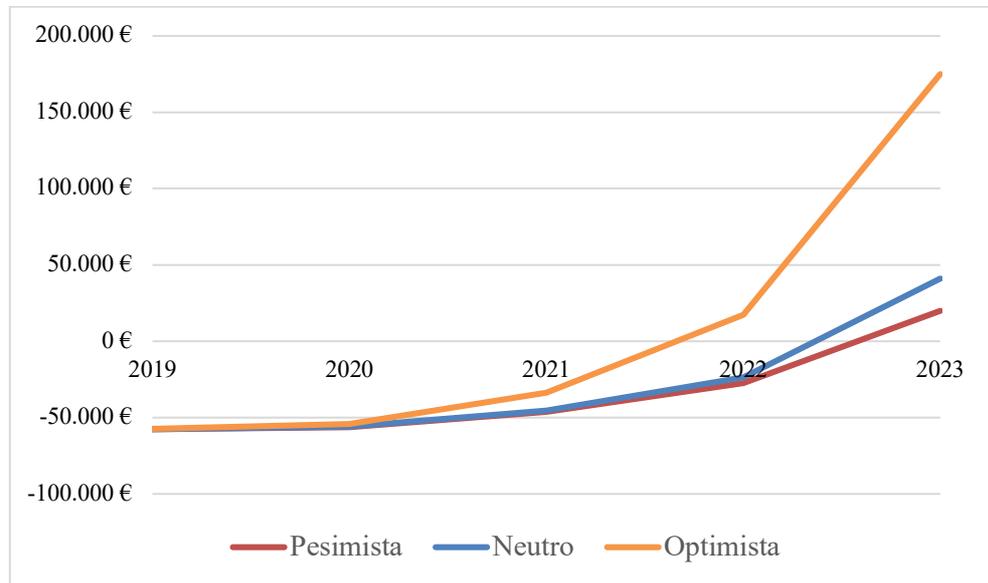


Ilustración 75: Comparación del beneficio neto para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia)

**Deuda a largo plazo:**

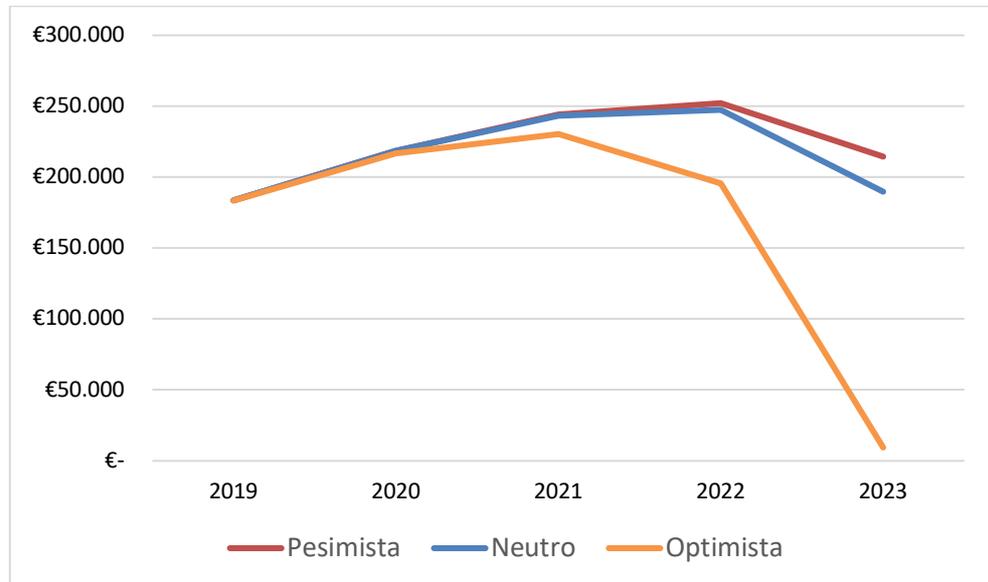
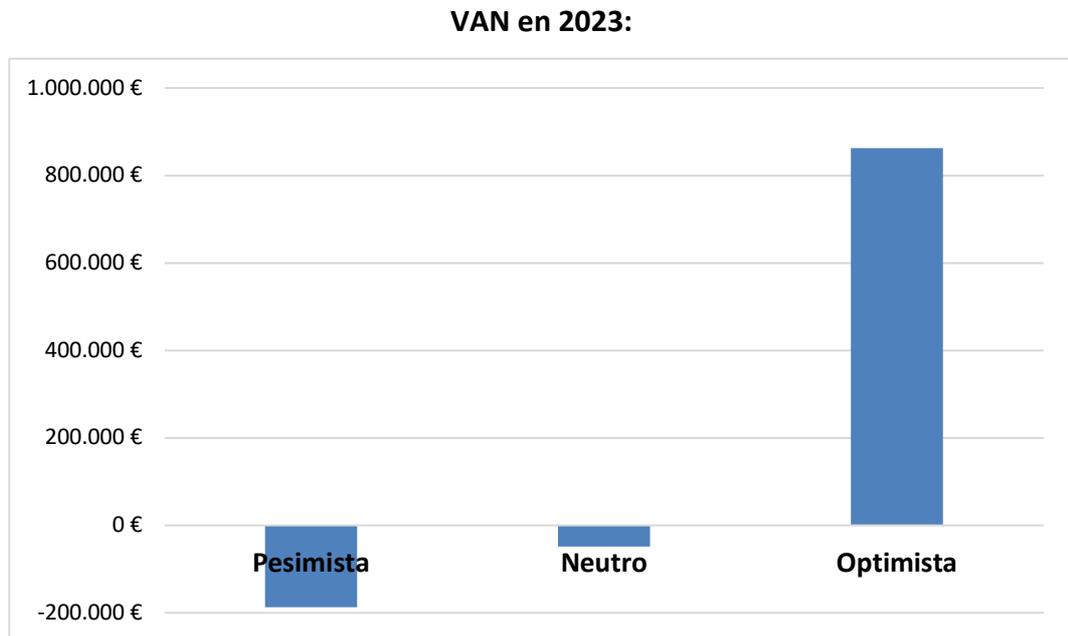


Ilustración 76: Comparación de la deuda a largo plazo para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia)



*Ilustración 77: Comparación del VAN en 2023 para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia)*

#### 4.6.5 CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

Se ha estudiado la relación entre el VAN y el aporte de capital inicial. El resultado del estudio desvela que el VAN guarda una relación proporcional con el capital propio invertido. De esta forma, el valor de la inversión puede aumentar considerablemente si se prescinde de financiación bancaria. Si toda la inversión proviniese de capital propio, el VAN en 2023 alcanzaría los 128.241€, muy superior a los (48.262) € que se obtendrían sin aporte de capital propio.



Ilustración 78: VAN vs Inversión inicial. Fuente: (Elaboración propia)

A su vez, el VAN es directamente proporcional a la cuota de mercado que logre el operador y al precio de venta de la energía. Si bien estos parámetros son sensibles el uno al otro, se ha analizado cómo influirían si se mantuviesen constantes el resto de los factores.



Ilustración 79: VAN año 2023 (€) / Cuota de mercado. Fuente: (Elaboración propia)

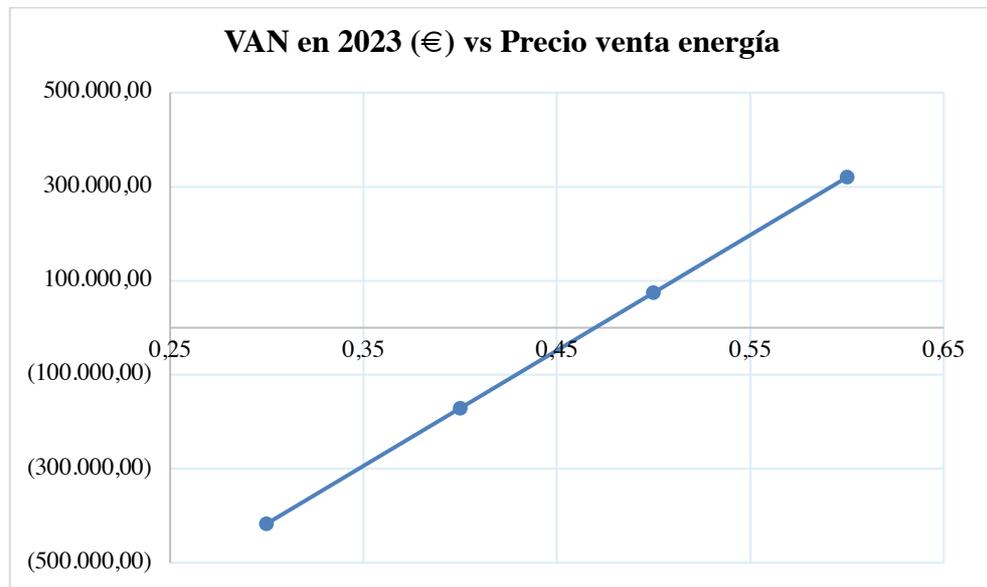
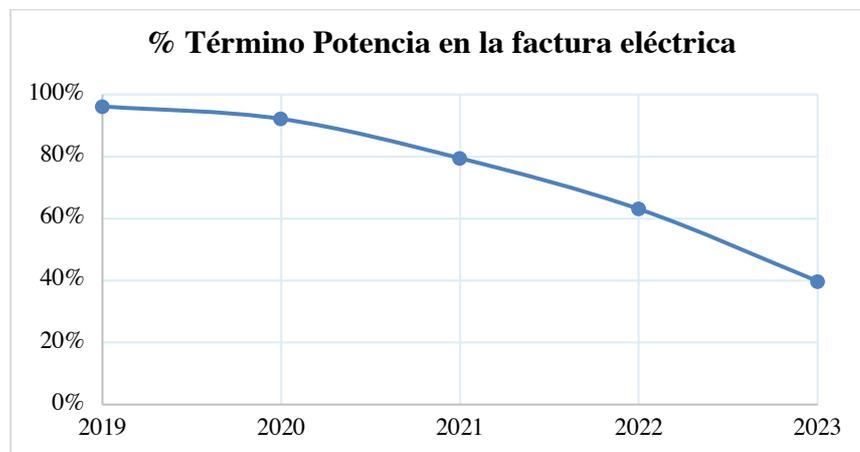


Ilustración 80: VAN año 2023(€) / Precio venta energía (€/kWh. Fuente: (Elaboración propia)

Uno de los factores que más pesa en el plan financiero es el término potencia de la factura eléctrica. Aplicando la tarifa eléctrica 3.0 A el peso es extremadamente alto los primeros años de operación y va disminuyendo en los próximos ejercicios según la cantidad de energía consumida aumenta.



*Ilustración 81: % Término Potencia en la factura eléctrica. Fuente: (Elaboración propia)*

#### 4.7 ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE NEGOCIO

El mercado de recarga rápida va a ser copado por varios modelos de negocio que competirán por adquirir la mayor cuota de mercado posible. A la luz del crecimiento actual del coche eléctrico diversas empresas han comenzado a apostar por establecerse como operadores de recarga. Entre estas empresas se incluyen las compañías eléctricas, las petroleras con comercialización de energía eléctrica, las petroleras sin comercialización de energía eléctrica, los fabricantes de vehículos eléctricos y los operadores independientes.

El mercado a 2019 es incipiente y su volumen es muy pequeño, pero según vaya creciendo y madurando los operadores deberán posicionarse y ofrecer ventajas competitivas, algo para lo que algunos operadores pueden contar con más ventajas competitivas que otros.

Modelo de negocio	Ventajas	Retos
Empresas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acceso más barato a la energía (margen de comercialización)</li><li>• Base amplia de clientes en viviendas o empresas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Situarse en lugares con establecimientos de hostelería</li><li>• Accesibilidad a la estación</li></ul>
Petroleras/Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Accesibilidad a la estación</li><li>• Oportunidad para aumentar ingresos en tiendas y servicios</li><li>• Acceso más barato a la energía (margen de comercialización)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ofrecer servicios de hostelería atractivos</li></ul>

Petroteras no eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesibilidad a la estación</li> <li>• Oportunidad para aumentar ingresos en tiendas y servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer servicios de hostelería atractivos</li> <li>• Lograr precio de venta de energía competitivo</li> </ul>
Fabricantes de automóviles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de clientes leal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atraer a otros modelos de vehículos</li> <li>• Situarse en lugares con establecimientos de hostelería</li> <li>• Accesibilidad rápida a la estación</li> <li>• Lograr precio de venta de energía competitivo</li> </ul>
Operadores independientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las ventajas pueden ser variadas, dependerán del instalador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar buena localización para los cargadores</li> <li>• Lograr precio de venta de energía competitivo</li> <li>• Ofrecer servicios de hostelería atractivos</li> </ul>

*Tabla 24: Modelos de negocio en el mercado de recarga rápida.*

#### **4.7.1 OPERADORES INDEPENDIENTES**

La estrategia de negocio de los operadores independientes consiste en colocar cargadores en lugares estratégicos, esto es, en autopistas de alta concurrencia y en aquellos lugares cercanos a restaurantes o áreas de servicio valoradas por los conductores por su alta calidad o buena relación calidad/precio. Esta última

apreciación es importante ya que, como se ha analizado en el punto 3.5 *Modelo del conductor*, un 63% de los conductores que tengan opción de elegir qué cargador usar escogerían aquel que ofrezca mejores servicios de hostelería.

Cabe mencionar que este tipo de operadores son a priori los que menos ventajas competitivas pueden obtener frente al resto, ya que al ser recién llegados al sector no cuentan con ningún tipo de sinergia o ventaja.

Un gasto que podrían tener que llevar a cabo será el alquiler de un lugar donde posicionar sus cargadores del que se abstendrán, por ejemplo, las petroleras. De todas formas, cabe la posibilidad de que el operador negocie con las áreas de servicio o restaurantes la cesión de este espacio de forma gratuita o incluso con compensación económica, ya que los conductores que estacionen en dichos lugares, habida cuenta del poder adquisitivo que implica la compra de un vehículo eléctrico ocasionarán un gasto en hostelería sustancial que beneficiará a los establecimientos adjuntos.

En el campo de los ingresos, estos se circunscriben únicamente a la venta de energía, por lo que estos operadores no percibirán ingresos extraordinarios por actividades que estén ligadas a la hostelería.

#### **4.7.2 COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS**

---

Las compañías eléctricas cuentan con varias ventajas competitivas en el ámbito de la recarga. En primer lugar, gozan de una amplia base de clientes a los que ya ofrecen servicios de comercialización en sus hogares o empresas e incluso una tarifa doméstica especial para el vehículo eléctrico, por lo que les sitúa en una

posición ventajosa a la hora de ofrecer sinergias y ofertas más atractivas para su bolsillo. Este hecho es posible que en un futuro genere una base de clientes leales a sus cargadores.

En relación con los gastos las eléctricas cuentan con otra ventaja competitiva. Al ser comercializadoras no tendrán que pagar el margen que estas mismas aplican en la venta de energía y que ronda el 5% del precio final. Por tanto, ese pequeño ahorro se puede traducir en mayores beneficios o en ofrecer un precio más asequible al consumidor.

Otra cuestión importante al respecto es que las eléctricas son las mayores beneficiadas con la democratización del vehículo eléctrico. Si bien los cargadores no van a ser rentables en un primer momento, su mera implantación va a aumentar la adopción del coche eléctrico provocando un aumento en el consumo eléctrico de hogares y empresas que redundará en mayores beneficios. Por tanto, cualquier medida que promueva el coche eléctrico será positiva para estos operadores.

Respecto a la estrategia de implantación de las estaciones existen varias opciones a llevar a cabo. Por un lado, se encuentra la estrategia que persigue Iberdrola en la actualidad y que pasa por alcanzar acuerdos con estaciones de servicio para colocar sus cargadores. Otras compañías, como la americana EV-go fundada por la eléctrica NRG invierte en sus propias estaciones situándolas en lugares estratégicos. A este respecto la estrategia de las eléctricas es similar a la de los operadores independientes en el sentido de que situarán los cargadores donde exista mayor demanda por parte de los usuarios, no como las petroleras que se deberán de ceñir únicamente a sus estaciones existentes.

#### **4.7.3 PETROLERAS SIN COMERCIALIZACIÓN**

---

Las petroleras cuentan con una ventaja competitiva clara, que es el posicionamiento en las autopistas y autovías. Los usuarios que deseen cargar en sus áreas encontrarán los cargadores a orillas de la autovía ahorrando tiempo de desplazamiento con respecto al resto de operadores.

Otra ventaja competitiva es que no incurrirán en costes de alquiler de espacio y de acometida eléctrica ya que estará ya realizada. Si estas estaciones desean atraer más clientes y aumentar sus beneficios es posible que necesiten ofrecer una cafetería o restaurante propio. Esto podría aumentar los ingresos significativamente y lograr una ventaja competitiva de calado con respecto a los operadores independientes y las eléctricas.

#### **4.7.4 PETROLERAS CON COMERCIALIZACIÓN**

---

Como se ha explicado en la introducción, muchas petroleras están inmersas en un proceso para diversificar su modelo de negocio y entrar a competir en el mercado de la energía eléctrica. Como comercializadores se ahorrarán el 5% del coste de la energía.

#### **4.7.5 FABRICANTES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS**

---

Los fabricantes de vehículos eléctricos están comenzando a instalar puntos de recarga bajo distintos modelos. Por un lado, Tesla ha optado por instalar cargadores para sus propios vehículos que utilizan una toma Type 2 única en el mercado con el inconveniente de que no la podrán utilizar el resto de los usuarios.

---

---

Otro modelo distinto es el que han llevado a cabo algunos fabricantes europeos (Volkswagen, Daimler, BMW Group y Ford) que han creado la red Ionity. Esta red es abierta a los vehículos de cualquier marca que utilicen la toma CCS.

Cabe destacar que esta clase de modelo de negocio no busca la rentabilidad inmediata, sino el hacer viable su verdadera fuente de ingresos que es la venta de vehículos.

#### **4.7.6 CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD DE CADA OPERADOR**

---

Se ha llevado a cabo un estudio de la rentabilidad que tendrían los distintos operadores en caso de que todos ellos tuvieran la misma cuota de mercado. Para hallar el resultado se han tomado las siguientes hipótesis:

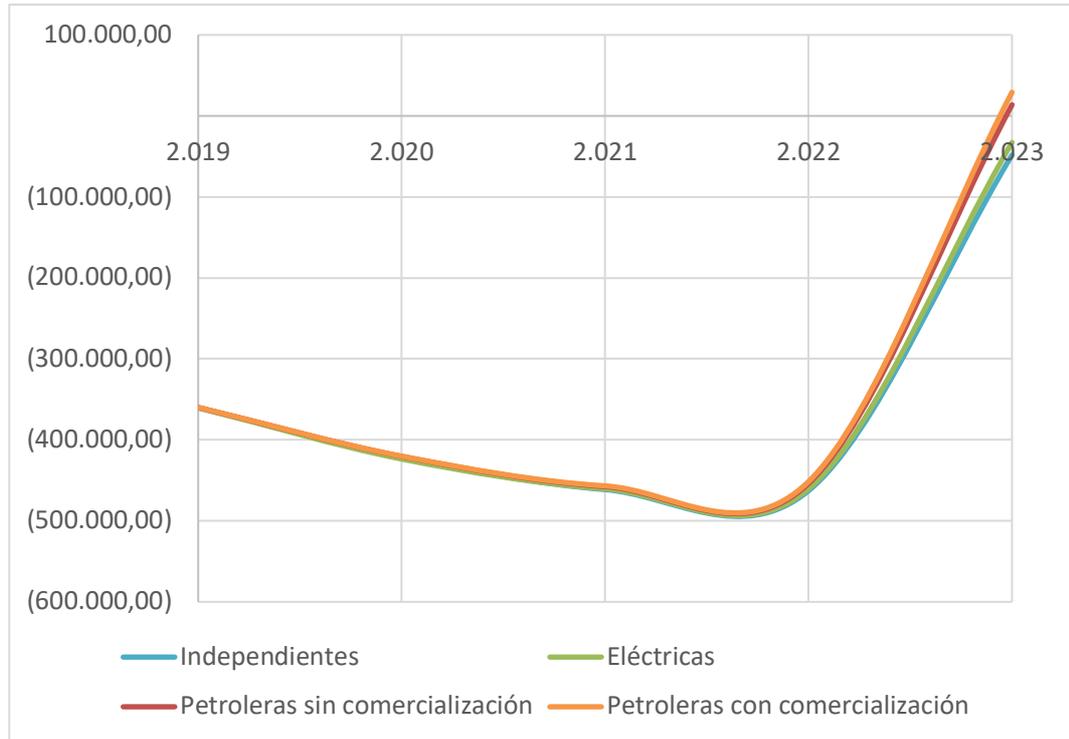
- El coste del alquiler del espacio donde instalar los cargadores en caso de que este sea necesario se asume de 300€/año.
- Un margen de las comercializadoras eléctricas del 5% del coste final de la energía
- Ingresos extra derivados de la hostelería (asumiendo que el establecimiento sea propiedad del operador): 5€/vehículo y un margen del 20% en las consumiciones. Para una cuota de mercado del 30% los ingresos y el margen de beneficio serían los siguientes:

	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Ingresos Hostelería</b>	1.219,44 €	2.603,84 €	7.887,68 €	17.863,31 €	46.146,57 €
<b>EBITDA Hostelería</b>	243,89 €	520,77 €	1.577,54 €	3.572,66 €	9.229,31 €

*Tabla 25: Ingresos por hostelería asociados a los clientes de carga eléctrica de las petroleras.*

*(Fuente: Elaboración propia)*

Para estimar el VAN de cada operador se va a establecer una cuota de mercado del 30% para todos los casos y un precio de venta de energía de 0,45€/kWh.



*Ilustración 82: VAN según el tipo de operador. (Fuente: Elaboración propia)*

Atributo	1 vs 2	1 vs 3	Factor	Capacidad
<b>1-Localización</b>	30%	40%	1	0,207
<b>2-Servicios</b>	70%		2,33	0,482
<b>3-Precio</b>		60%	1,5	0,311
<b>Total</b>			4,83	

*Tabla 26: Capacidad de los operadores. (Fuente: Elaboración propia)*

---

<b>Operadores</b>	<b>Localización</b>	<b>Servicios</b>	<b>Precio</b>	<b>Competitividad</b>
<b>Independientes</b>	0-3	0-3	1,5	0,47-2,58
<b>Eléctricas</b>	0-3	0-3	2	0,62-2,69
<b>Petroleras sin com.</b>	3	0-3	2,5	1,40-2,84
<b>Petroleras con com.</b>	3	0-3	3	1,55-3

*Tabla 27: Competitividad de los operadores. (Fuente: Elaboración propia)*

*Ilustración 83: Potencial de competitividad de los operadores. (Fuente: Elaboración propia)*

La gráfica anterior muestra el rango de competitividad que pueden alcanzar los operadores. Esta variable depende de la gestión y las buenas decisiones en cuanto a la localización, los servicios de hostelería que ofrezca y el precio de venta.

Las petroleras con comercialización eléctrica tienen el mayor potencial competitivo ya que pueden alcanzar rango 3, el máximo de la escala. Le siguen las petroleras sin comercialización, las eléctricas y los operadores independientes. Estos dos últimos tienen un rango mayor debido principalmente a la variabilidad

que supondrá su localización, algo que las petroleras tienen garantizado en las gasolineras.

Como se puede observar, la variación en el rango de los operadores permite que cualquiera de ellos pueda situarse como líder del mercado. Los operadores independientes se encontrarán entre 0,47 y 2,58, mientras que las petroleras con comercialización entre 1,55 y 3. Un factor que puede crear grandes diferencias entre ambos modelos de negocio es la localización de las estaciones de las compañías eléctricas y la proximidad de las estaciones a un área de servicio valorada por los clientes. Aquel operador que consiga satisfacer estas dos demandas será muy competitivo en el mercado.

## **4.8 PROPUESTAS DE INCENTIVOS:**

---

### **4.8.1 INCENTIVOS ACTUALES**

---

El 15 de febrero de 2019 se aprobó mediante el Real Decreto 72/2019 el Plan Moves dirigido a ayudar a empresas y particulares en la adquisición de vehículos e infraestructura de movilidad eficiente y sostenible. Este programa está dotado inicialmente con un presupuesto máximo que asciende a la cantidad de 45.000.000 euros, con cargo al presupuesto del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (Boletín Oficial del Estado, 2019).

Esta dotación será transferida a las CCAA para su aplicación. Entre un 20% y un 50% se dirigirá a la adquisición de vehículos de energías alternativas. De esta

ayuda se destinará un máximo del 10 % a vehículos pesados propulsados por Autogas y Gas natural.

Entre un 30% y un 60% del presupuesto se deberá destinar para la implantación de infraestructura de recarga de vehículos eléctricos. De dicha cuantía, al menos un 50% se destinará a puntos de carga rápida y ultra rápida. Se establece un límite de ayudas de 100.000 € por destinatario último y convocatoria. Para infraestructura de recarga de vehículos eléctricos, la ayuda será el 30% del coste subvencionable para empresas privadas y del 40% para personas físicas (Boletín Oficial del Estado, 2019).

La distribución del presupuesto entre las comunidades autónomas se regula mediante el Real Decreto 132/2019, del 8 de marzo de 2019 por el que se establece un reparto directamente a la población. En concreto, se utilizará el padrón municipal elaborado por el INE para elaborar los porcentajes de distribución. (Boletín Oficial del Estado, 2019).

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**

Estudio económico

<b>Año 2017</b>	<b>Padrón municipal INE 2017</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Importe en € de PGE 2018. Partida 20.18.425A.741</b>
Andalucía.	8.379.820	17,99	8.096.943,04
Aragón.	1.308.750	2,81	1.264.570,62
Asturias, Principado de.	1.034.960	2,22	1.000.022,93
Balears, Illes.	1.115.999	2,40	1.078.326,30
Canarias.	2.108.121	4,53	2.036.957,32
Cantabria.	580.295	1,25	560.706,02
Castilla y León.	2.425.801	5,21	2.343.913,42
Castilla-La Mancha.	2.031.479	4,36	1.962.902,51
Cataluña.	7.555.830	16,22	7.300.768,41
Comunitat Valenciana.	4.941.509	10,61	4.774.698,85
Extremadura.	1.079.920	2,32	1.043.465,22
Galicia.	2.708.339	5,82	2.616.913,80
Madrid, Comunidad de.	6.507.184	13,97	6.287.521,47
Murcia, Región de.	1.470.273	3,16	1.420.641,10
Navarra, Comunidad Foral de.	643.234	1,38	621.520,40
País Vasco.	2.194.158	4,71	2.120.089,97
Rioja, La.	315.381	0,68	304.734,71
Ceuta.	84.959	0,18	82.091,05
Melilla.	86.120	0,18	83.212,85
	46.572.132	100,00	45.000.000

*Tabla 28: Distribución Plan Moves 2019 entre CCAA. Fuente: (Boletín Oficial del Estado, 2019)*

Todas las medidas propuestas llevan asignado un coste económico para la administración pública. Por tanto, para financiar dichas medidas se propone la

creación de un impuesto adicional a los existentes sobre la compra de la gama de vehículos más contaminantes del mercado.

**1. Establecer un máximo en el término de potencia de la factura de los operadores de recarga rápida que sea como máximo el 50% de la factura:**

Esta medida se aplicaría sobre aquellos operadores con sede social en España, cuyas operaciones de recarga se realicen en territorio nacional y cuyo acceso al punto sea público durante toda su vida útil y accesible a todos los vehículos eléctricos cuya toma sea compatible con la del cargador. Al mismo tiempo los operadores que soliciten la ayuda deberán presentar un plan financiero que garantice la rigurosidad de su plan de negocio y un plan estratégico para promover su punto de recarga. Por otro lado, se deberá demostrar con total transparencia que la potencia recargada se usa para vehículos eléctricos y no para otros fines.

La duración de la bonificación será de cinco años y será aplicable únicamente a las instalaciones realizadas entre 2019 y 2020 con el ánimo de acelerar la instalación de la infraestructura.

Este cambio regulatorio tendrá efectos positivos sobre el plan financiero. Se va a comparar el VAN en 2023, el EBITDA, el beneficio neto y la deuda a largo plazo en este caso con el caso neutro estudiado previamente.

VAN en 2023:

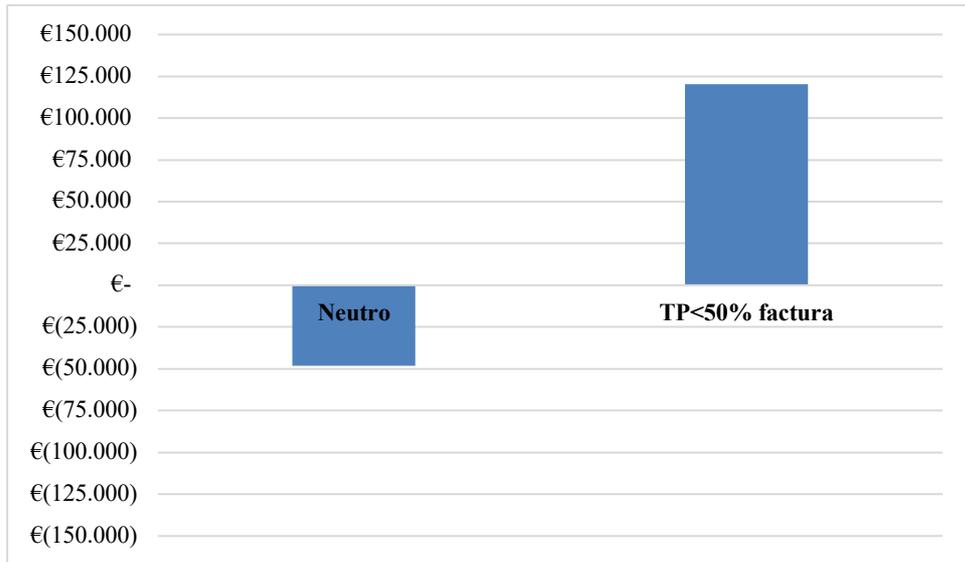


Tabla 29: Resultado del VAN en 2023 bajo la aplicación de la Propuesta 1. (Fuente: Elaboración propia)

EBITDA:

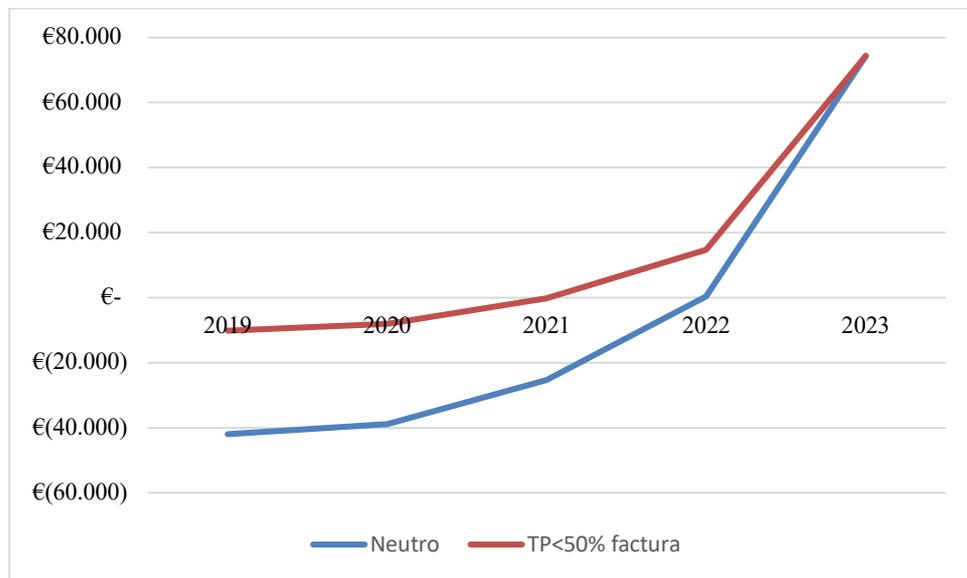


Ilustración 84: Comparación EBITDA. Fuente: (Elaboración propia)

Beneficio neto:

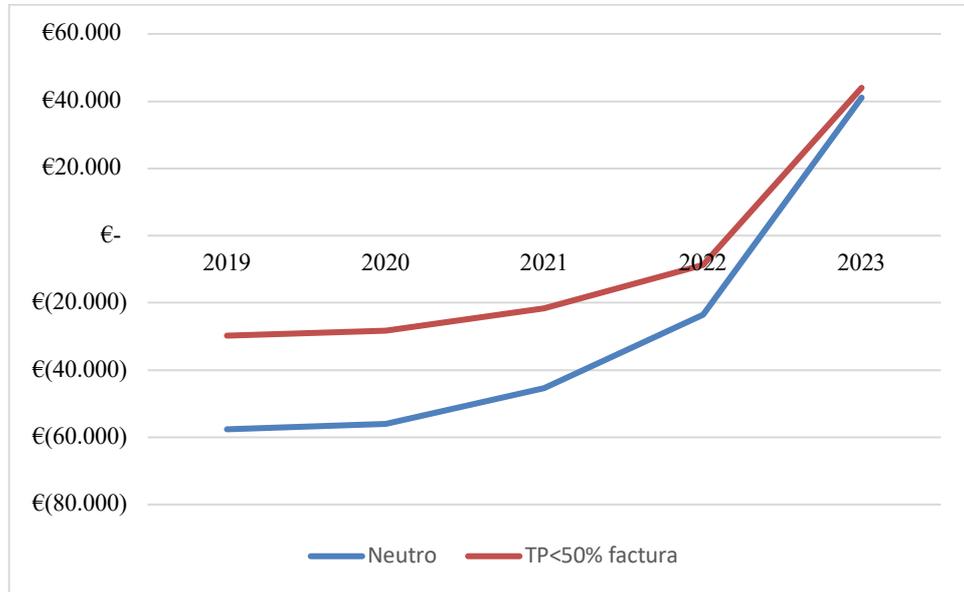


Ilustración 85: Comparación Beneficio neto. Fuente: (Elaboración propia)

Deuda a largo plazo:

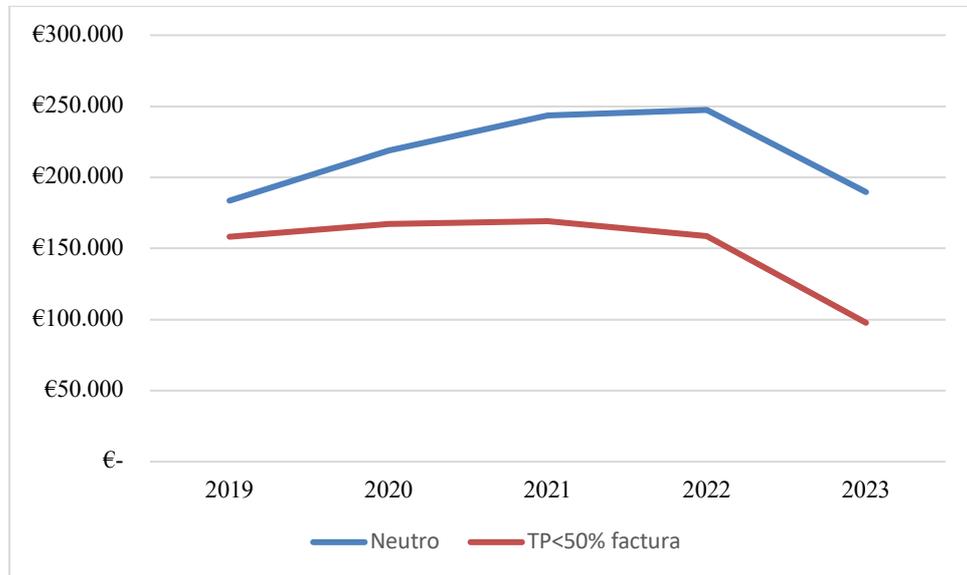


Ilustración 86: Comparación deuda a largo plazo. Fuente: (Elaboración propia)

Esta medida tendría un coste para el sistema eléctrico de 1.919.409 € en el periodo 2019-2023. Al mismo tiempo, la merma de ingresos en impuestos por la Administración Pública sería de 521.809€ en el mismo periodo. Cabe añadir que esta cuantía se correspondería con los operadores de recarga situados en la A1, por lo que la cuantía total sería mayor a nivel nacional.

## 2. Aumentar las subvenciones a la infraestructura eléctrica:

VAN en 2023 vs Subvención de la infraestructura eléctrica:

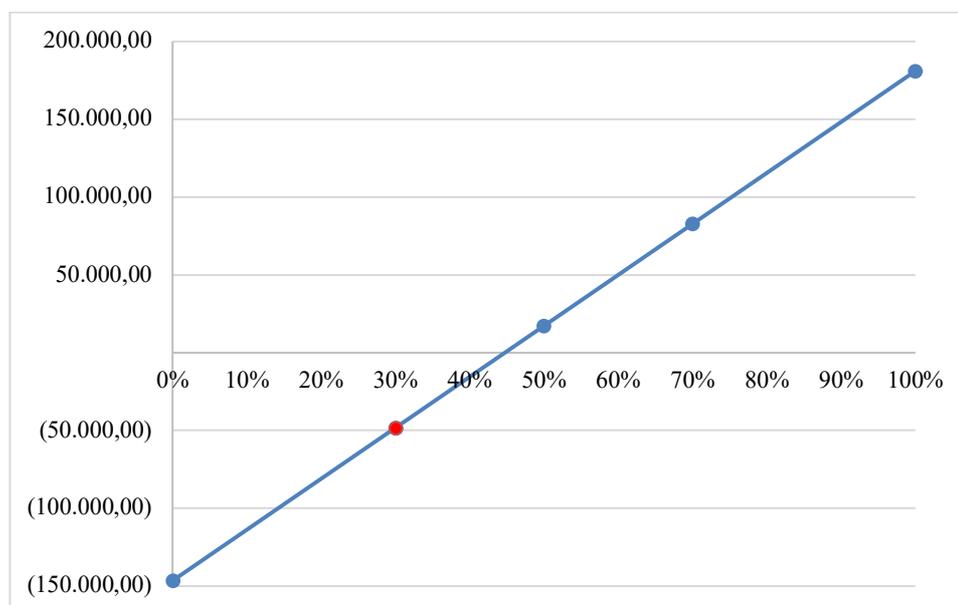


Ilustración 87: VAN vs % subvención. Fuente: (Elaboración propia)

Actualmente la subvención se encuentra en un 30% de la infraestructura, pero si fuese superior las posibilidades de que se instalen más cargadores serían considerablemente mayores. Cuando la subvención supera el 45% el proyecto de negocio toma un VAN positivo en 2023, algo que se debe de considerar ya que es una cifra cercana al 30% de la subvención actual.

Si la subvención se aumentara de un 30% actual a un 50% y no hubiera límite presupuestario, esto es, si todos los operadores que soliciten la subvención la recibieran, el coste para la AAPP sería de 1.512.812 € en el periodo 2020-2023 para aquellas instalaciones que se produzcan en la A1. De nuevo, si esta medida se aplicará a nivel estatal los costes aumentarían.

### 3. Supresión del impuesto de electricidad:

Se logra un VAN en el año 2023 de (12.986,87€), algo considerable ya que aumentaría en 35.275€.

	VAN en 2023
Caso neutro	-48.262 €
Eliminación impuesto electricidad	-12.987 €
Variación	35.275 €

Tabla 30: VAN en 2023 con la eliminación impuesto eléctrico. (Fuente: Elaboración propia)

El coste de la aplicación de esta medida por parte de la AAPP sería una merma de ingresos de 120.144€ en el periodo 2019-2023.

### 4. Aplicación de IVA reducido a la venta de energía:

Un aumento del VAN en el año 2023 hasta 17.680,12 €. Este hecho es muy notable ya que se estaría pasando a crear valor.

	VAN en 2023
Caso neutro	-48.262 €
Eliminación impuesto electricidad	17.701 €
Variación	65.963 €

Tabla 31: VAN en 2023 bajo la reducción del IVA a la compra de energía eléctrica. (Fuente: Elaboración propia)

El coste de la aplicación de esta medida por parte de la AAPP sería una merma de ingresos de 271.844 € en el periodo 2019-2023.

**5. Supresión del impuesto de electricidad + aplicación de IVA reducido:**

El VAN aumenta hasta alcanzar un valor positivo de 106.819,96€. Cabe destacar que en este caso el EBITDA será positivo en el año 2022.

	<b>VAN en 2023</b>
<b>Caso neutro</b>	-48.262 €
<b>Eliminación impuesto electricidad</b>	49.769 €
<b>Variación</b>	<b>98.031 €</b>

*Tabla 32: VAN en 2023 bajo las medidas 4 y 5. (Fuente: Elaboración propia)*

El coste de la aplicación de esta medida por parte de la AAPP sería una merma de ingresos de 404.004,03€ en el periodo 2019-2023.

## **4.9 RESUMEN**

Los resultados financieros de un operador que acapare el 30% de cuota de mercado en la A-1 reflejan que la rentabilidad se alcanzará a partir de 2023.

<b>Neutro</b>	<b>2.019</b>	<b>2.020</b>	<b>2.021</b>	<b>2.022</b>	<b>2.023</b>
<b>EBITDA</b>	(41.964,69)	(38.814,30)	(25.309,16)	496,26	74.351,01
<b>Beneficio neto</b>	(57.619,59)	(56.058,68)	(45.369,59)	(23.562,33)	41.056,20
<b>Deuda largo plazo</b>	183.612,99	218.653,77	243.446,75	247.442,09	189.653,70

*Tabla 33: Plan financiero-escenario neutro. Datos en €. (Fuente: Elaboración propia)*

**Beneficio neto:**

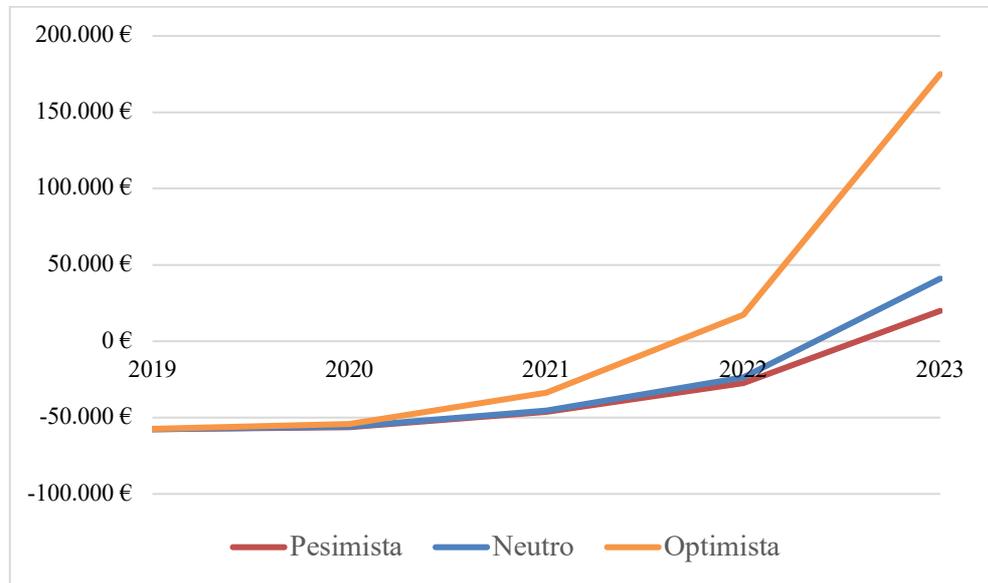


Ilustración 88: Comparación del beneficio neto para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia)

**VAN en 2023:**

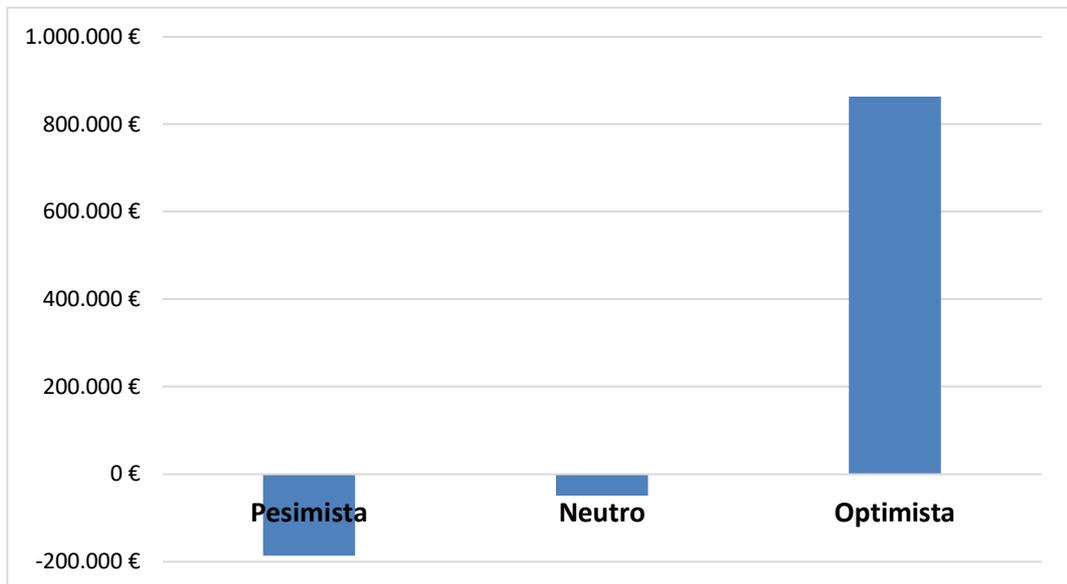
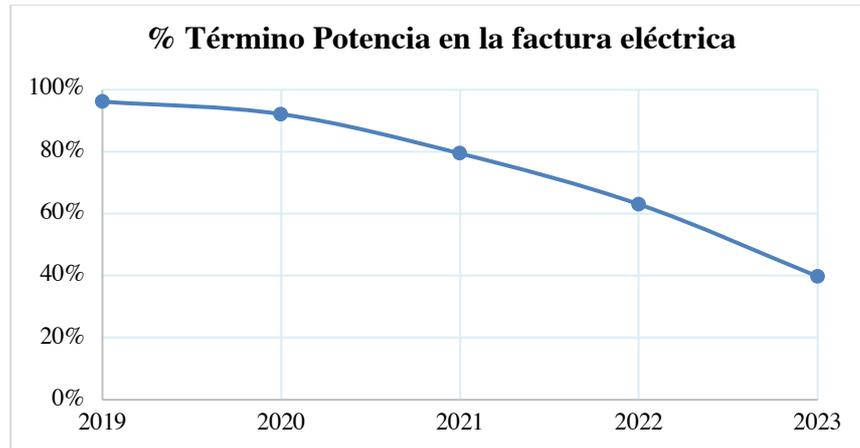


Ilustración 89: Comparación del VAN en 2023 para los distintos escenarios. Fuente: (Elaboración propia)

En la cuenta de pérdidas y ganancias el término de potencia de la factura eléctrica acapara un gasto muy sustancial. El primer año de operaciones este ascenderá al 94% de la factura eléctrica y pesará fuertemente en los resultados.



*Ilustración 90: % Término Potencia en la factura eléctrica. Fuente: (Elaboración propia)*

Como se ha descrito en el apartado 1.1.2 modelos de negocio, existen múltiples estrategias empresariales embarcadas en proyectos de infraestructura de recarga. La tabla siguiente resume las ventajas competitivas y los retos de cada uno de ellos:

<b>Modelo de negocio</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Retos</b>
Empresas eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso más barato a la energía (margen de comercialización)</li> <li>• Base amplia de clientes en viviendas o empresas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Situarse en lugares con establecimientos de hostelería</li> <li>• Accesibilidad a la estación</li> </ul>
Petroleras/Eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesibilidad a la estación</li> <li>• Oportunidad para aumentar ingresos en tiendas y servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer servicios de hostelería atractivos</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso más barato a la energía (margen de comercialización)</li> </ul>	
Petroteras no eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesibilidad a la estación</li> <li>• Oportunidad para aumentar ingresos en tiendas y servicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer servicios de hostelería atractivos</li> <li>• Lograr precio de venta de energía competitivo</li> </ul>
Fabricantes de automóviles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Base de clientes leal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atraer a otros modelos de vehículos</li> <li>• Situarse en lugares con establecimientos de hostelería</li> <li>• Accesibilidad rápida a la estación</li> <li>• Lograr precio de venta de energía competitivo</li> </ul>
Operadores independientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las ventajas pueden ser variadas, dependerán del instalador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar buena localización para los cargadores</li> <li>• Lograr precio de venta de energía competitivo</li> <li>• Ofrecer servicios de hostelería atractivos</li> </ul>

En base a las respuestas acumuladas de los usuarios a la encuesta elaborada, se ha creado un índice de competitividad que refleja el posicionamiento de cada jugador en el mercado:

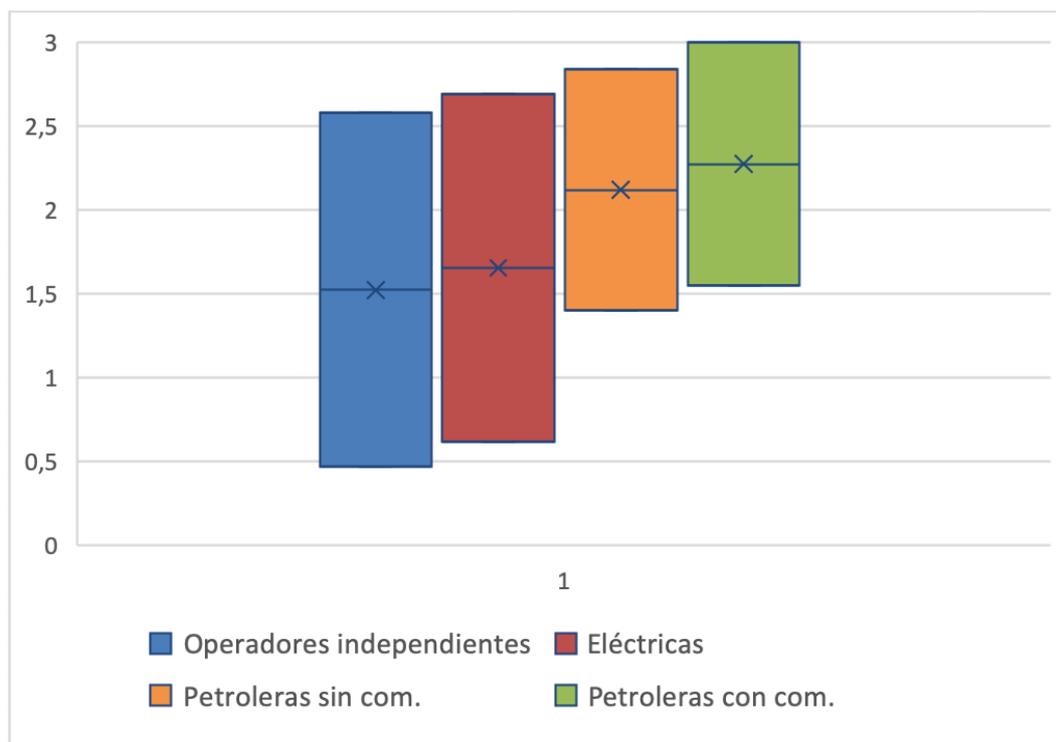


Ilustración 91: Potencial de competitividad de los operadores. (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente se han elaborado propuestas encaminadas a abrir escenarios alternativos al actual y promover la instalación de infraestructura de recarga. Todas ellas se financiarían creando un impuesto de matriculación sobre los vehículos que se encuentren en el percentil 25 superior en cuanto a emisiones.

La primera medida consiste en subvencionar el término de potencia de forma que no pueda sobrepasar el 50% de la factura eléctrica antes de impuestos. Esta medida tendría una duración de cinco años sobre el operador que lo solicite y perseguiría aligerar los gastos y la deuda. El periodo de solicitudes tendría una

duración de dos años y el coste aproximado sería de 76,7 M€ en siete años (Elaboración propia).

Otra medida propuesta es aumentar las subvenciones a la compra de infraestructura de recarga para que todos los solicitantes de carácter nacional tengan acceso a la misma. Al mismo tiempo, esta debería pasar a cubrir el 50% de la infraestructura desde el 30% que cubre actualmente. El periodo de solicitudes tendría una duración de dos años y el coste aproximado sería de 30,4 M€ en siete años (Elaboración propia).

## Capítulo 5 CONCLUSIONES

La infraestructura de recarga en España deberá crecer en los próximos años para dar soporte al aumento de ventas de vehículos eléctricos. Actualmente se están acometiendo diversas inversiones que llaman al optimismo en la industria, pero es necesaria una mayor inversión pública y privada para que el V.E. pueda ser una opción viable para la mayoría de los conductores.

Acorde con los estudios económicos realizados, la infraestructura de recarga no será rentable por si misma hasta 2023. Al mismo tiempo, el Valor Actual Neto (VAN) de los proyectos podría no ser positivo hasta 2024. Por ello, la colaboración público-privada es más necesaria que nunca si se desea un verdadero despegue del coche eléctrico en nuestro país. Conviene señalar que las perspectivas a largo plazo son muy positivas, ya que se espera que las ventas de vehículos eléctricos crezcan ininterrumpidamente.

### Ubicación y tipo de recarga rápida en la A1

Los lugares óptimos para colocar cargadores en la A1 son las ciudades de Aranda de Duero y Burgos. Según las simulaciones realizadas dichos lugares se encuentran bien situados en la distribución de demanda y acapararán un 77,4% de la misma. Por tanto, si un operador desea instalarse en la A1 es recomendable que lo haga en dichas ubicaciones, y en función de los resultados que vaya obteniendo analice si es conveniente abrir más estaciones de recarga en otros puntos de la autovía.

Al mismo tiempo, un 62,4% de los usuarios asegura que a la hora de escoger un cargador será prioritario que las estaciones cuenten con servicios de hostelería de calidad en su entorno. Por ello, los operadores han de buscar dichos lugares estratégicos si desean que sus cargadores adquieran mayor valor y atraigan un

mayor número de vehículos. A este respecto, Miranda de Duero y Burgos cuentan con áreas de servicio muy concurridas como Milagros o el Hotel Landa entre otros muchos. Es posible que los modelos de negocio que den importancia a este hecho adquieran mayor popularidad y demanda en el futuro próximo.

La potencia de los cargadores será otro elemento a tener en cuenta y deberá de estar comprendida entre los 100 y 150 kW para poder hacer frente a las potencias de carga de los vehículos de nueva generación. Los cargadores actuales de 50 kW no serán suficientes para satisfacer las demandas de los usuarios ya que la mayor parte de las baterías sobrepasarán los 40kWh y el tiempo de recarga en dichos casos excedería los treinta minutos.

#### Tipos de operadores

A pesar de la incertidumbre actual en un mercado nuevo, es posible que los operadores más competitivos sean las petroleras que hayan entrado en el mercado eléctrico. Un buen ejemplo de ello es Repsol, que ha empezado a diversificar sus activos y se ha convertido en una empresa que abarca todas las fuentes de energía. Dichos operadores reúnen dos de las características que más demandan los clientes: localizaciones accesibles en autovías y precios de energía eléctrica más competitivos. Si consiguen dotar a sus áreas de servicio con restaurantes o cafeterías valoradas por los usuarios posiblemente terminen copando gran parte del mercado de recarga.

A pesar de la posible ventaja competitiva de las petroleras, las compañías eléctricas cuentan con buenas perspectivas de mercado si actúan como *first movers* e instalan la primera red nacional completa de puntos de recarga rápida. Esto les daría notoriedad en los primeros años de operaciones. Además, estos

operadores deben lograr sacar provecho de su acceso económico a la energía apostando por una estrategia de precios baja y atractiva para los consumidores.

No obstante, un *driver* muy importante es el alcance a establecimientos hosteleros que tenga la estación de recarga, por lo que las empresas eléctricas y los operadores independientes que coloquen sus cargadores en áreas de servicio muy demandadas podrán tener una gran ventaja competitiva con respecto a las petroleras. No está claro qué tipo de operador se posicionará mejor, pero es de esperar que tanto petroleras como empresas eléctricas puedan copar una parte importante de la cuota de mercado.

#### Medidas para el fomento de la carga rápida

De cara a solucionar la escasez de cargadores rápidos en España, es preciso que se aumenten las subvenciones para sufragar los cargadores rápidos y se apruebe una nueva factura eléctrica para operadores de recarga que disminuya los costes del término de potencia.

Por un lado, se propone un aumento de la subvención a la infraestructura de recarga del 30% actual al 50%, eliminando el límite de 100.000€ actual y aumentando el presupuesto para que todos los operadores solicitantes de la cuantía la reciban. Si esto ocurriera los operadores alcanzarían un valor empresarial positivo en 2023 o 2022 en vez de en 2024. Por tanto, un pequeño aumento en las subvenciones actuales podría causar un gran salto en la demanda de cargadores rápidos. Esta medida podría ser muy eficiente ya que el aumento de costes es asumible y la instalación de cargadores podría aumentar muy significativamente.

Al mismo tiempo, se propone que el término de potencia no pueda superar el 50% del total de la factura eléctrica antes de impuestos. De esta forma, los operadores no tendrán que endeudarse para cubrir sus costes durante los primeros años de operaciones y alcanzarán antes la rentabilidad deseada. Con esto se dotaría de un apoyo especial a los pequeños operadores independientes para los que es más costoso el pago de los costes fijos que para las grandes petroleras o eléctricas. En este sentido, se desea explotar el potencial que tienen las áreas de servicio y restaurantes para instalar sus propios cargadores.

En diversos países se ha demostrado que la participación pública es esencial en la instalación de la infraestructura de recarga. A este respecto, es importante que las administraciones públicas, guiados siempre por criterios de alta eficiencia y justicia, desarrollen dichos planes o acciones similares para que la compra de un coche eléctrico pueda ser una opción totalmente viable en nuestro país. Los esfuerzos que se están desarrollando son cada vez mayores y sin ninguna duda darán su fruto en un futuro próximo.

## Capítulo 6 FUTUROS DESARROLLOS

Este estudio está acotado a la carretera A1, pero sería de gran interés desarrollarlo para todo el país. De esta forma, se podrían extraer conclusiones de ámbito nacional y mucho más completas que las que se han hallado. Además, los operadores de recarga son nacionales y operan en casi todas las comunidades autónomas, por lo que el estudio les sería de más interés.

Otro estudio interesante sería hallar el mix óptimo de cargadores de distintas potencias que se instalarían en una estación. Por un lado, muchos vehículos están limitados a 50 kW, pero en un futuro se prevé que los nuevos vehículos puedan alcanzar los 300 kW. Por tanto, sería interesante analizar qué mix aportaría mayor rentabilidad a las estaciones de recarga para así poder hacer inversiones más inteligentes.

---

## Capítulo 7 ANEXOS

### 7.1 ENCUESTA

---

Muestra: 104 personas

La amplitud de la muestra ha permitido que la edad de los encuestados sea muy variada:

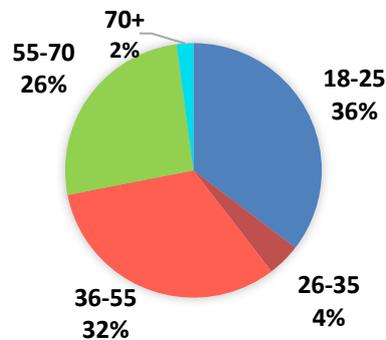


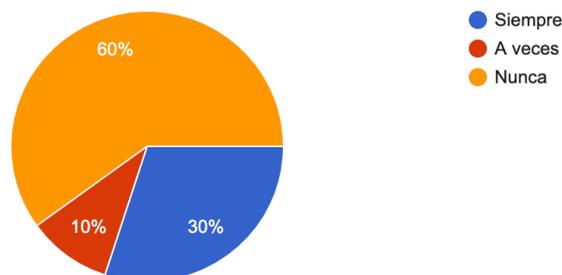
Ilustración 92: Edad de la muestra

La primera pregunta a los encuestados fue si eran conductores habituales de un vehículo eléctrico, a lo que un 9,6% respondió afirmativamente.

Encuesta para propietarios de vehículos eléctricos:

¿Usa su vehículo eléctrico para hacer viajes largos (de más de 200 km)?

10 respuestas

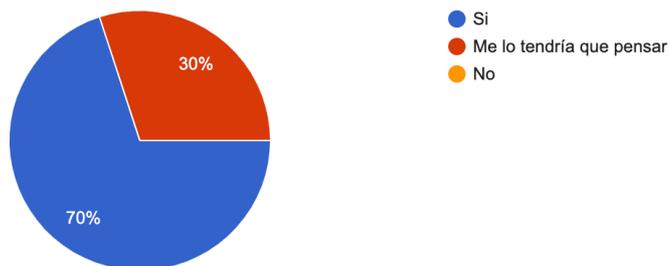


Es posible que a fecha de hoy una gran mayoría de usuarios de vehículos eléctricos todavía no se atrevan a usar el vehículo para realizar distancias largas. Normalmente la alternativa es usar un vehículo de combustión de la propia familia.

Preguntados si de existir una red de electrolineras, usarían el vehículo para realizar viajes largos, las respuestas fueron las siguientes:

Si en España hubiera una red abundante de electrolineras, ¿Usaría el vehículo eléctrico para realizar viajes largos?

10 respuestas



Se refleja que en el momento en el que exista una red de electrolineras que abarque le completo de la red de carreteras habrá muchos más vehículos eléctricos en circulación.

Otra de las preguntas que se hicieron a los usuarios es por la calidad de su experiencia en las estaciones de recarga rápida. Un 80% de los encuestados jamás ha usado una estación, mientras que del 20% restante, para el 50% la experiencia había resultado "Buena" y para el otro 50% "Regular". Los motivos negativos alegados por aquellos cuya experiencia no fue buena consistieron en "El tiempo de recarga" y la "Falta de cafeterías/otros servicios".

Se puede concluir, si bien la muestra no es significativa, que los usuarios reclaman más estaciones de recarga y que estas sean más rápidas y tengan acceso a restaurantes y servicios.

Encuesta para todos los usuarios:

Aquellos que no cuentan con un vehículo eléctrico en propiedad fueron preguntados a cerca de cómo les influiría la existencia de una red de recarga rápida que abarcara la mayoría de carreteras a la hora de plantearse la compra de un coche eléctrico:

- 70,1 %: “Hasta que no abunden las estaciones de carga rápida no me compraré un coche eléctrico”
- 25,3%: “Influye mucho pero no es determinante”
- 4,6 %: “No me influye este tipo de recarga”

Por tanto, queda evidenciado que las estaciones de recarga generarán valor por ellas mismas, ya que el efecto de instalarlas potenciará en gran medida las ventas de coches eléctricos y por tanto su número de usuarios aumentará. En qué factor se producirá dicho efecto llamada no es objeto de estudio, si bien las estimaciones de ventas de vehículos eléctricos con las que se trabaja en este estudio recogen dicho efecto.

En relación con las características que deben tener las estaciones de recarga se formularon las siguientes preguntas:

¿Cuánto tiempo le parece razonable esperar para cargar 200 km de autonomía en una estación de recarga rápida?

98 respuestas

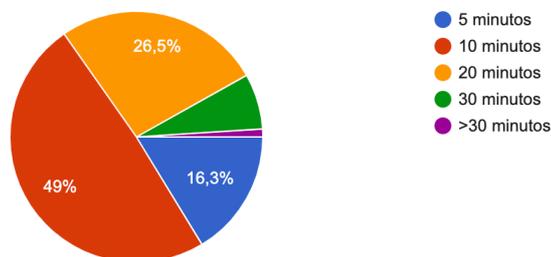


Ilustración 93: Pregunta encuesta 1

Actualmente existe la carga rápida (50 kw, 30-35 minutos). Con dicha tecnología la batería se pueden cargar 200km de autonomía a un precio medio de 15€. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por este tipo de carga?

91 respuestas

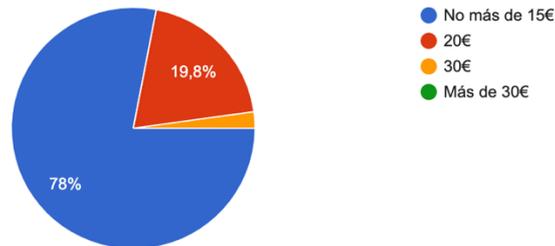


Ilustración 94: Pregunta encuesta 2

También existe la carga ultrarrápida (100+ kw). Teniendo en cuenta que es capaz de cargar un coche en 10-15 minutos, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar por ella?

90 respuestas

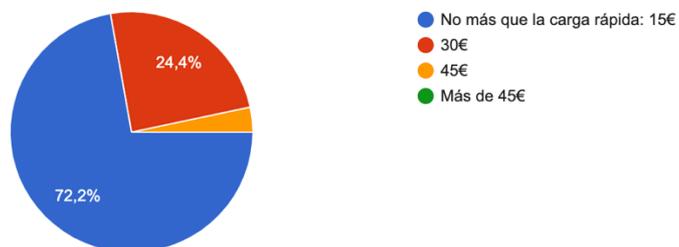


Ilustración 95: Pregunta encuesta 3

¿Cree que habitualmente elegiría la "electrolinera" en función de los restaurantes o cafeterías que haya a su alrededor?

91 respuestas

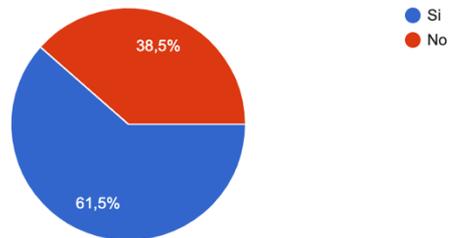
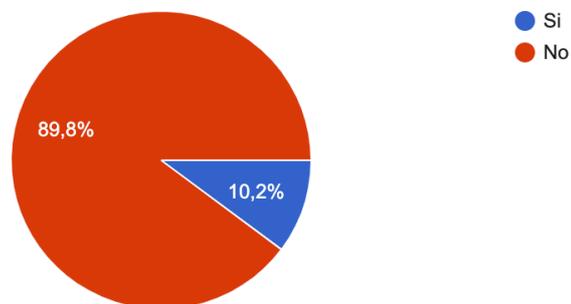


Ilustración 96: Pregunta encuesta 4

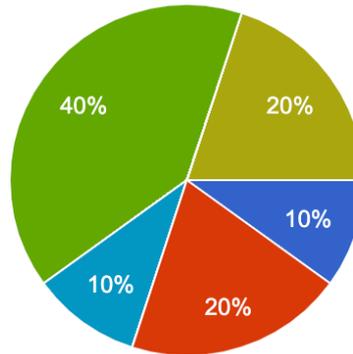
¿Conduce habitualmente un coche eléctrico o cuenta con uno en propiedad?

98 respuestas



### ¿Qué modelo de coche eléctrico conduce?

10 respuestas

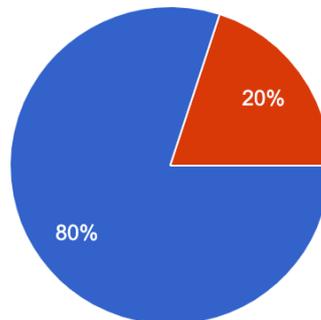


- Renault Zoe
- BMW i3
- Nissan Leaf
- E-Golf
- Tesla Model S
- Tesla Model X
- Tesla Model 3
- Smart For Two

▲ 1/2 ▼

### ¿Está satisfecho con su coche eléctrico?

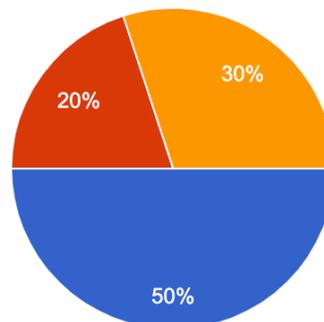
10 respuestas



- Sí
- Sí, aunque esperaba más de sus prestaciones
- No mucho, aunque mi siguiente coche también será eléctrico
- No

### ¿Cree que su próximo vehículo será eléctrico?

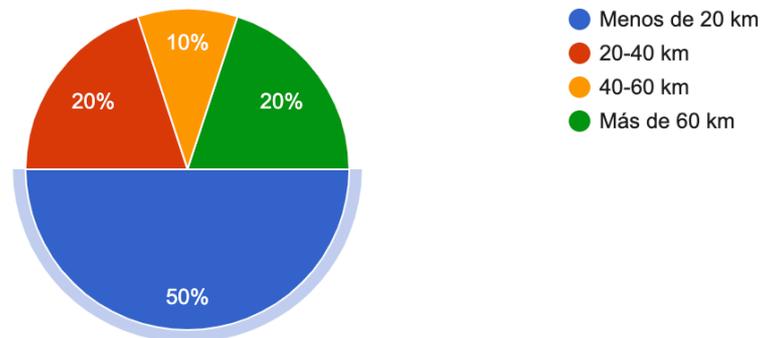
10 respuestas



- Sí
- Tal vez
- No

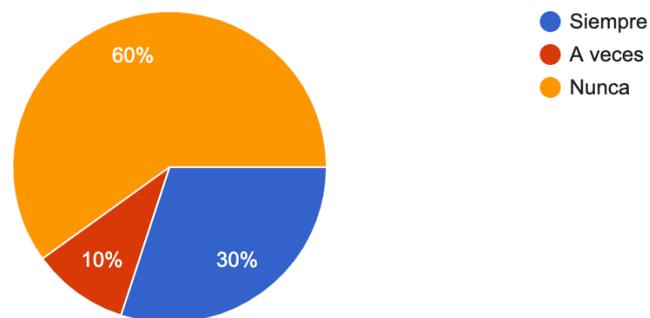
### Aproximadamente, ¿cuántos km conduce al día?

10 respuestas



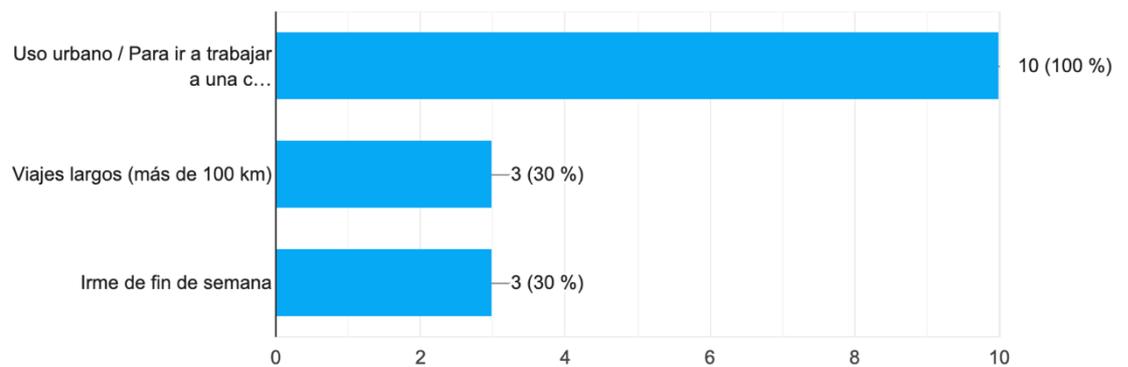
### ¿Usa su vehículo eléctrico para hacer viajes largos (de más de 200 km)?

10 respuestas



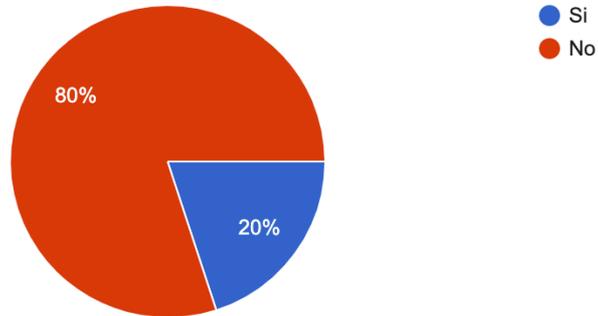
### Seleccione el uso que le da al coche eléctrico (selección múltiple):

10 respuestas



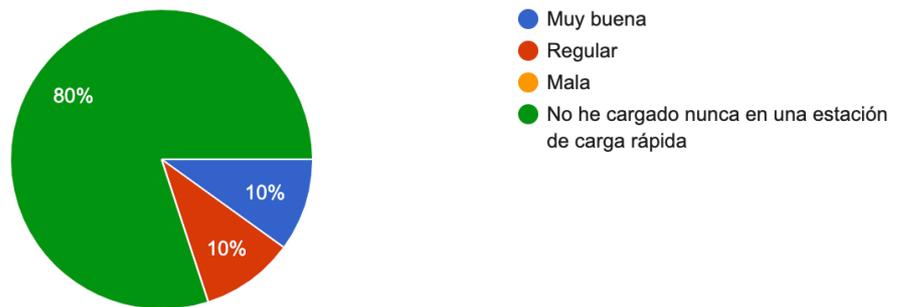
### ¿Ha utilizado alguna vez una estación de carga rápida?

10 respuestas



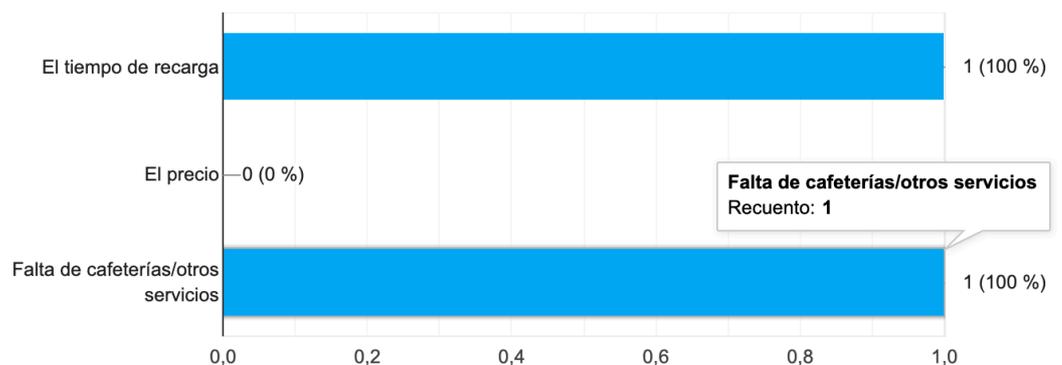
### ¿Cómo consideraría su experiencia con las estaciones de carga rápida?

10 respuestas



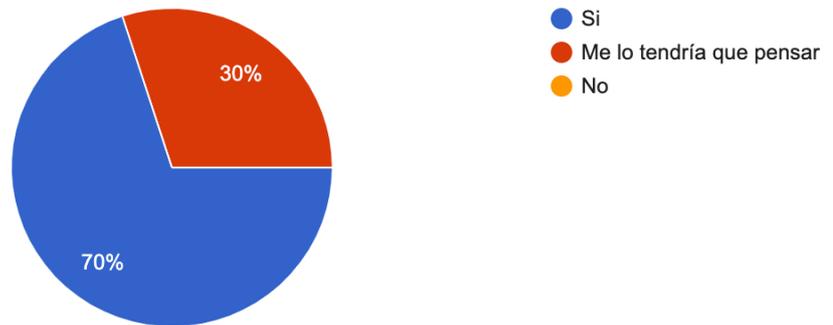
### Si la respuesta ha sido "Regular" o "Mala", seleccione la razón (selección múltiple):

1 respuesta



Si en España hubiera una red abundante de electrolinerías, ¿Usaría el vehículo eléctrico para realizar viajes largos?

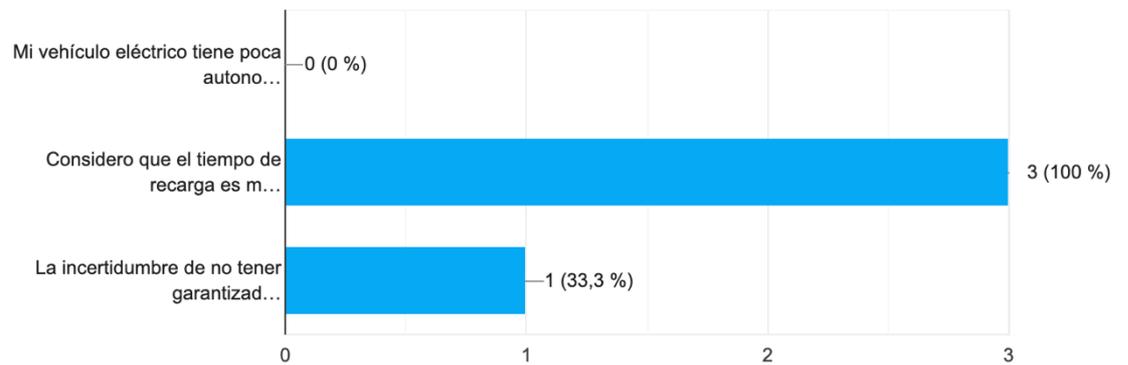
10 respuestas



En caso de que su respuesta haya sido "Me lo tendría que pensar" o "No", ¿a qué se ha debido?

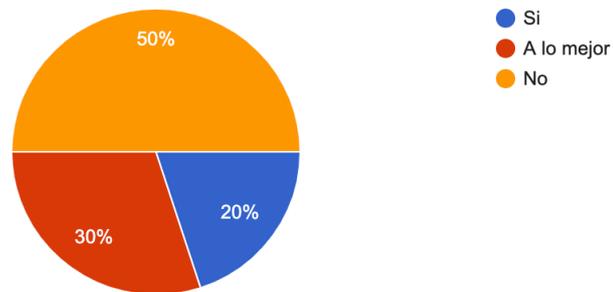


3 respuestas



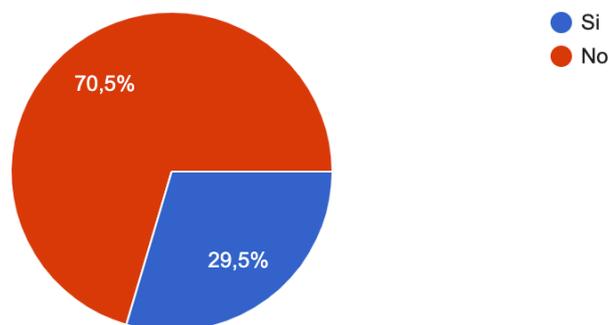
Si en España existiese una red abundante de estaciones de recarga rápida, ¿cree que compraría/volvería a comprar un coche de diesel o gasolina?

10 respuestas



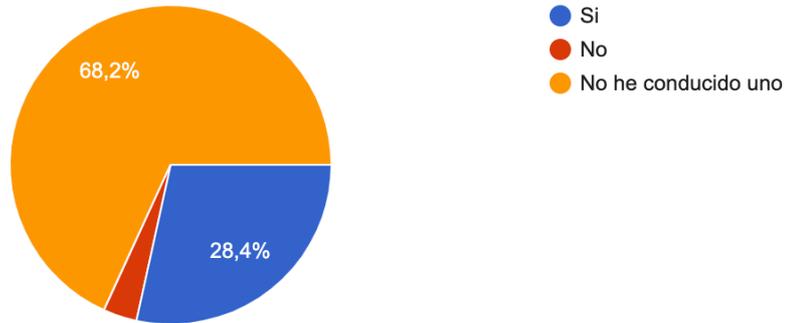
¿Ha conducido alguna vez un coche eléctrico?

88 respuestas



### ¿Diría que ha sido una experiencia satisfactoria?

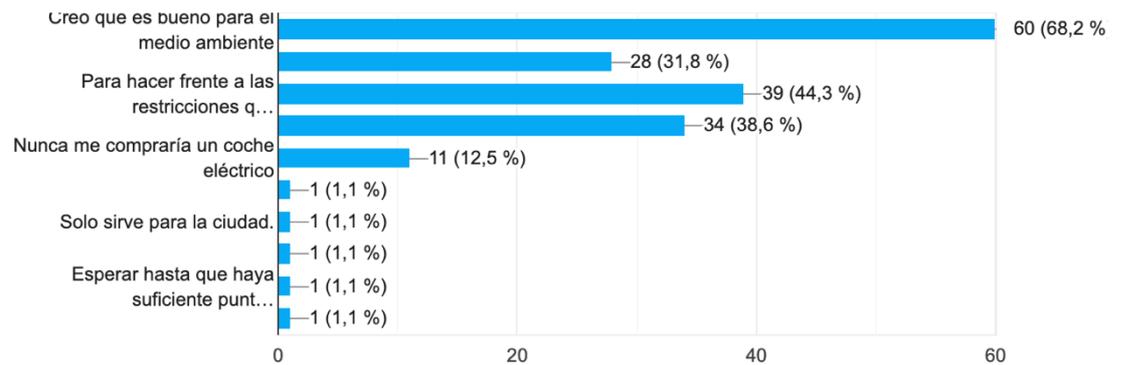
88 respuestas



### Marque las razones por las que se compraría un coche eléctrico



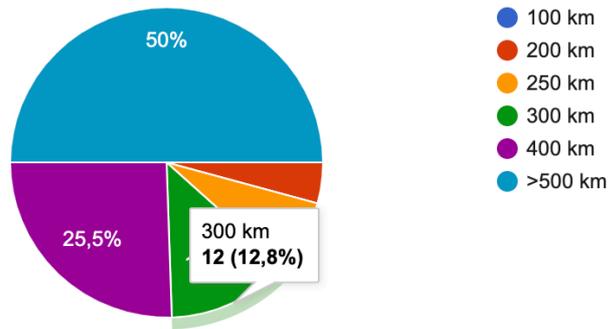
88 respuestas



### ¿Qué autonomía real mínima tendría que tener un coche eléctrico para que se plantee comprárselo?



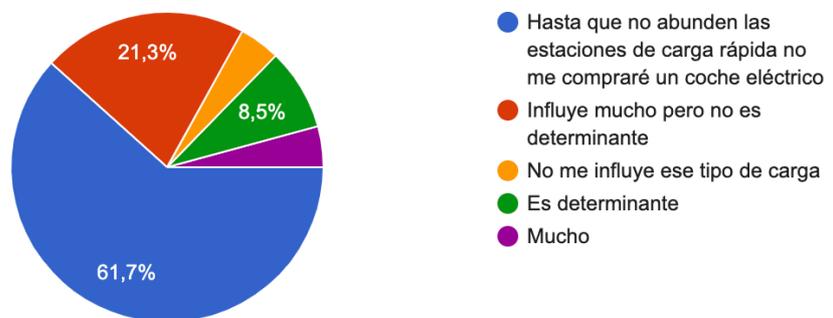
94 respuestas



### ¿Cómo le influye la existencia de una red amplia de estaciones de recarga rápida a la hora de comprarse un vehículo eléctrico?

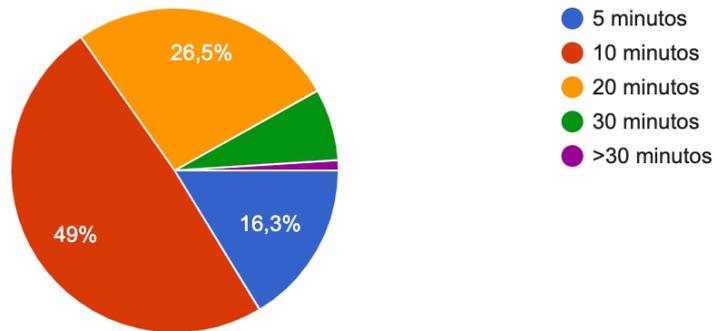


94 respuestas



¿Cuánto tiempo le parece razonable esperar para cargar 200 km de autonomía en una estación de recarga rápida?

98 respuestas



## 7.2 PREVISIONES DE VOLUMEN DE MERCADO

Año	Volumen de mercado (€)
2019	13.658 €
2020	29.559 €
2021	91.186 €
2022	210.960 €
2023	560.031 €
2024	1.250.359 €
2025	2.606.161 €
2026	4.152.634 €
2027	6.074.943 €
2028	8.474.070 €
2029	11.494.377 €
2030	14.630.819 €

Ilustración 97: Mercado de recarga rápida en la A1 hasta 2030

Acorde con las previsiones de ventas optimistas y pesimistas, esta cifra de negocio

---

<b>Año</b>	<b>Volumen de mercado</b>
2019	14.888 €
2020	38.665 €
2021	147.703 €
2022	415.618 €
2023	1.253.793 €
2024	3.060.656 €
2025	6.655.233 €
2026	11.204.870 €
2027	17.157.614 €
2028	24.348.436 €
2029	32.484.052 €
2030	41.126.857 €

*Ilustración 98: Mercado de recarga rápida en la A1 hasta 203. Previsión optimista*

<b>Año</b>	<b>Volumen de mercado</b>
2019	13.670 €
2020	29.201 €
2021	87.194 €
2022	190.681 €
2023	450.122 €
2024	876.380 €
2025	1.554.691 €
2026	2.184.351 €
2027	2.851.209 €
2028	3.557.834 €
2029	4.286.892 €
2030	5.063.815 €

*Ilustración 99: Mercado de recarga rápida en la A1 hasta 2030. Previsión pesimista*

## **7.3 ESCENARIOS FINANCIEROS**

### **7.3.1 NEUTRO**

<b>Cuenta de pérdidas y ganancias</b>		en miles € ('000)				
Año	2019	2020	2021	2022	2023	
Ingresos	4.610,46	9.842,84	29.815,45	67.523,94	174.438,68	
Costes variables	34.475,15	36.411,94	42.732,47	54.486,83	87.396,34	
<b>Margen bruto</b>	<b>(29.864,69)</b>	<b>(26.569,10)</b>	<b>(12.917,02)</b>	<b>13.037,11</b>	<b>87.042,34</b>	
Costes fijos	12.100,00	12.245,20	12.392,14	12.540,85	12.691,34	
<b>EBITDA</b>	<b>(41.964,69)</b>	<b>(38.814,30)</b>	<b>(25.309,16)</b>	<b>496,26</b>	<b>74.351,01</b>	
Depreciación	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	
<b>EBIT</b>	<b>(60.902,26)</b>	<b>(57.751,87)</b>	<b>(44.246,74)</b>	<b>(18.441,31)</b>	<b>55.413,43</b>	
Intereses	6.885,49	8.199,52	9.129,25	9.279,08	7.112,01	
<b>EBT</b>	<b>(67.787,75)</b>	<b>(65.951,39)</b>	<b>(53.375,99)</b>	<b>(27.720,39)</b>	<b>48.301,42</b>	
Impuestos	(10.168,16)	(9.892,71)	(8.006,40)	(4.158,06)	7.245,21	
<b>Beneficio neto</b>	<b>(57.619,59)</b>	<b>(56.058,68)</b>	<b>(45.369,59)</b>	<b>(23.562,33)</b>	<b>41.056,20</b>	

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**

Anexos

Balance						
en miles € ('000)						
Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Costes fijos		157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00
Depreciación acumulada		18.937,58	37.875,15	56.812,73	75.750,30	94.687,88
<b>Activo no corriente</b>		<b>138.812,42</b>	<b>119.874,85</b>	<b>100.937,27</b>	<b>81.999,70</b>	<b>63.062,12</b>
Inventario						
Cuentas por cobrar						
Caja		3.204,76	3.724,84	4.134,60	4.291,95	3.740,60
<b>Activo corriente</b>		<b>3.204,76</b>	<b>3.724,84</b>	<b>4.134,60</b>	<b>4.291,95</b>	<b>3.740,60</b>
<b>Total Activo</b>		<b>142.017,18</b>	<b>123.599,69</b>	<b>105.071,87</b>	<b>86.291,65</b>	<b>66.802,73</b>
Acciones						
Otros (Reservas, ...)			(57.619,59)	(113.678,27)	(159.047,86)	(182.610,19)
Beneficio neto disponible		(57.619,59)	(56.058,68)	(45.369,59)	(23.562,33)	41.056,20
<b>Patrimonio neto</b>		<b>(57.619,59)</b>	<b>(113.678,27)</b>	<b>(159.047,86)</b>	<b>(182.610,19)</b>	<b>(141.553,99)</b>
<b>Pasivo no corriente</b>		<b>183.612,99</b>	<b>218.653,77</b>	<b>243.446,75</b>	<b>247.442,09</b>	<b>189.653,70</b>
Deudas a corto plazo		13.115,21	15.618,13	17.389,05	17.674,43	13.546,69
Acreeedores comerciales		1.416,79	1.496,38	1.756,13	2.239,18	3.591,63
Otros acreedores		1.491,78	1.509,68	1.527,80	1.546,13	1.564,69
<b>Pasivo corriente</b>		<b>16.023,78</b>	<b>18.624,19</b>	<b>20.672,98</b>	<b>21.459,75</b>	<b>18.703,01</b>
<b>Patrimonio neto y pasivo</b>		<b>142.017,18</b>	<b>123.599,69</b>	<b>105.071,87</b>	<b>86.291,65</b>	<b>66.802,73</b>
EFN						
NOPAT		(51.766,92)	(49.089,09)	(37.609,73)	(15.675,11)	47.101,42
Depreciación		18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58
<b>OCF</b>		<b>(32.829,35)</b>	<b>(30.151,52)</b>	<b>(18.672,15)</b>	<b>3.262,46</b>	<b>66.038,99</b>
- CAPEX		(157.750,00)				
- ΔNWK		(296,19)	(422,59)	(131,89)	344,04	1.922,35
<b>Flujo libre de caja</b>		<b>(190.875,54)</b>	<b>(30.574,10)</b>	<b>(18.804,05)</b>	<b>3.606,50</b>	<b>67.961,34</b>
Valor terminal						456.026,11
<b>Total flujo libre de caja</b>		<b>(190.875,54)</b>	<b>(30.574,10)</b>	<b>(18.804,05)</b>	<b>3.606,50</b>	<b>523.987,45</b>
Valor de la empresa	141.391,70					
Deuda	189.653,70					
<b>Valor patrimonial</b>	<b>(48.262,00)</b>					

### 7.3.2 OPTIMISTA

<b>Cuenta de pérdidas y ganancias</b>		en miles € ('000)				
Año	2019	2020	2021	2022	2023	
Ingresos	5.024,75	12.874,58	48.294,89	133.029,52	390.521,58	
Costes variables	34.594,31	37.294,45	48.176,20	74.015,21	152.587,51	
<b>Margen bruto</b>	<b>(29.569,57)</b>	<b>(24.419,87)</b>	<b>118,69</b>	<b>59.014,31</b>	<b>237.934,07</b>	
Costes fijos	12.100,00	12.245,20	12.392,14	12.540,85	12.691,34	
<b>EBITDA</b>	<b>(41.669,57)</b>	<b>(36.665,07)</b>	<b>(12.273,45)</b>	<b>46.473,47</b>	<b>225.242,73</b>	
Depreciación	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	
<b>EBT</b>	<b>(60.607,14)</b>	<b>(55.602,64)</b>	<b>(31.211,02)</b>	<b>27.535,89</b>	<b>206.305,16</b>	
Intereses	6.876,17	8.122,17	8.638,75	7.326,98	353,18	
<b>EBT</b>	<b>(67.483,31)</b>	<b>(63.724,81)</b>	<b>(39.849,77)</b>	<b>20.208,91</b>	<b>205.951,98</b>	
Impuestos	(10.122,50)	(9.558,72)	(5.977,47)	3.031,34	30.892,80	
<b>Beneficio neto</b>	<b>(57.360,81)</b>	<b>(54.166,09)</b>	<b>(33.872,30)</b>	<b>17.177,57</b>	<b>175.059,18</b>	

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**

Anexos

<b>Balance</b>						
en miles € ('000)						
Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Costes fijos		157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00
Depreciación acumulada		18.937,58	37.875,15	56.812,73	75.750,30	94.687,88
<b>Activo no corriente</b>		<b>138.812,42</b>	<b>119.874,85</b>	<b>100.937,27</b>	<b>81.999,70</b>	<b>63.062,12</b>
Inventario						
Cuentas por cobrar						
Caja		3.202,19	3.702,63	3.992,48	3.708,80	1.701,62
<b>Activo corriente</b>		<b>3.202,19</b>	<b>3.702,63</b>	<b>3.992,48</b>	<b>3.708,80</b>	<b>1.701,62</b>
<b>Total Activo</b>		<b>142.014,61</b>	<b>123.577,48</b>	<b>104.929,75</b>	<b>85.708,50</b>	<b>64.763,75</b>
Acciones						
Otros (Reservas, ...)			(57.360,81)	(111.526,90)	(145.399,21)	(128.221,63)
Beneficio neto disponible		(57.360,81)	(54.166,09)	(33.872,30)	17.177,57	175.059,18
<b>Patrimonio neto</b>		<b>(57.360,81)</b>	<b>(111.526,90)</b>	<b>(145.399,21)</b>	<b>(128.221,63)</b>	<b>46.837,55</b>
<b>Pasivo no corriente</b>		<b>183.364,49</b>	<b>216.591,25</b>	<b>230.366,57</b>	<b>195.386,13</b>	<b>9.418,08</b>
Deudas a corto plazo		13.097,46	15.470,80	16.454,75	13.956,15	672,72
Acreedores comerciales		1.421,68	1.532,65	1.979,84	3.041,72	6.270,72
Otros acreedores		1.491,78	1.509,68	1.527,80	1.546,13	1.564,69
<b>Pasivo corriente</b>		<b>16.010,93</b>	<b>18.513,13</b>	<b>19.962,40</b>	<b>18.544,01</b>	<b>8.508,12</b>
<b>Patrimonio neto y pasivo</b>		<b>142.014,61</b>	<b>123.577,48</b>	<b>104.929,75</b>	<b>85.708,50</b>	<b>64.763,75</b>
EFN						
NOPAT		(51.516,07)	(47.262,25)	(26.529,37)	23.405,51	175.359,38
Depreciación		18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58
<b>OCF</b>		<b>(32.578,49)</b>	<b>(28.324,67)</b>	<b>(7.591,79)</b>	<b>42.343,08</b>	<b>194.296,96</b>
- CAPEX		(157.750,00)				
- ΔNWK		(288,72)	(371,58)	175,46	1.363,89	5.254,73
<b>Flujo libre de caja</b>		<b>(190.617,22)</b>	<b>(28.696,25)</b>	<b>(7.416,34)</b>	<b>43.706,97</b>	<b>199.551,69</b>
Valor terminal						1.339.008,06
<b>Total flujo libre de caja</b>		<b>(190.617,22)</b>	<b>(28.696,25)</b>	<b>(7.416,34)</b>	<b>43.706,97</b>	<b>1.538.559,74</b>
Valor de la empresa	<b>872.256,68</b>					
Deuda	9.418,08					
<b>Valor patrimonial</b>	<b>862.838,61</b>					

### 7.3.3 PESIMISTA

<b>Cuenta de pérdidas y ganancias</b>		en miles € ('000)				
Año	2019	2020	2021	2022	2023	
Ingresos	4.613,76	9.723,47	28.510,19	61.032,51	140.200,58	
Costes variables	34.476,10	36.377,19	42.347,96	52.551,62	77.066,87	
<b>Margen bruto</b>	<b>(29.862,34)</b>	<b>(26.653,72)</b>	<b>(13.837,77)</b>	<b>8.480,89</b>	<b>63.133,71</b>	
Costes fijos	12.100,00	12.245,20	12.392,14	12.540,85	12.691,34	
<b>EBITDA</b>	<b>(41.962,34)</b>	<b>(38.898,92)</b>	<b>(26.229,92)</b>	<b>(4.059,96)</b>	<b>50.442,37</b>	
Depreciación	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	
<b>EBIT</b>	<b>(60.899,91)</b>	<b>(57.836,50)</b>	<b>(45.167,49)</b>	<b>(22.997,53)</b>	<b>31.504,80</b>	
Intereses	6.885,41	8.202,11	9.160,98	9.455,30	8.047,12	
<b>EBT</b>	<b>(67.785,32)</b>	<b>(66.038,61)</b>	<b>(54.328,47)</b>	<b>(32.452,84)</b>	<b>23.457,68</b>	
Impuestos	(10.167,80)	(9.905,79)	(8.149,27)	(4.867,93)	3.518,65	
<b>Beneficio neto</b>	<b>(57.617,52)</b>	<b>(56.132,82)</b>	<b>(46.179,20)</b>	<b>(27.584,91)</b>	<b>19.939,03</b>	

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**

Anexos

<b>Balance</b>						
en miles € ('000)						
Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Costes fijos		157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00
Depreciación acumulada		18.937,58	37.875,15	56.812,73	75.750,30	94.687,88
<b>Activo no corriente</b>		<b>138.812,42</b>	<b>119.874,85</b>	<b>100.937,27</b>	<b>81.999,70</b>	<b>63.062,12</b>
Inventario						
Cuentas por cobrar						
Caja		3.204,74	3.725,54	4.143,52	4.343,18	4.011,93
<b>Activo corriente</b>		<b>3.204,74</b>	<b>3.725,54</b>	<b>4.143,52</b>	<b>4.343,18</b>	<b>4.011,93</b>
<b>Total Activo</b>		<b>142.017,16</b>	<b>123.600,39</b>	<b>105.080,80</b>	<b>86.342,88</b>	<b>67.074,06</b>
Acciones						
Otros (Reservas, ...)			(57.617,52)	(113.750,34)	(159.929,54)	(187.514,45)
Beneficio neto disponible		(57.617,52)	(56.132,82)	(46.179,20)	(27.584,91)	19.939,03
<b>Patrimonio neto</b>		<b>(57.617,52)</b>	<b>(113.750,34)</b>	<b>(159.929,54)</b>	<b>(187.514,45)</b>	<b>(167.575,42)</b>
<b>Pasivo no corriente</b>		<b>183.611,01</b>	<b>218.723,03</b>	<b>244.292,73</b>	<b>252.141,44</b>	<b>214.589,82</b>
Deudas a corto plazo		13.115,07	15.623,07	17.449,48	18.010,10	15.327,84
Acreedores comerciales		1.416,83	1.494,95	1.740,33	2.159,66	3.167,13
Otros acreedores		1.491,78	1.509,68	1.527,80	1.546,13	1.564,69
<b>Pasivo corriente</b>		<b>16.023,68</b>	<b>18.627,71</b>	<b>20.717,61</b>	<b>21.715,89</b>	<b>20.059,66</b>
<b>Patrimonio neto y pasivo</b>		<b>142.017,16</b>	<b>123.600,39</b>	<b>105.080,80</b>	<b>86.342,88</b>	<b>67.074,06</b>
EFN					(0,00)	
NOPAT		(51.764,92)	(49.161,02)	(38.392,37)	(19.547,90)	26.779,08
Depreciación		18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58
<b>OCF</b>		<b>(32.827,35)</b>	<b>(30.223,45)</b>	<b>(19.454,79)</b>	<b>(610,33)</b>	<b>45.716,65</b>
- CAPEX		(157.750,00)				
- ΔNWK		(296,13)	(424,78)	(154,49)	238,01	1.357,28
<b>Flujo libre de caja</b>		<b>(190.873,48)</b>	<b>(30.648,22)</b>	<b>(19.609,28)</b>	<b>(372,32)</b>	<b>47.073,93</b>
Valor terminal						315.869,89
<b>Total flujo libre de caja</b>		<b>(190.873,48)</b>	<b>(30.648,22)</b>	<b>(19.609,28)</b>	<b>(372,32)</b>	<b>362.943,82</b>
<b>Valor de la empresa</b>	<b>28.162,70</b>					
Deuda	214.589,82					
<b>Valor patrimonial</b>	<b>(186.427,12)</b>					

---

**7.4 CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS Y BALANCES PARA LOS  
DISTINTOS OPERADORES**

---

**7.4.1 OPERADORES INDEPENDIENTES**

---

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**

Anexos

Period	2019	2020	2021	2022	2023	
Revenues	4.609,49	9.842,53	29.815,42	67.523,31	174.434,02	
COGS	34.474,87	36.411,85	42.732,46	54.486,65	87.394,93	
<b>Gross Margin</b>	<b>(29.865,38)</b>	<b>(26.569,32)</b>	<b>(12.917,04)</b>	<b>13.036,67</b>	<b>87.039,09</b>	
Fixed Costs	12.100,00	12.245,20	12.392,14	12.540,85	12.691,34	
<b>EBITDA</b>	<b>(41.965,38)</b>	<b>(38.814,52)</b>	<b>(25.309,19)</b>	<b>495,82</b>	<b>74.347,75</b>	
Depreciation	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	
<b>EBIT</b>	<b>(60.902,95)</b>	<b>(57.752,10)</b>	<b>(44.246,76)</b>	<b>(18.441,75)</b>	<b>55.410,18</b>	
Interests	6.885,51	8.199,55	9.129,28	9.279,12	7.112,16	
<b>EBT</b>	<b>(67.788,46)</b>	<b>(65.951,64)</b>	<b>(53.376,04)</b>	<b>(27.720,88)</b>	<b>48.298,01</b>	
Taxes	(10.168,27)	(9.892,75)	(8.006,41)	(4.158,13)	7.244,70	
<b>Net Income</b>	<b>(57.620,19)</b>	<b>(56.058,89)</b>	<b>(45.369,64)</b>	<b>(23.562,75)</b>	<b>41.053,31</b>	
Less Preferred dividends						
<b>Net Income available</b>	<b>(57.620,19)</b>	<b>(56.058,89)</b>	<b>(45.369,64)</b>	<b>(23.562,75)</b>	<b>41.053,31</b>	
Period	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Fixed Assets	157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00
Acc. Depreciation	18.937,58	37.875,15	56.812,73	75.750,30	94.687,88	
<b>Net Fixed Assets</b>	<b>138.812,42</b>	<b>119.874,85</b>	<b>100.937,27</b>	<b>81.999,70</b>	<b>63.062,12</b>	
Inventories						
Receivables						
Cash	3.204,76	3.724,85	4.134,61	4.291,97	3.740,65	
<b>Current Assets</b>	<b>3.204,76</b>	<b>3.724,85</b>	<b>4.134,61</b>	<b>4.291,97</b>	<b>3.740,65</b>	
<b>Total Assets</b>	<b>142.017,19</b>	<b>123.599,70</b>	<b>105.071,88</b>	<b>86.291,67</b>	<b>66.802,77</b>	
Shares (Stock)						
Other (Reserves, ...)		(57.620,19)	(113.679,09)	(159.048,73)	(182.611,47)	
Net Income available	(57.620,19)	(56.058,89)	(45.369,64)	(23.562,75)	41.053,31	
<b>Equity</b>	<b>(57.620,19)</b>	<b>(113.679,09)</b>	<b>(159.048,73)</b>	<b>(182.611,47)</b>	<b>(141.558,16)</b>	
<b>Non Current Liabilities</b>	<b>183.613,57</b>	<b>218.654,54</b>	<b>243.447,57</b>	<b>247.443,31</b>	<b>189.657,70</b>	
Notes Payable	13.115,25	15.618,18	17.389,11	17.674,52	13.546,98	
Accounts Payable	1.416,78	1.496,38	1.756,13	2.239,18	3.591,57	
Accrued Accounts	1.491,78	1.509,68	1.527,80	1.546,13	1.564,69	
<b>Current Liabilities</b>	<b>16.023,81</b>	<b>18.624,24</b>	<b>20.673,04</b>	<b>21.459,83</b>	<b>18.703,24</b>	
<b>Total Equity &amp; Liabi</b>	<b>142.017,19</b>	<b>123.599,70</b>	<b>105.071,88</b>	<b>86.291,67</b>	<b>66.802,77</b>	
EFN						
NOPAT	(51.767,51)	(49.089,28)	(37.609,75)	(15.675,49)	47.098,65	
Depreciation	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	
<b>OCF</b>	<b>(32.829,94)</b>	<b>(30.151,71)</b>	<b>(18.672,17)</b>	<b>3.262,08</b>	<b>66.036,23</b>	
- CAPEX	(157.750,00)					
- ΔNWK	(296,21)	(422,58)	(131,89)	344,02	1.922,27	
<b>Free Cash Flows</b>	<b>(190.876,14)</b>	<b>(30.574,29)</b>	<b>(18.804,06)</b>	<b>3.606,11</b>	<b>67.958,49</b>	
Terminal value					456.007,03	
<b>Total Free Cash Flows</b>	<b>(190.876,14)</b>	<b>(30.574,29)</b>	<b>(18.804,06)</b>	<b>3.606,11</b>	<b>523.965,53</b>	
<b>Enterprise Value</b>	<b>141.375,76</b>					
- Debt	189.657,70					
<b>Equity Value</b>	<b>(48.281,93)</b>					

## 7.4.2 ELÉCTRICAS

Period	2019	2020	2021	2022	2023
Revenues	4.609,49	9.842,53	29.815,42	67.523,31	174.434,02
COGS	34.411,73	36.275,42	42.314,22	53.528,08	84.888,94
<b>Gross Margin</b>	<b>(29.802,24)</b>	<b>(26.432,89)</b>	<b>(12.498,80)</b>	<b>13.995,24</b>	<b>89.545,09</b>
Fixed Costs	12.100,00	12.245,20	12.392,14	12.540,85	12.691,34
<b>EBITDA</b>	<b>(41.902,24)</b>	<b>(38.678,09)</b>	<b>(24.890,94)</b>	<b>1.454,39</b>	<b>76.853,75</b>
Depreciation	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58
<b>EBIT</b>	<b>(60.839,82)</b>	<b>(57.615,66)</b>	<b>(43.828,52)</b>	<b>(17.483,19)</b>	<b>57.916,17</b>
Interests	6.883,62	8.193,45	9.110,33	9.230,43	6.985,91
<b>EBT</b>	<b>(67.723,44)</b>	<b>(65.809,11)</b>	<b>(52.938,85)</b>	<b>(26.713,62)</b>	<b>50.930,27</b>
Taxes	(10.158,52)	(9.871,37)	(7.940,83)	(4.007,04)	7.639,54
<b>Net Income</b>	<b>(57.564,92)</b>	<b>(55.937,74)</b>	<b>(44.998,02)</b>	<b>(22.706,58)</b>	<b>43.290,73</b>
Less Preferred dividends					
<b>Net Income available</b>	<b>(57.564,92)</b>	<b>(55.937,74)</b>	<b>(44.998,02)</b>	<b>(22.706,58)</b>	<b>43.290,73</b>

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**

Anexos

Period	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Fixed Assets		157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00
Acc. Depreciation		18.937,58	37.875,15	56.812,73	75.750,30	94.687,88
<b>Net Fixed Assets</b>		<b>138.812,42</b>	<b>119.874,85</b>	<b>100.937,27</b>	<b>81.999,70</b>	<b>63.062,12</b>
Inventories						
Receivables						
Cash		3.203,52	3.721,40	4.123,95	4.265,54	3.671,95
<b>Current Assets</b>		<b>3.203,52</b>	<b>3.721,40</b>	<b>4.123,95</b>	<b>4.265,54</b>	<b>3.671,95</b>
<b>Total Assets</b>		<b>142.015,95</b>	<b>123.596,25</b>	<b>105.061,23</b>	<b>86.265,24</b>	<b>66.734,08</b>
Shares (Stock)						
Other (Reserves, ...)			(57.564,92)	(113.502,67)	(158.500,69)	(181.207,26)
Net Income available		(57.564,92)	(55.937,74)	(44.998,02)	(22.706,58)	43.290,73
<b>Equity</b>		<b>(57.564,92)</b>	<b>(113.502,67)</b>	<b>(158.500,69)</b>	<b>(181.207,26)</b>	<b>(137.916,54)</b>
<b>Non Current Liabilities</b>		<b>183.563,25</b>	<b>218.491,90</b>	<b>242.942,16</b>	<b>246.144,81</b>	<b>186.290,85</b>
Notes Payable		13.111,66	15.606,56	17.353,01	17.581,77	13.306,49
Accounts Payable		1.414,18	1.490,77	1.738,94	2.199,78	3.488,59
Accrued Accounts		1.491,78	1.509,68	1.527,80	1.546,13	1.564,69
<b>Current Liabilities</b>		<b>16.017,62</b>	<b>18.607,02</b>	<b>20.619,75</b>	<b>21.327,69</b>	<b>18.359,76</b>
<b>Total Equity &amp; Liabi</b>		<b>142.015,95</b>	<b>123.596,25</b>	<b>105.061,23</b>	<b>86.265,24</b>	<b>66.734,08</b>
EFN						
NOPAT		(51.713,84)	(48.973,31)	(37.254,24)	(14.860,71)	49.228,75
Depreciation		18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58
<b>OCF</b>		<b>(32.776,27)</b>	<b>(30.035,74)</b>	<b>(18.316,66)</b>	<b>4.076,87</b>	<b>68.166,32</b>
- CAPEX		(157.750,00)				
- ΔNWK		(297,56)	(423,39)	(136,26)	337,59	1.900,94
<b>Free Cash Flows</b>		<b>(190.823,83)</b>	<b>(30.459,13)</b>	<b>(18.452,93)</b>	<b>4.414,46</b>	<b>70.067,26</b>
Terminal value						470.157,05
<b>Total Free Cash Flows</b>		<b>(190.823,83)</b>	<b>(30.459,13)</b>	<b>(18.452,93)</b>	<b>4.414,46</b>	<b>540.224,31</b>
<b>Enterprise Value</b>	<b>153.461,29</b>					
- Debt		186.290,85				
<b>Equity Value</b>		<b>(32.829,56)</b>				

---

### 7.4.3 PETROLERAS CON COMERCIALIZACIÓN DE ELECTRICIDAD

---

Period	2019	2020	2021	2022	2023
Revenues	4.853,38	10.363,30	31.392,95	71.095,98	183.663,34
COGS	34.411,73	36.275,42	42.314,22	53.528,08	84.888,94
<b>Gross Margin</b>	<b>(29.558,35)</b>	<b>(25.912,12)</b>	<b>(10.921,26)</b>	<b>17.567,90</b>	<b>98.774,40</b>
Fixed Costs	11.800,00	11.941,60	12.084,90	12.229,92	12.376,68
<b>EBITDA</b>	<b>(41.358,35)</b>	<b>(37.853,72)</b>	<b>(23.006,16)</b>	<b>5.337,98</b>	<b>86.397,72</b>
Depreciation	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58
<b>EBIT</b>	<b>(60.295,93)</b>	<b>(56.791,30)</b>	<b>(41.943,74)</b>	<b>(13.599,60)</b>	<b>67.460,15</b>
Interests	6.867,79	8.151,51	9.008,51	9.004,72	6.456,47
<b>EBT</b>	<b>(67.163,72)</b>	<b>(64.942,81)</b>	<b>(50.952,25)</b>	<b>(22.604,31)</b>	<b>61.003,68</b>
Taxes	(10.074,56)	(9.741,42)	(7.642,84)	(3.390,65)	9.150,55
<b>Net Income</b>	<b>(57.089,17)</b>	<b>(55.201,39)</b>	<b>(43.309,41)</b>	<b>(19.213,67)</b>	<b>51.853,12</b>
Less Preferred dividends					
<b>Net Income available</b>	<b>(57.089,17)</b>	<b>(55.201,39)</b>	<b>(43.309,41)</b>	<b>(19.213,67)</b>	<b>51.853,12</b>

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**

Anexos

Period	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Fixed Assets		157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00
Acc. Depreciation		18.937,58	37.875,15	56.812,73	75.750,30	94.687,88
<b>Net Fixed Assets</b>		<b>138.812,42</b>	<b>119.874,85</b>	<b>100.937,27</b>	<b>81.999,70</b>	<b>63.062,12</b>
Inventories						
Receivables						
Cash		3.190,10	3.697,94	4.077,58	4.171,88	3.462,50
<b>Current Assets</b>		<b>3.190,10</b>	<b>3.697,94</b>	<b>4.077,58</b>	<b>4.171,88</b>	<b>3.462,50</b>
<b>Total Assets</b>		<b>142.002,52</b>	<b>123.572,79</b>	<b>105.014,86</b>	<b>86.171,58</b>	<b>66.524,63</b>
Shares (Stock)						
Other (Reserves, ...)			(57.089,17)	(112.290,55)	(155.599,96)	(174.813,63)
Net Income available		(57.089,17)	(55.201,39)	(43.309,41)	(19.213,67)	51.853,12
<b>Equity</b>		<b>(57.089,17)</b>	<b>(112.290,55)</b>	<b>(155.599,96)</b>	<b>(174.813,63)</b>	<b>(122.960,50)</b>
<b>Non Current Liabilities</b>		<b>183.141,20</b>	<b>217.373,63</b>	<b>240.226,90</b>	<b>240.125,79</b>	<b>172.172,61</b>
Notes Payable		13.081,51	15.526,69	17.159,06	17.151,84	12.298,04
Accounts Payable		1.414,18	1.490,77	1.738,94	2.199,78	3.488,59
Accrued Accounts		1.454,79	1.472,25	1.489,92	1.507,80	1.525,89
<b>Current Liabilities</b>		<b>15.950,49</b>	<b>18.489,71</b>	<b>20.387,92</b>	<b>20.859,42</b>	<b>17.312,52</b>
<b>Total Equity &amp; Liabi</b>		<b>142.002,52</b>	<b>123.572,79</b>	<b>105.014,86</b>	<b>86.171,58</b>	<b>66.524,63</b>
EFN						
NOPAT		(51.251,54)	(48.272,60)	(35.652,18)	(11.559,66)	57.341,13
Depreciation		18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58
<b>OCF</b>		<b>(32.313,96)</b>	<b>(29.335,03)</b>	<b>(16.714,60)</b>	<b>7.377,92</b>	<b>76.278,70</b>
- CAPEX		(157.750,00)				
- ΔNWK		(321,12)	(413,80)	(113,81)	384,42	2.016,28
<b>Free Cash Flows</b>		<b>(190.385,09)</b>	<b>(29.748,82)</b>	<b>(16.828,41)</b>	<b>7.762,34</b>	<b>78.294,98</b>
Terminal value						525.365,67
<b>Total Free Cash Flows</b>		<b>(190.385,09)</b>	<b>(29.748,82)</b>	<b>(16.828,41)</b>	<b>7.762,34</b>	<b>603.660,65</b>
<b>Enterprise Value</b>	<b>201.400,61</b>					
- Debt		172.172,61				
<b>Equity Value</b>	<b>29.228,00</b>					

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**

Anexos

---

**7.4.4 PETROLERAS SIN COMERCIALIZACIÓN ELÉCTRICA**

---

Revenues	4.853,38	10.363,30	31.392,95	71.095,98	183.663,34
COGS	34.474,87	36.411,85	42.732,46	54.486,65	87.394,93
<b>Gross Margin</b>	<b>(29.621,49)</b>	<b>(26.048,55)</b>	<b>(11.339,51)</b>	<b>16.609,33</b>	<b>96.268,41</b>
Fixed Costs	11.800,00	11.941,60	12.084,90	12.229,92	12.376,68
<b>EBITDA</b>	<b>(41.421,49)</b>	<b>(37.990,15)</b>	<b>(23.424,41)</b>	<b>4.379,41</b>	<b>83.891,73</b>
Depreciation	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58
<b>EBIT</b>	<b>(60.359,07)</b>	<b>(56.927,73)</b>	<b>(42.361,98)</b>	<b>(14.558,16)</b>	<b>64.954,15</b>
Interests	6.869,68	8.157,61	9.027,46	9.053,41	6.582,73
<b>EBT</b>	<b>(67.228,75)</b>	<b>(65.085,34)</b>	<b>(51.389,44)</b>	<b>(23.611,57)</b>	<b>58.371,42</b>
Taxes	(10.084,31)	(9.762,80)	(7.708,42)	(3.541,74)	8.755,71
<b>Net Income</b>	<b>(57.144,43)</b>	<b>(55.322,54)</b>	<b>(43.681,03)</b>	<b>(20.069,84)</b>	<b>49.615,71</b>
Less Preferred dividends					
<b>Net Income available</b>	<b>(57.144,43)</b>	<b>(55.322,54)</b>	<b>(43.681,03)</b>	<b>(20.069,84)</b>	<b>49.615,71</b>

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)**

Anexos

Period	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Fixed Assets		157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00	157.750,00
Acc. Depreciation		18.937,58	37.875,15	56.812,73	75.750,30	94.687,88
<b>Net Fixed Assets</b>		<b>138.812,42</b>	<b>119.874,85</b>	<b>100.937,27</b>	<b>81.999,70</b>	<b>63.062,12</b>
Inventories						
Receivables						
Cash		3.191,34	3.701,39	4.088,24	4.198,31	3.531,20
<b>Current Assets</b>		<b>3.191,34</b>	<b>3.701,39</b>	<b>4.088,24</b>	<b>4.198,31</b>	<b>3.531,20</b>
<b>Total Assets</b>		<b>142.003,76</b>	<b>123.576,24</b>	<b>105.025,52</b>	<b>86.198,01</b>	<b>66.593,32</b>
Shares (Stock)						
Other (Reserves, ...)			(57.144,43)	(112.466,97)	(156.148,00)	(176.217,84)
Net Income available		(57.144,43)	(55.322,54)	(43.681,03)	(20.069,84)	49.615,71
<b>Equity</b>		<b>(57.144,43)</b>	<b>(112.466,97)</b>	<b>(156.148,00)</b>	<b>(176.217,84)</b>	<b>(126.602,12)</b>
<b>Non Current Liabilities</b>		<b>183.191,52</b>	<b>217.536,27</b>	<b>240.732,30</b>	<b>241.424,28</b>	<b>175.539,45</b>
Notes Payable		13.085,11	15.538,31	17.195,16	17.244,59	12.538,53
Accounts Payable		1.416,78	1.496,38	1.756,13	2.239,18	3.591,57
Accrued Accounts		1.454,79	1.472,25	1.489,92	1.507,80	1.525,89
<b>Current Liabilities</b>		<b>15.956,68</b>	<b>18.506,93</b>	<b>20.441,21</b>	<b>20.991,57</b>	<b>17.656,00</b>
<b>Total Equity &amp; Liabi</b>		<b>142.003,76</b>	<b>123.576,24</b>	<b>105.025,52</b>	<b>86.198,01</b>	<b>66.593,32</b>
EFN						
NOPAT		(51.305,21)	(48.388,57)	(36.007,68)	(12.374,44)	55.211,03
Depreciation		18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58	18.937,58
<b>OCF</b>		<b>(32.367,63)</b>	<b>(29.450,99)</b>	<b>(17.070,11)</b>	<b>6.563,14</b>	<b>74.148,61</b>
- CAPEX		(157.750,00)				
- ΔNWK		(319,77)	(412,99)	(109,44)	390,86	2.037,60
<b>Free Cash Flows</b>		<b>(190.437,40)</b>	<b>(29.863,98)</b>	<b>(17.179,55)</b>	<b>6.953,99</b>	<b>76.186,21</b>
Terminal value						511.215,66
<b>Total Free Cash Flows</b>		<b>(190.437,40)</b>	<b>(29.863,98)</b>	<b>(17.179,55)</b>	<b>6.953,99</b>	<b>587.401,87</b>
<b>Enterprise Value</b>	<b>189.315,08</b>					
- Debt	175.539,45					
<b>Equity Value</b>	<b>13.775,63</b>					

## Capítulo 8 REFERENCIAS

Administration, N. O. (s.f.).

Boletín Oficial del Estado. (2019). Real Decreto 132/2019, de 8 de marzo, por el que se acuerda la concesión directa de las ayudas del programa MOVES a las comunidades autónomas y las ciudades de Ceuta y Melilla.

Boletín Oficial del Estado. (2019). Real Decreto 72/2019, de 15 de febrero, por el que se regula el programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (Programa MOVES).

Boletín Oficial del Estado. (2019). Real Decreto 72/2019, de 15 de febrero, por el que se regula el programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (Programa MOVES).

Charles W. Botsford, P. (2018). *The Successful Business Models of EV Charging.*, (pág. 6). Kobe.

Cotizalia. (2 de 1 de 2019). *El Confidencial*. Obtenido de [https://www.elconfidencial.com/economia/2019-01-02/vehiculos-electricos-espana-dobla-matriculaciones\\_1735962/](https://www.elconfidencial.com/economia/2019-01-02/vehiculos-electricos-espana-dobla-matriculaciones_1735962/)

Electromaps. (2019). Obtenido de <https://www.electromaps.com/mapa>

Electromaps. (2019).

Fundación Asturiana de Energía. (s.f.). Recarga del Vehículo eléctrico.

García, G. (25 de Febrero de 2019). *Híbridos y eléctricos*. Obtenido de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/sector/vehiculos-electricos-baten-records-2018-aumentan-ventas-74/20190225121317025930.html>

García, G. (25 de Febrero de 2019). *Híbridos y Eléctricos*. Obtenido de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/sector/vehiculos->

- electricos-baten-records-2018-aumentan-ventas-74/20190225121317025930.html
- Gonzalez, A. (2017). *Alberto Gonzalez*. Obtenido de <https://www.albertogonzalezseo.com/precio-posicionamiento-web/>
- Iberdrola. (2019). Plan 3.0. España. Obtenido de <https://es.support.somenergia.coop/article/176-que-horarios-tienen-los-periodos-de-la-tarifa-3-0a>
- Ibil. (s.f.). Obtenido de <https://www.ibil.es/index.php/es/que-necesito/servicio-integral-de-recarga/red-publica-de-recarga>
- ICO. (2019). *ICO*. Obtenido de <https://www.ico.es/web/ico/ico-empresas-y-emprendedores/-/lineasICO/view?tab=tipolInteres>
- IDAE. (2019). *IDAE*. Obtenido de IDAE: Tarifa Potencia (kw) Tensión 3.0 A 15<P<450 Baja 3.1 P<450 kw Alta 6.1 P>450 kw Alta
- IDAE. (2019). Informe de precios energéticos regulados.
- Junta de Castilla y León. (2019). *Sede Electrónica*. Obtenido de Subvenciones para la movilidad eléctrica y sostenible: [file:///Users/javierzumarraga/Downloads/IAPA\\_2052\\_2121+Anexo+I+Actuaciones+Subvencionables,0.pdf](file:///Users/javierzumarraga/Downloads/IAPA_2052_2121+Anexo+I+Actuaciones+Subvencionables,0.pdf)
- Junta de Castilla y León. (2019). *Sede Electrónica de Castilla y León*. Obtenido de Tramita Castilla y León: [https://www.tramitacastillayleon.jcyl.es/web/jcyl/AdministracionElectronica/es/Plantilla100Detalle/1251181050732/\\_/1284864595798/Propuesta](https://www.tramitacastillayleon.jcyl.es/web/jcyl/AdministracionElectronica/es/Plantilla100Detalle/1251181050732/_/1284864595798/Propuesta)
- Lutsey, D. H. (9 de Febrero de 2018). *The International Council on Clean Transportation*. Obtenido de The International Council on Clean Transportation: <https://theicct.org/publications/EV-battery-manufacturing-emissions>

- Máñez, S. (2018). *Spira Dreams* . Obtenido de Spira Dreams :  
<https://spiradreams.com/cuanto-cuesta-el-mantenimiento-de-una-app/>
- Ministerio de Fomento. (s.f.). Obtenido de  
<http://mapas.fomento.gob.es/mapatrafico/2017/>
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2019). Conceptos por los que pago en mi factura de electricidad.
- Niclas Rolander, J. S. (2018). Lithium Batteries' Dirty Secret: Manufacturing Them Leaves Massive Carbon Footprint. *Industry Week*.
- Ortiz, S. S. (2018). El Ayuntamiento va a instalar 20 puntos de recarga rápida para coches eléctricos. *Ser*.
- Pérez-Barco, M. J. (11 de Marzo de 2019). ABC. Obtenido de ABC:  
[https://www.abc.es/economia/abci-empresas-enchufan-negocio-electrolineras-201903110131\\_noticia.html](https://www.abc.es/economia/abci-empresas-enchufan-negocio-electrolineras-201903110131_noticia.html)
- propia, E. (s.f.). Obtenido de  
<https://es.statista.com/estadisticas/730785/numero-de-vehiculos-hibridos-electricos-por-comunidad-autonoma-espana/>
- Redacción. (24 de 11 de 2015). *El Periodico de la Energía*. Obtenido de  
<https://elperiodicodelaenergia.com/cnmc-las-comercializadoras-electricas-han-elevado-un-30-sus-margenes-tras-tras-la-entrada-del-pvpc/>
- REE. (2019). *Red Eléctrica de España*. Obtenido de Red 21:  
<https://www.ree.es/es/red21/vehiculo-electrico#>
- Research and markets. (2019). *Global Electric Vehicle Charging Infrastructure Market (2019-2025)*.
- Wikipedia*. (s.f.). Obtenido de  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Autov%C3%ADa\\_del\\_Norte](https://es.wikipedia.org/wiki/Autov%C3%ADa_del_Norte)
- WMO. (s.f.). *El País*. Obtenido de El País.

