

# ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS ESCENARIOS DE IMPLANTACIÓN DE LOS SIRVE

## SIRVE

### SISTEMAS INTEGRADOS PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

#### *Socios del proyecto:*

---



#### *Colaborador:*

---



*Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación en el  
Subprograma INNPACTO 2011*

---



## ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. PANORAMA ACTUAL .....	4
Ámbito Económico .....	4
Ámbito Tecnológico.....	9
Ámbito Ecológico .....	10
Ámbito Político y Legal .....	15
3. ANÁLISIS DE LA OFERTA .....	18
4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	20
5. PRESENTACIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS PARA EL SIRVE1 .....	23
Estimación del precio del repostaje de un vehículo eléctrico.....	23
Estimación del coste energético.....	24
Análisis económico sin instalación fotovoltaica.....	28
Análisis económico con instalación fotovoltaica.....	31
6. PRESENTACIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS PARA EL SIRVE2 .....	43
7. CONCLUSIONES .....	44

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, se consume cerca de 84 millones de barriles de petróleo por día en todo el mundo, con una tendencia en crecimiento estimada en 112 millones de barriles diarios para el 2020. Actualmente, se utiliza cuatro veces la cantidad de petróleo descubierto y con este ratio es imposible su rentabilidad. Esto no significa que el petróleo se vaya a acabar a corto plazo, pero extraer lo que queda se va haciendo cada vez más difícil y más costoso. El suministro futuro depende de nuevos yacimientos de pequeño tamaño y de la mejora en las tecnologías de extracción de los grandes pozos ya existentes, en su mayoría descubiertos en la década de los 70.

Por otra parte, el entorno energético mundial está fuertemente influenciado por constantes incertidumbres vinculadas a la volatilidad de los precios de la energía, afectados principalmente por agentes geopolíticos de algunos países exportadores de hidrocarburos. La dependencia energética de Europa es una realidad, y España no escapa a ella, ya que debe importar los hidrocarburos necesarios para satisfacer la demanda interior, esto se traduce a que nuestra economía se vea perjudicada, desde la perspectiva de la competitividad, dado que parte de la riqueza producida por nuestros sectores productivos terminan en los países exportadores. Así mismo, existe otro problema, el cual no se debe obviar y son los riesgos con la garantía del suministro y el impacto de los gases de efecto invernadero.

En España, el sector transporte representa el 39% (IDAE) del consumo de energía total, el cual presenta dos características importantes que son: la dependencia energética de los hidrocarburos y las emisiones de CO<sub>2</sub>. En este sentido, para enfrentar estos retos y cumplir con los objetivos de eficiencia energética y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero propuestos para el 2020, una de las alternativas que tiene mejor aceptación en la sociedad, es el desarrollo y uso en el parque automovilístico de los vehículos eléctricos.

El proyecto SIRVE da respuesta a esta necesidad, por lo que evaluará económicamente los prototipos SIRVE 1 y SIRVE 2 para la recarga del vehículo eléctrico, integrando los sistemas de almacenaje, generación distribuida y gestión del sistema. Así mismo, este documento representa el desarrollo de la tarea **T 3.2, Análisis Económico de Escenarios, que consiste en la evaluación económica de los posibles escenarios de implantación de los dispositivos SIRVE.**

Por lo anteriormente indicado, se presenta el sistema SIRVE en diferentes escenarios, dentro panorama actual que abarca los aspectos económicos, tecnológicos, ecológicos y legales, finalizando con la viabilidad económica y las conclusiones.

## 2. PANORAMA ACTUAL

### Ámbito Económico

La crisis económica mundial se manifestó inicialmente en el año 2007 en los EEUU, debido a los altos precios de las materias primas, la especulación (bienes, servicios y productos), situación ficticia del crédito, elevada inflación y la amenaza latente de una recesión global. Todos estos factores en conjunto, han afectado de forma negativa a la economía Europea, y por lo tanto a la Española. A continuación, se presenta la incidencia de la crisis económica en el PIB de las principales economías europeas.

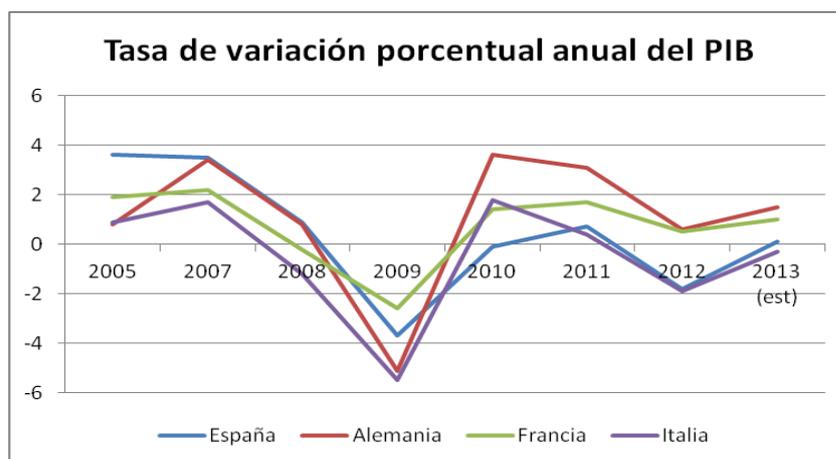


Gráfico 1. PIB de las Principales Economías de Europa. Fuente: INE

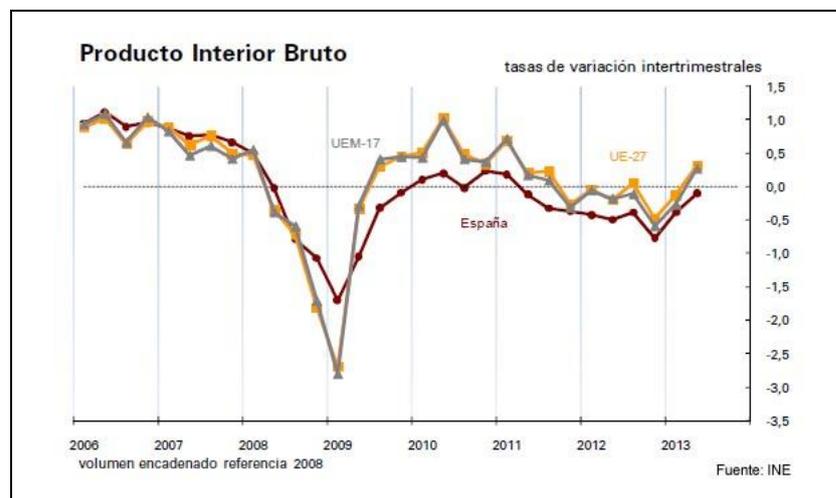


Gráfico 2. PIB de España. Fuente: INE

Como se puede ver, el primer trimestre del 2008 y como principales consecuencias, el PIB español sufre una fuerte caída y un gran impacto en el sistema financiero nacional, sin dejar de mencionar la caída del sector de la construcción entre otros. Según el Instituto Nacional de Estadística: *“el PIB español desde la óptica del gasto, se observa en este trimestre una menor contribución negativa de la demanda nacional y una menor contribución, positiva, del sector exterior al crecimiento*

agregado, ambas de igual cuantía. Así, la aportación de la demanda nacional al PIB se sitúa en  $-1,2$  puntos, medio punto menos negativa que en el trimestre precedente, y la demanda externa reduce su contribución al crecimiento, de 2.5 a 2.0 puntos.”

Por otra parte, la energía es necesaria en cualquiera de sus formas para la humanidad, ya que sin ella no es posible lograr los avances tecnológicos, sociales, y económicos, que se traducen en una mejora de la calidad de vida de los habitantes del planeta. En España, el consumo de energía del sector transporte es muy importante, ya que representa aproximadamente el 40 % del total para el año 2013.

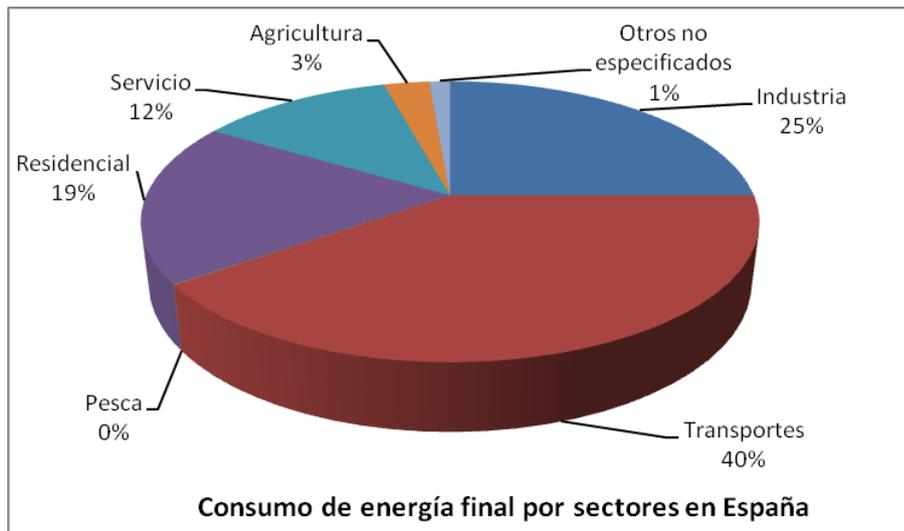


Gráfico 3. Consumo de Energía Final por Sectores en España. Fuente: IDAE

El consumo de carburantes en el sector del transporte por carretera es de unos 7.000 millones de litros de gasolina, 39.000 millones de litros de gasóleo, y unos 200 de biodiesel al año, que se reparten de la siguiente forma:

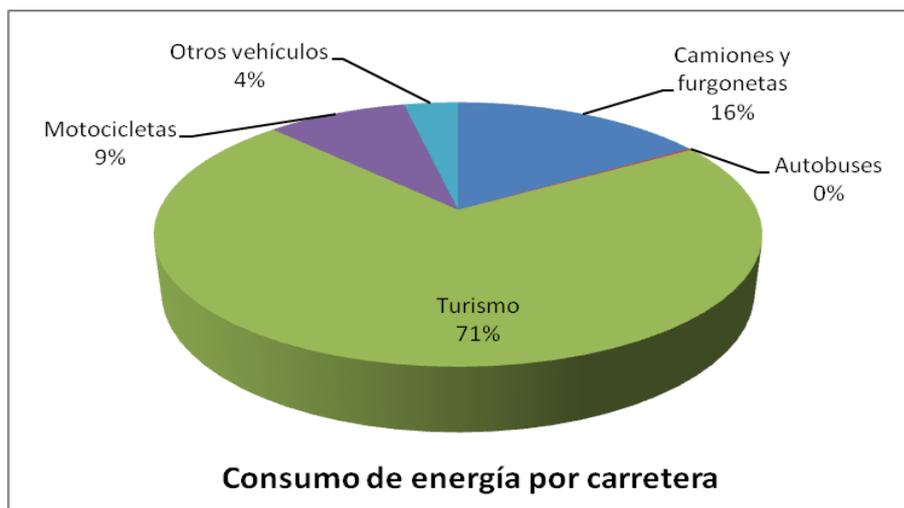


Gráfico 4. Consumo de Energía por Carretera. Fuente: IDEA y DGT

En el año 2010, el IDAE pronosticó que circularían en España 250.000 vehículos verdes (1,1% del parque automovilístico) para el año 2014. Sin embargo, debido a la situación económica las ventas reales difieren de dichas estimaciones. Ya que según datos obtenidos de ANFAC en el año 2013 se vendieron en España 11.105 coches

verdes (10.294 híbridos y 811 eléctricos), una cifra que se espera superar en el 2014, pero está lejana de los pronósticos realizados. En la tabla 01 se muestra como se reparte la cuota de mercado para el año 2013 en función del tipo de carburante que utiliza el vehículo.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total Año
<b>Gasolina</b>	28,2	31,1	34,9	31,9	32,3	33,2	31,4	28,7	29,1	28,7	29,9	30,2	31,1
<b>Diesel</b>	69,5	67,7	63,9	66,7	66,5	65,7	67,3	69,8	69,2	69,3	68,4	67,8	67,4
<b>Híbrido + Eléctrico</b>	2,3	1,2	1,2	1,4	1,3	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	1,7	2,0	1,5

Tabla 1. Cuota de mercado de los vehículos por combustible para el año 2013. Fuente:ANFAC.

COMUNIDAD	ELÉCTRICOS	HÍBRIDOS
Andalucía	58	1.628
Aragón	24	193
Asturias	11	137
Baleares	24	211
Canarias	19	365
Cantabria	3	59
Castilla la Mancha	19	274
Castilla León	30	221
Cataluña	144	2.577
Ceuta y Melilla	0	14
Comunidad Valenciana	40	738
Extremadura	8	60
Galicia	20	379
La Rioja	5	56
Madrid	352	2.832
Murcia	15	124
Navarra	9	109
País Vasco	30	317
<b>TOTAL</b>	<b>811</b>	<b>10.294</b>

Cuadro 01: Relación de vehículos matriculados eléctricos e híbridos en 2013. Fuente: IDAE

Además se conocen ya los datos de los vehículos vendidos en el primer trimestre del 2014, se confirma la introducción en el mercado del vehículo eléctrico frente a otras tecnologías. Ya que las matriculaciones han aumentado en un 5,6%, si se comparan con el mismo trimestre del año anterior, esto se traduce en la venta de 75 vehículos eléctricos. Por su parte, las ventas de vehículos con sistema de propulsión híbrido contabilizaron 2.344 unidades, lo que supone un descenso del 10,47 %. Esta tendencia a la baja también se mantiene para los vehículos híbridos, ya que se produce un descenso del 4,8 %, lo que suponen unas ventas de 773 vehículos en comparación a los 812 del año anterior. Estas cifras muestran una tendencia al alza, ya que para el primer semestre del 2010 solo estaban matriculados 16 coches eléctricos en España.

Si se realiza una comparativa entre todos los vehículos eficientes que existen en el mercado y se muestra su evolución hasta el año 2012 se obtiene la gráfica 5:

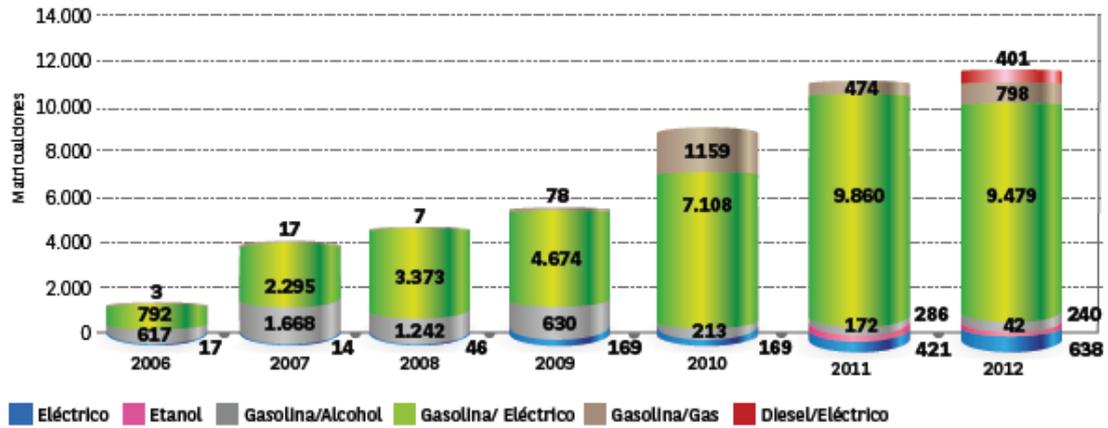


Gráfico 5: Evolución matriculados otros combustibles. Fuente DGT

En la gráfica anterior se puede apreciar que el total de vehículos eficientes matriculados en el 2012 fue de 11.598 unidades, lo que supone un aumento del 3,4 % con respecto al año anterior. Más concretamente los vehículos híbridos representan un 85 % del total, por lo tanto es la tecnología que más se ha introduciendo en el mercado aunque ya comienza a sufrir un retroceso. Este retroceso choca con el aumento que se aprecia en los vehículos eléctricos que para ese mismo periodo ascendieron en un 51,5 %, hasta alcanzar las 638 matriculados a finales del 2012.

Partiendo de los datos de mercado totales se pasa a desglosar cómo evolucionan los vehículos eficientes en dos sectores muy representativos: a nivel empresarial y en el caso de los vehículos de renting, ya que para ambos el transporte es un factor primordial en el desarrollo de sus actividades. Si primero se realiza la comparativa para el sector empresarial se obtienen la gráfica 6:

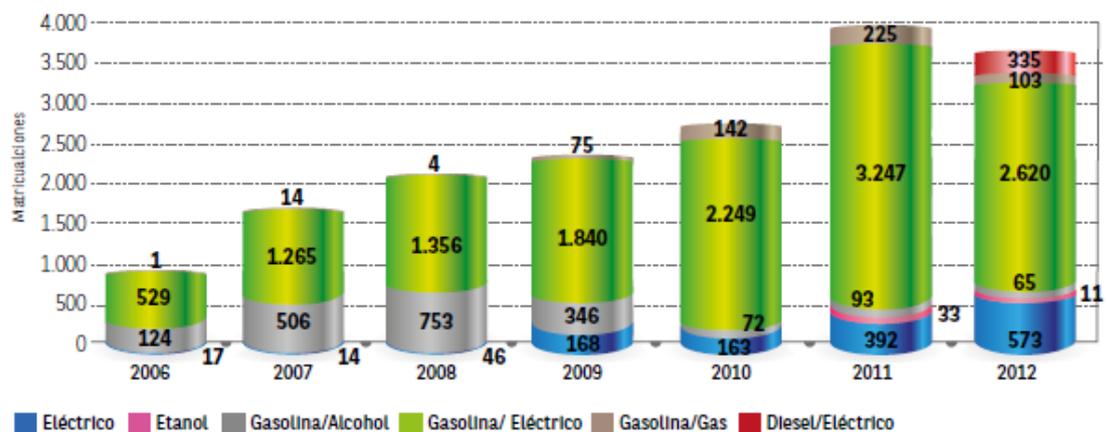


Gráfico 6: Evolución matriculados otros combustibles en sector empresarial. Fuente DGT

Donde se muestra que la apuesta por los vehículos eficientes se redujo en el 2012, al adquirir un 7,1 % menos, contabilizando 3.707 matriculados para ese periodo. Esta reducción fue muy significativa en los vehículos híbridos, ya que esa fue la tecnología que más se redujo, al contrario le sucede al vehículo eléctrico que casi se duplicó su número en ventas en este canal hasta alcanzar las 573 unidades. Algo similar ocurre en el sector de los vehículos de renting donde los datos obtenidos se reflejan en la gráfica 7:

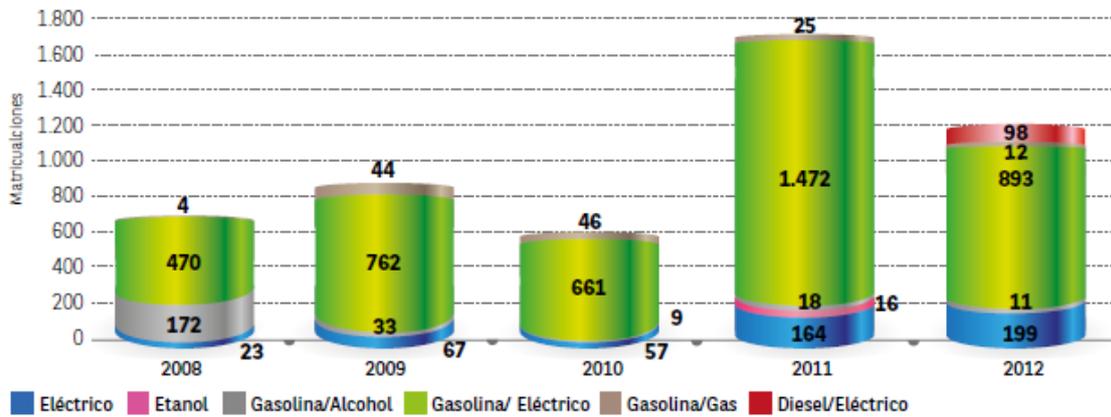


Gráfico 7: Evolución matriculados otros combustibles en vehículos de renting. Fuente DGT

En este caso las matriculaciones de vehículos eficientes retrocedieron en un 31% en 2012 situándose en 1.213 unidades, con lo que las cifras son mucho más significativas. Al igual que en el caso anterior los vehículos híbridos fueron los que más cayeron, en torno a un 40 %, mientras que los eléctricos vuelve a ser la tecnología que más creció en un 21 %, alcanzando la cifra de 199 unidades matriculadas en el 2012.

Con esto se demuestra que las tendencias del mercado están cambiando, ya que los vehículos híbridos, que era la tecnología más extendida está en retroceso, dejando paso al vehículo eléctrico que es el que experimenta un mayor aumento en el último año, por lo que es fácil llegar a la conclusión de que el mercado del vehículo eléctrico seguirá creciendo en los próximos años, cada vez a un mayor ritmo en todos los sectores.

Para que se refleje este crecimiento en las ventas de vehículos eléctricos es necesario que se desarrollen las infraestructuras que puedan ofrecerles las coberturas que necesitan. En este sentido IHS, desarrolló un estudio donde se estima el crecimiento en la instalación de puntos de recarga rápida. En él se preveía que a finales del 2013, existiesen 5.900 estaciones de recarga rápida, aumentando esta cifra hasta los 15.200 puntos para el 2014. Estos valores son demasiado optimistas, pero la tendencia al alza si se está produciendo actualmente, aunque su verdadero despegue se espera a partir del año 2020.

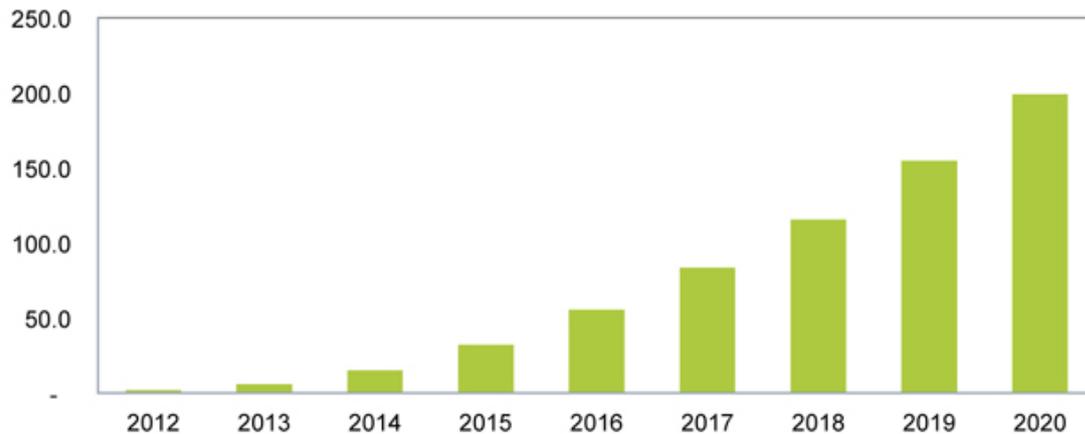


Gráfico 8: Estimación del desarrollo de la instalación de punto de carga rápida

En definitiva, Europa presenta un futuro con importantes oportunidades para el vehículo eléctrico, porque el sector transporte es clave para el cumplimiento de compromisos, tanto económicos como ambientales adquiridos por la Unión Europea; sin embargo, se necesita acelerar la adquisición masiva del vehículo eléctrico para la transformación del sector transporte.

### Ámbito Tecnológico

Durante el siglo XIX, las investigaciones desarrolladas en el campo del electromagnetismo avanzaron con rapidez y sus primeras aplicaciones fueron realizadas en el motor eléctrico. Tras los primeros experimentos de Jedlik y Thomas Davenport fabricaron el primer vehículo eléctrico en 1838, seguidamente Robert Davidson logró mover una locomotora a 6 km/h sin usar ni carbón ni vapor. Así mismo, el primer carruaje eléctrico de tracción con batería no recargable se inventó en el período de 1832 a 1839 por Robert Anderson y las primeras baterías recargables aparecieron en 1880. Durante el inicio del siglo XX existió una gran demanda del coche eléctrico, por encima del coche de vapor y de gasolina, sin embargo se impuso el de gasolina por su grado de autonomía y prestaciones.

Con el paso del tiempo, el automóvil pasó de ser un lujo a una necesidad. El desarrollo social y económico alcanzado en el siglo XX, propició un importante aumento en la movilidad de las personas, lo que ha derivado en un crecimiento de la dependencia del petróleo y una gran contaminación ambiental.

La industria del automóvil a nivel mundial, desde hace décadas ha retomado el desarrollo del coche eléctrico, razón por la cual España ha tenido que adecuarse a dichos progresos y es uno de los primeros países pioneros en aplicar la tecnología más sofisticada en este ámbito, destacando entre las soluciones más eficientes, los puntos de recarga.

Uno de los motivos por los que se favorece el desarrollo del vehículo eléctrico es el de intentar disminuir la dependencia energética actual con el petróleo, ya que el aumento del precio de los carburantes es una tónica general desde hace años. En la

Figura 1 se muestra la diferencia de costes que existe entre la utilización de un tipo de vehículo u otro en función de la tecnología. Como se puede apreciar la diferencia entre el coche estándar y uno eléctrico con el uso de renovables es de más de 7 € por cada 100 km que recorra.

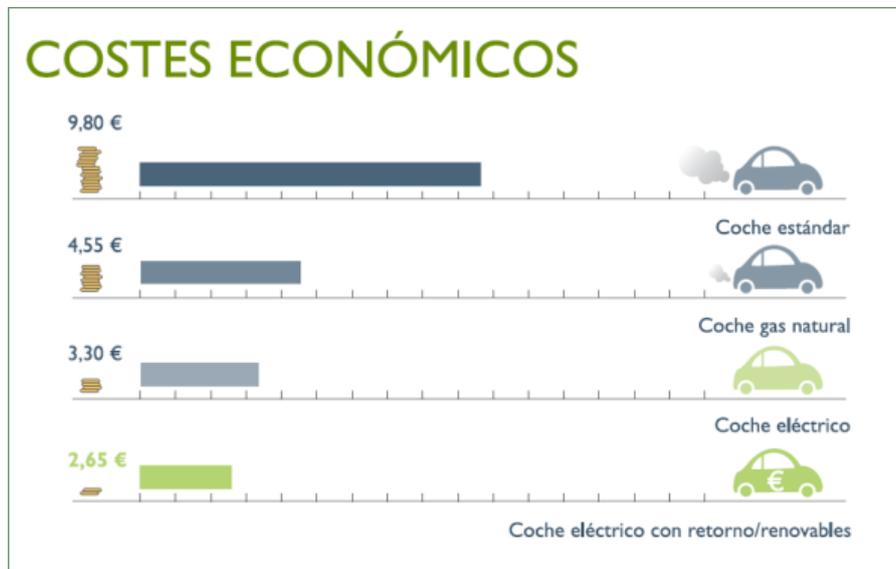


Figura 1: Costes en el uso en función de la tecnología utilizada.

A través del Plan Movele, el Ministerio de Industria ha promovido el lanzamiento del vehículo eléctrico, y esto ha generado que muchas empresas se adapten a las necesidades del mercado. Este medio de transporte está compuesto por una gran batería de litio, que debido a su gran peso y poca autonomía requiere de intensos cuidados. Aunque existen muchos progresos, muchas empresas han de llegar a acuerdos para poder posicionarse en este nuevo mercado, tales como:

- Nissan - NEC (baterías). Renault se beneficia de la alianza con Nissan
- Mitsubishi - Yuasa (baterías). PSA tiene un acuerdo con Mitsubishi
- Toyota / Lexus - Panasonic (baterías)

Actualmente los vehículos eléctricos se están comercializando en España, siendo ofertados por marcas pioneras como Renault, Citroën o Peugeot, desarrollando cada uno diferente tecnología para este medio, como es el caso de la batería de litio.

Por otro lado, la electricidad es fundamental para que estos vehículos puedan funcionar, por lo que centrándonos en el suministro de energía, las compañías eléctricas se han convertido en los principales proveedores potenciales en nuestro país, aplicando unas tarifas especiales para este tipo de servicio.

## Ámbito Ecológico

Actualmente, España pasa por una etapa de conciencia social de importante relevancia en cuanto al Medio Ambiente. Esto sumado a que el precio del crudo es muy alto, hace que la población busque otras alternativas a la hora de desplazarse. De

aquí un nuevo proyecto, que es el vehículo eléctrico, nacido del Protocolo de Kyoto, que tiene por objetivo reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Hoy día, los países de la Unión Europea están implementando políticas de apoyo al vehículo eléctrico, el cual mejora la eficiencia energética, reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> y además, permite la reducción de dependencia del petróleo, junto con la utilización de fuentes de energía nacionales, que en el caso de España implica el aprovechamiento de sus fuentes de generación libres de CO<sub>2</sub>, en especial, de las energías renovables que ya representan el 20% de la generación eléctrica y que en 2020 deberán suponer el 40%.

El vehículo eléctrico es más eficiente y más respetuoso con el medioambiente que el resto de tecnologías de propulsiones actuales, porque es una oportunidad para la industria española de fabricar y desarrollar productos de más contenido tecnológico y, finalmente, porque su despliegue tiene consecuencias positivas en más de un sector (automoción, energético, TIC).

Este proyecto permite satisfacer en gran parte las necesidades de movilidad, enfocadas fundamentalmente en el ámbito urbano y de desplazamiento.

En el gráfico 9 se muestran las emisiones de CO<sub>2</sub> que genera cada tipo de vehículos en función de la tecnología que utiliza. Como puede apreciarse el coche estándar, el más usado actualmente, es el que más emisiones provoca. En cambio dichas emisiones se puede reducir totalmente si se usa el vehículo eléctrico alimentado con renovables, por tanto se demuestra que es mucho más respetuoso con el medio ambiente, de ahí que el futuro está encaminado hacia el desarrollo de dichas tecnologías.

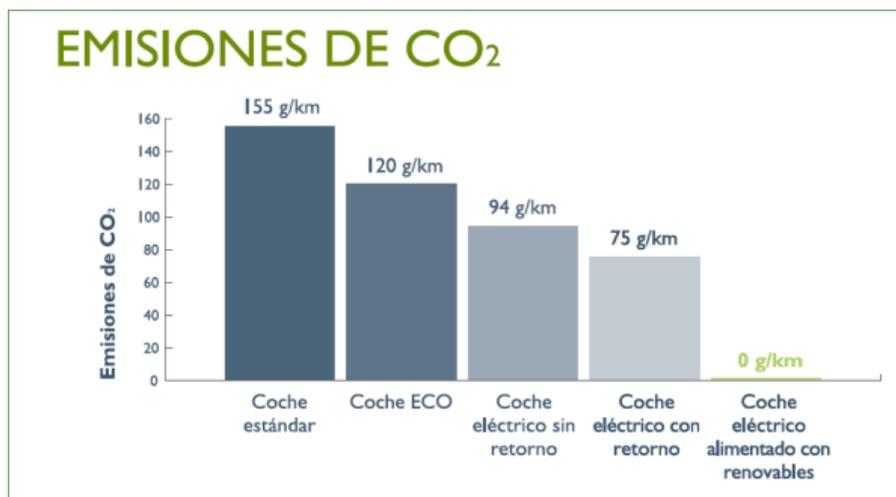


Gráfico 9: Emisiones de CO<sub>2</sub> en función de la tecnología.

En el gráfico 10 se muestra la evolución del mercado automovilístico de los turismos en función de las emisiones de CO<sub>2</sub> que producen los vehículos, en él se refleja que los vehículos más extendidos en el mercado son aquellos con menores emisiones.

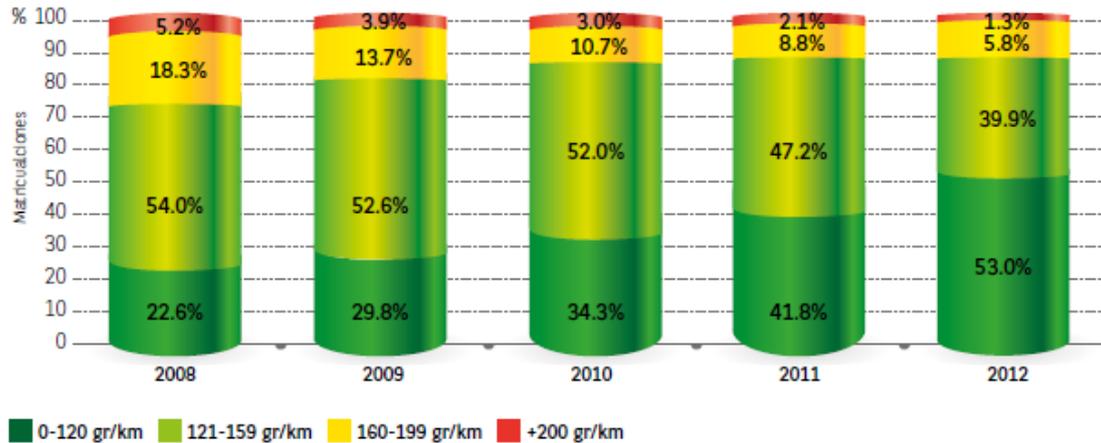


Gráfico 10: Matriculaciones de turismos por tramos de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente DGT

Esta evolución está fomentada por la supresión del impuesto de Matriculación en 2008 a los vehículos con unas emisiones por debajo de los 120 gr/km, así como la creación de un sistema de cuatro tramos impositivos según el nivel de emisiones. Estos hechos marcaron un punto de inflexión en la evolución del mercado, ya que la demanda de vehículos eficientes comenzó a aumentar, consolidándose su mercado en el 2012 con un 53 % del total. Además se añade a este hecho la disminución del precio de los vehículos eficientes, lo que favorece aún más esta consolidación. Si se centran los datos en el sector empresarial los turismos más vendidos fueron aquellos con emisiones de hasta 120 gr/km y exentos de Matriculación, llegando a un 54% del total lo que supone un importante aumento con respecto al año anterior, gráfico 11:

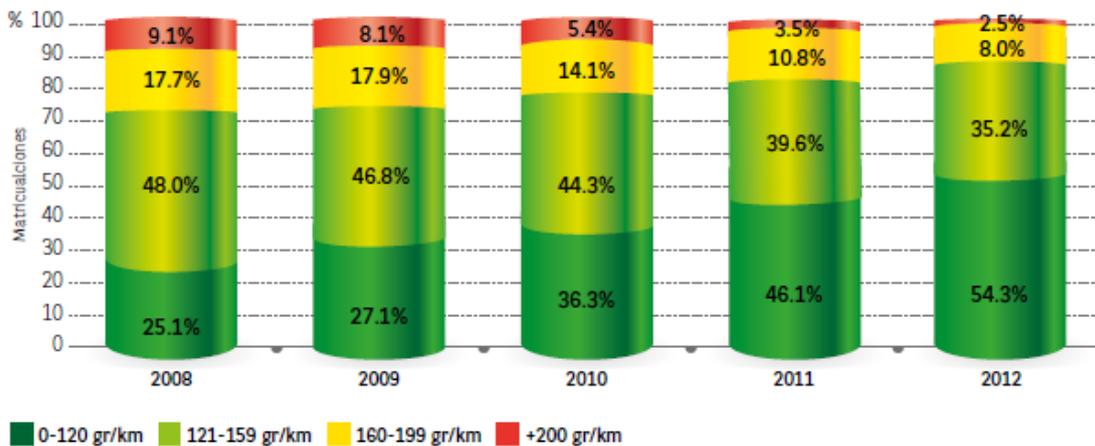


Gráfico 11: Matriculaciones de turismos en el sector empresarial por tramos de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente DGT

En el caso de la modalidad de renting, el ascenso es todavía más significativo para este tipo de vehículos, ya que se alcanza un cifra del 64,4 % para el mismo periodo de tiempo, lo que supone casi un aumento de diez puntos porcentuales, gráfico 12:

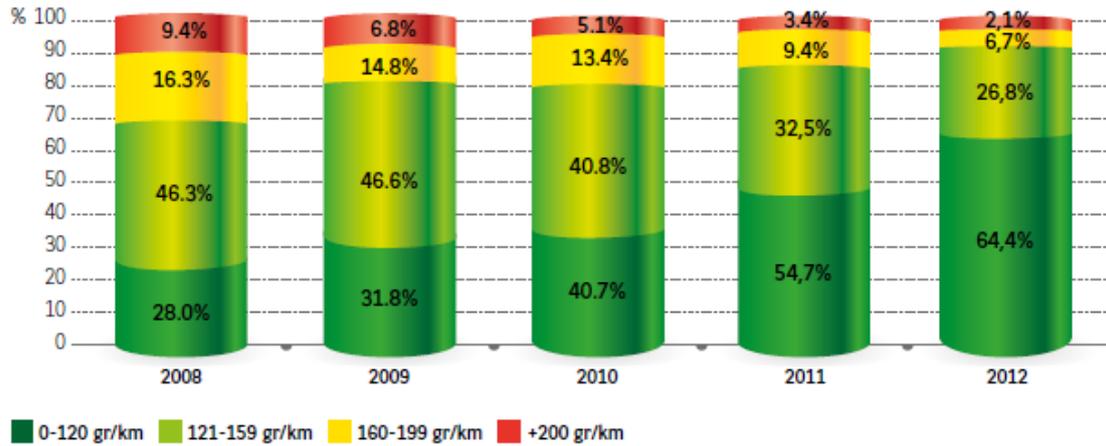


Gráfico 12: Matriculaciones de turismos en la modalidad de renting por tramos de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente DGT

Con estas cifras se demuestra que el mercado de los vehículos eficientes en los turismos se consolida, ya sea por concienciación o impulsados por los beneficios obtenidos por su adquisición. Con respecto a los vehículos comerciales, que existen en el mercado, la evolución no está tan enfocada a dichos vehículos, como se puede apreciar en el gráfico 13:

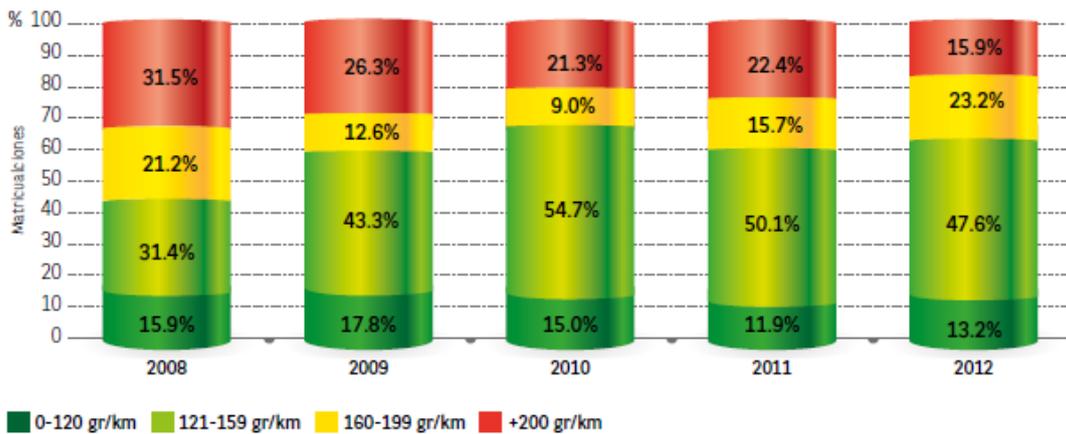


Gráfico 13: Matriculaciones comerciales por tramos de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente DGT

En este campo, como puede verse en las cifras, el tramo que más aumentó en el año 2012 fue aquel donde los vehículos tienen unas emisiones de 160 a 199 gr/km, aunque el tramo más significativo, con un 47,6 %, es el que emite entre 121 a 159 gr/km. Esta tendencia se conserva si se estudian en exclusiva los vehículos comerciales dedicados al sector empresarial, gráfica 14:

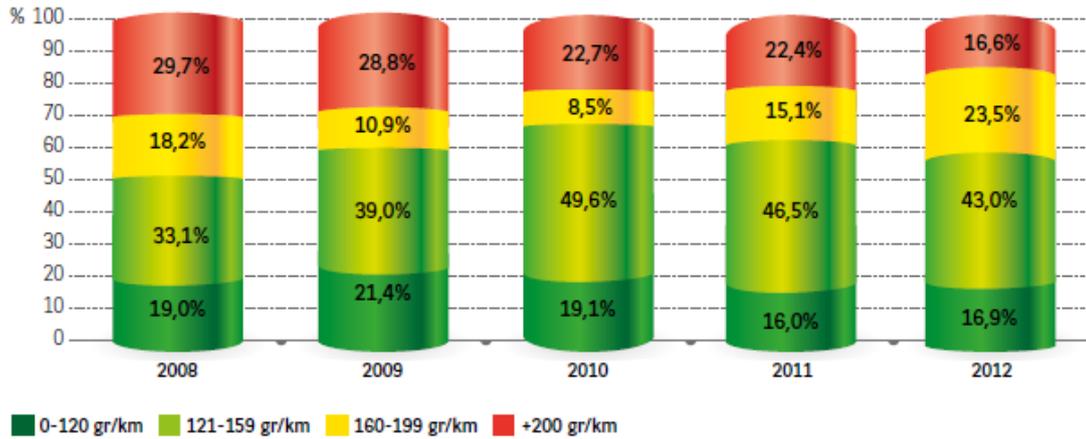


Gráfico 14: Matriculaciones comerciales en el sector empresarial por tramos de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente DGT

Lo mismo sucede para los vehículos comerciales de renting, gráfico 15. Por tanto la conclusión que se obtiene de estos datos es que los vehículos eficientes se están introduciendo de una forma más rápida en el entorno de los turismos que en el de los vehículos comerciales. Esto se puede deber a que los modelos en estos tipos de vehículos son menos numerosos y es posible que no se adapten bien a las necesidades específicas de cada actividad comercial.

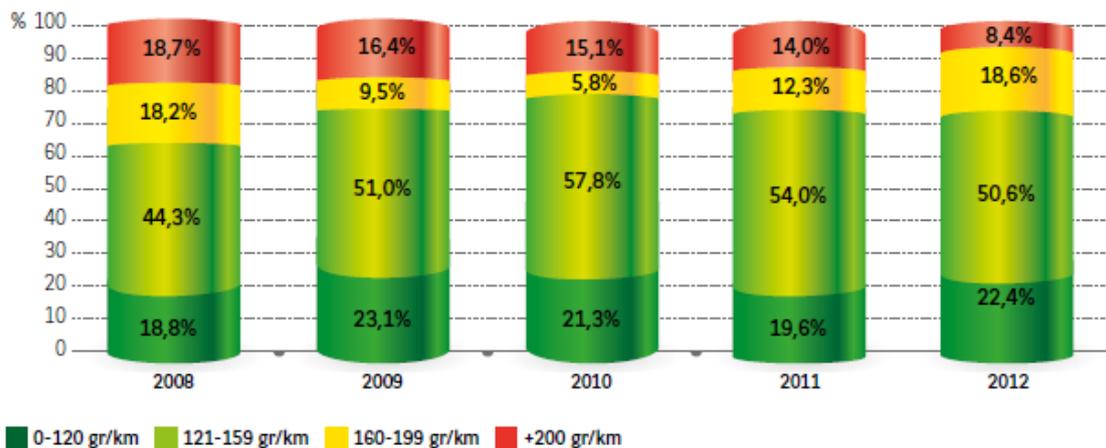


Gráfico 15: Matriculaciones comerciales en la modalidad de renting por tramos de emisiones de CO<sub>2</sub>. Fuente DGT

En esta evolución del mercado se pretende establecer este proyecto, ya que permite satisfacer gran parte de las necesidades de movilidad, enfocadas fundamentalmente en el ámbito urbano.

Por otra parte, el estudio de los factores sociales es importante, dado que afectan directamente al entorno en el cual se desarrolla nuestra actividad. Uno de ellos es la tendencia al rechazo de cambios de baterías ligado al sentido de pertenencia, porque el cliente puede pensar en el cambio de una batería más obsoleta.

## Ámbito Político y Legal

La transformación del parque automovilístico desde el sistema de combustión al eléctrico aun se encuentra en un estado incipiente, es por ello que los aspectos legales son fundamentales y actualmente se están desarrollando en las administraciones de todo el país. Muestra de ello son:

- La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico:

Hace referencia a los Productores, Operadores del Mercado, Operadores del Sistema, Transportistas, Distribuidores, Comercializadores, Consumidores y Gestores de Cargas del Sistema.

- El Real Decreto-Ley 6/2010 del 9 de abril:

Modifica al anterior con la finalidad de fomentar el empleo y la recuperación económica. El gestor de cargas tiene habilitación legal y es el nuevo agente del sector.

- El Real Decreto-Ley 647/2011 de 9 de Mayo:

Se definen los derechos y obligaciones del gestor de carga, así como también los trámites a realizar para constituirse como gestor de carga y requisitos para realizar dicha actividad. Así mismo, el gestor de recarga es un nuevo agente del sistema que está habilitado para poder revender energía eléctrica y que actuará entre el distribuidor eléctrico y el cliente. Cualquier inversor que lo desee podrá realizar esta reventa, siempre que logre una autorización administrativa para montar postes de recarga, excepto los comercializadores de último recurso (CUR), que pertenecen a las 5 grandes empresas eléctricas, y cuyo cometido es suministrar la Tarifa de Último Recurso (TUR) a los consumidores domésticos de menos de 10 kW.

En lo referente al desarrollo de nuevas tarifas eléctricas, se ha creado la tarifa “supervalle” con la finalidad de dar apoyo al vehículo eléctrico y poder ofrecer una franja horaria con una demanda eléctrica reducida y unos precios más ajustados y atractivos para la recarga de los vehículos. El Peaje de acceso 2.1DHS es de aplicación a los suministros efectuados a tensiones no superiores a 1 kV y con potencia contratada mayor de 10 kW y menor o igual a 15 kW que diferencia tres periodos tarifarios, periodo 1 (p1), periodo 2 (p2) y periodo 3 (p3) (supervalle). Dentro de este contexto, la duración de los periodos son los siguientes (todas las zonas del sistema peninsular, insular y extra peninsular):

- P1 es de 10 horas/día, desde las 13 – 23.
- P2 es de 8 horas/día, con los siguientes rangos: 0-1 ; 7 – 13 ; 23 – 24.
- P3 es de 6 horas/día, desde la 1 – 7.

Con esta tarifa se beneficiarán tanto los suministradores como los propietarios de los vehículos, que tendrán la ventaja del menor precio que tiene la energía en las horas centrales de la noche. El establecimiento de dichas tarifas reducidas supone una fortaleza para la movilidad eléctrica, más concretamente para la línea de instalación de puntos de recarga. Dichas tarifas incentivarán la compra de vehículos eléctricos y la instalación de puntos de recarga.

No obstante ya existen subvenciones y ayudas para incentivar la compra del vehículo eléctrico, ya que es un compromiso extendido por toda la UE para la implantación progresiva del vehículo eléctrico en la sociedad. Especialmente, la Comisión Europea responsable de Industria y Empresa declaró que los coches eléctricos deben tener una cuota de mercado de alrededor del 30% o 40% para el año 2020.

En función de lo indicado anteriormente, las principales ayudas que existen en la actualidad para fomentar la adquisición del vehículo eléctrico en España son:

- 2.000 Euros para coches eléctricos con una autonomía hasta 40 kilómetros.
- 4.000 Euros para coches eléctricos con una autonomía hasta 90 kilómetros.
- 6.000 Euros para coches eléctricos con una autonomía superior a los 90 kilómetros.
- Para los microbuses y los vehículos comerciales la subvención es de 15.000 euros siempre y cuando la autonomía será superior a 60 kilómetros.
- 30.000 euros es la cantidad fijada para los autobuses y autocares que tengan ese límite mínimo de 60 kilómetros de autonomía.
- Planes de ayuda para algunas comunidades (Andalucía, Castilla y León, Castilla de la Mancha, Navarra, Cataluña y Madrid) para la adquisición de vehículos y para la instalación de puntos de recarga. (MOVELE)
- Incremento de la ayuda individual correspondiente a cada vehículo cuando el mismo beneficiario adquiera más de un vehículo de la misma categoría, en el siguiente porcentaje: 15 % para los vehículos del segundo al quinto, 20 % del sexto al décimo y del 25 % del undécimo en adelante.
- Programa 'CO2TXE 2011', puesto en marcha en la Comunidad Valenciana el cual incluye ayudas directas entre 2.000 y 2.300 € para vehículos híbridos y de hasta 7.000 € para los eléctricos.
- Plan VEN (Plan Vehículo Eléctrico de Navarra) donde se conceden ayudas para particulares, empresas y flotas, de entre 1.200 a 30.000 € en función del vehículo.
- El EVE (Ente Vasco de la Energía) proporciona una subvención a fondo perdido del 10 % del coste del vehículo, impuestos incluidos, hasta un máximo de 2.000€.
- En Barcelona los propietarios de vehículos eléctricos dispondrán de un 75 % de bonificaciones en el impuesto anual de circulación, zona verde gratuita, peajes blandos, posibilidad de utilizar los carriles de alta ocupación y una prueba piloto para usuarios particulares.
- En Madrid y Sevilla, los vehículos eléctricos estarán exentos de pagar en los sistemas de estacionamiento regulado.
- En las Islas Baleares se ofrecen hasta 7.000 € para la compra de vehículos eléctricos, híbridos o con gas.
- Ayudas estatales a sectores estratégicos industriales y a la reindustrialización que promuevan planes empresariales cuyo objetivo sea el desarrollo del vehículo eléctrico.

- Medidas de apoyo a la disposición de infraestructura de recarga:
  - Garajes de empresas para flotas de vehículos eléctricos:

Concepto de Inversión	Coste elegible máximo (€)	Ayudas PAE4+ (€)
Instalación completa de un punto de recarga con potencia inferior a 40 kW	4.000	Hasta el 30% del coste elegible con un máximo de 1.200€.
Instalación completa de un punto de recarga con potencia mayor de 40 kW.	50.000	Hasta el 30% del coste elegible con un máximo de 15.000€.
Sistema centralizado de control y gestión del sistema de puntos de recarga	50.000	Hasta el 30% del coste elegible con un máximo de 15.000€.

Tabla 2. Garajes de empresas. Fuente: IDAE.

- Puntos de recarga independientes y redes de puntos de recarga de uso público

Concepto de Inversión	Coste elegible máximo (€)	Ayudas PAE4+ (€)
Instalación completa de un punto de recarga cubierto con una potencia inferior a 40 kW.	4.000	Hasta el 40% del coste elegible con un máximo de 1.600€
Instalación completa de un punto de recarga en la vía pública con una potencia inferior a 40 kW.	6.500	Hasta el 40% del coste total elegible con un máximo de 2.600€
Instalación completa de un punto de recarga rápida con una potencia igual o mayor de 40 kW.	50.000	Hasta el 40% del coste elegible con un máximo de 20.000€
Estación de sustitución de baterías	60.000	Hasta el 40% del coste elegible con un máximo de 24.000€
Sistema centralizado de control y gestión del sistema de puntos de recarga	50.000	Hasta el 40% del coste elegible con un máximo de 20.000€
Campaña de Comunicación (únicamente para redes de recarga)	6.000	6.000€

Tabla 3. Puntos de recarga independientes y redes de puntos de recarga de uso público.

- Puntos de recarga en plazas de aparcamiento de viviendas unifamiliares y/o comunitarias, ayuda que otorga hasta el 40 % del coste de la instalación completa (contador inteligente no incluido), con un máximo de 200 € por punto de recarga instalado.
- Programa LIVE Barcelona (Logística para la Implantación del Vehículo Eléctrico) es una plataforma público-privada que nace con el objetivo de dar soporte e impulsar el desarrollo de la movilidad eléctrica en la ciudad y en el Área Metropolitana de Barcelona.

### 3. ANÁLISIS DE LA OFERTA

En la sociedad actual, el parque automovilístico casi en su totalidad está compuesto por vehículos de combustión interna que utilizan estaciones de gasolina para repostar y llenar sus depósitos de combustible. La integración del vehículo eléctrico en el sector transporte, tiene el reto de desarrollar la infraestructura adecuada de puntos de recarga de batería, para facilitar la aceptación del coche eléctrico. En este orden de ideas, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo en el año 2010 presento una “ESTRATEGIA INTEGRAL PARA EL IMPULSO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN ESPAÑA”, en la cual indica que el vehículo eléctrico necesita de una estrategia de promoción e impulso específica, a fin de conseguir superar sus propias barreras, que básicamente la integran: una escasa demanda; una oferta incipiente; y la ausencia de puntos de recarga energética. Por tal razón, se presentó una planificación para la instalación de puntos de recarga desde el año 2009 al 2014, la cual es:

			2009	2010	2011	2012	2013	2014
CARGA NORMAL	20% Particulares 0% Flotas	Centros comerciales Aparcamientos publicos Aparcamientos empresas	-	150	500	1.500	3.000	7.000
	Acumulado		-	150	650	2.150	5.150	12.150
CARGA NORMAL	10% Particulares 0% Flotas	Via publica	-	100	350	750	1.500	3.500
	Acumulado		-	100	450	1.200	2.700	6.200
CARGA RAPIDA	1 punto de carga de rapida por 400 particulares		-	-	10	20	40	90
	Acumulado		-	-	10	30	70	160

Tabla 4. Cantidad mínima de puntos de recarga para España. Fuente: Minetur.

Sin embargo, debido a la coyuntura económica actual, estas cifras de puntos de recargas no están instaladas. Así mismo, según la página web del plan MOVELE (<http://www.movele.es/index.php/mod.puntos/>) existe en España 761 puntos de recarga de uso público, de los cuales 615 son de turismos y comerciales (611 de carga normal y 4 de carga rápida), 136 puntos de recarga para motos y 10 puntos para recarga de vehículos para minusválidos. En Zaragoza, que es la ciudad en donde se desarrolla el presente estudio, están registrados 2 puntos de recarga lenta de uso público, no obstante, recientemente ENDESA el 14-02-2012 ha instalado otro punto más de recarga, por lo que se consideran 3 puntos de recarga lenta.



Figura 2. Mapa de Puntos de Recargas en España

El proyecto SIRVE desarrollará un porfolio de 3 soluciones tipo, mediante la construcción de 2 prototipos SIRVE. El SIRVE 1, se ubicará en las instalaciones del CIRCE y podrá suministrar 3 tipos de carga, 1 punto de recarga lenta, 1 punto de recarga moderada y 1 punto de recarga rápida. El SIRVE 2, se instalará en la Estación de servicio de El Portazgo, próxima a la estación del AVE y de autobuses de Zaragoza, además de los concesionarios de Honda Mitsubishi, Ford, Volvo y BMW. Será una estación multicarga modular, provista de un punto de recarga rápida, un punto de recarga moderada y 3 puntos de recarga lenta, pudiéndose acoplar otros puntos de recarga si fuese necesario. En lo que respecta a las prestaciones se pueden ver en la tabla 05:

<b>CAPACIDAD NOMINAL DE LOS SIRVES</b>					
Tipos de Cargas	Energía en BVE (kWh)	Tiempo de Recarga/coche	SIRVE 1	SIRVE 2	
		hora	coches/día	No. De puntos de Recarga	(Coches/día)
<b>Carga Lenta (kW)</b>	24	8	3	3	9
3,7					
<b>Carga Moderada (kW)</b>	Jornada Laboral (h)/día	1	16	1	16
22					
<b>Carga Rápida (kW)</b>	16	0,33	48	1	48
50					
<b>Número de coches/día por cada SIRVE</b>			66		73
<b>Número de coches/año por cada SIRVE (365 días)</b>			24090		26645

Tabla 5. Capacidad Nominal de SIRVE1 y SIRVE2. Fuente: Urbener.

El SIRVE 1 tiene una capacidad teórica instalada de 66 coches/día discriminados de la siguiente forma: 3 coches en recarga lenta, 16 coches en recarga moderada y 48 coches en carga rápida. Mientras que el SIRVE 2 podría dar servicio a 73 coches/día divididos de la siguiente forma: 9 coches en recarga lenta, 16 coches en recarga moderada y 48 coches en carga rápida. Estos valores se dan en condiciones ideales de operación, es decir, sin ningún tipo de interrupción.

## 4. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El parque automovilístico en España está conformador por Camiones, Furgonetas, Autobuses, Turismos, Motocicletas, Tractores y otros, en donde según registros de la Dirección General de Tráfico (DGT) se superaron los 31 millones a fecha de octubre del 2013, ya que no se disponen de datos más actuales. Esto demuestra hasta la fecha que la demanda actual del coche totalmente eléctrico es casi inexistente.

Región	TOTAL GENERAL OCTUBRE 2013			
	GASOLINA	GAS - OIL	OTROS	TOTAL
España	13.723.941	17.014.345	447.843	31.186.129
	44,00%	54,56%	1,44%	100,00%
Zaragoza	242.915	298.360	12.819	554.094
	43,84%	53,84%	2,32%	100,00%

Tabla 6. Parque Automotor de España hasta octubre 2013.

Hasta ahora, los coches de movilidad verde (eléctrico e híbrido) que han tenido mayor aceptación son los híbridos. En este sentido, tal y como se indico el apartado de Ámbito Económico, para el año 2013, las ventas a nivel nacional de coches híbridos fueron de 10.294 unidades, mientras que las unidades de vehículos eléctrico ascendieron a 811. Sin embargo, la evolución del parque automotor es una realidad, y para cuantificar la cantidad de vehículos que circularán en España según “Rogers Adoption”, se puede estimar en base a la “teoría de difusión Bass”, la cual es usada para determinar comúnmente la reacción colectiva del mercado potencial a la innovación y que considera parámetros que representan tanto la influencia externa como la interna al sistema social, se puede valorar que el ritmo de penetración de los vehículos eléctricos en España y si las condiciones del entorno no cambian drásticamente, se podría alcanzar para el año 2014 unos 90.000 vehículos eléctricos y para el 2020 unos 220.000. Estos números tal vez puedan parecer algo escasos, no obstante demuestran crecimiento positivo para esta nueva movilidad.

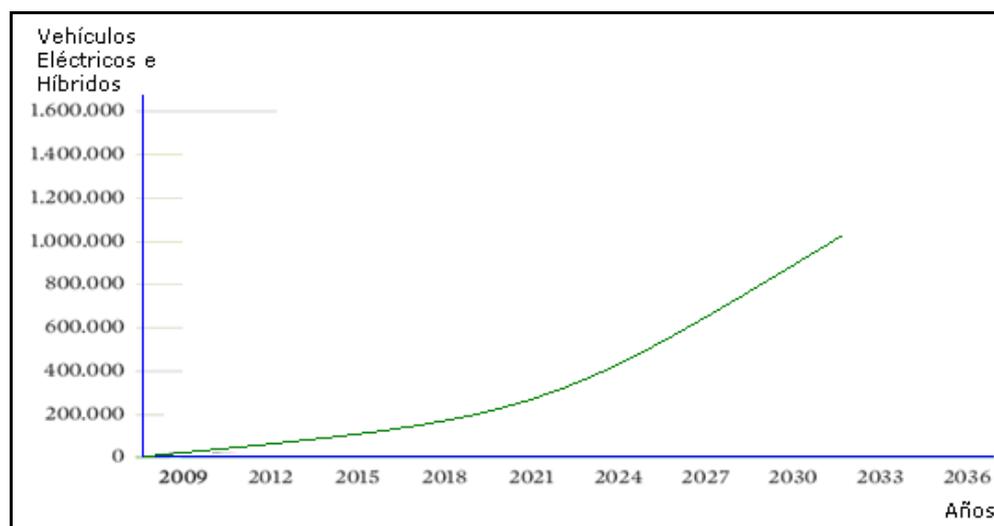


Gráfico 16. Proyección de Venta de Vehículos Verdes en España según “Rogers Adoption”.

Hay que destacar que el ritmo de penetración del vehículo eléctrico en el mercado que describe “Rogers Adoption”, debido a la crisis actual, fue excesivamente optimista. A día de hoy no se puede valorar ni cifrar dicho ritmo de penetración, pero sí se puede afirmar que se encuentra por debajo de las cifras que arroja dicho informe.

En base al informe anterior, se estima la matriculación de coches que tendrá la ciudad de Zaragoza en el 2014, para ello es necesario conocer su representación en el sector de locomoción, que ronda el 2,33 % del total nacional. Además, para realizar dicha estimación, se mantienen las proporciones entre los vehículos verdes que actualmente posee dicha ciudad; el 4,76 % para los vehículos eléctricos y el 95,24 % para los híbridos. Con todo ello, las previsiones obtenidas para la ciudad de Zaragoza se exponen en la tabla 7.

Año	No. de VE e HVE en España	No. de VE e HVE en Zaragoza (2,33%)	No. de VE en Zaragoza (4,76%)	No. de HVE en Zaragoza (95,24%)
2014	90000	2097	100	1997
2015	101300	2360	112	2248
2016	115400	2689	128	2561
2017	132100	3078	147	2931
2018	154500	3600	171	3428
2019	182700	4257	203	4054
2020	220000	5126	244	4882

Tabla 7. Proyección de vehículos en Zaragoza. Fuente: Urbener.  
VE=Vehículos Eléctrico/VH=Vehículos Híbridos Enchufables

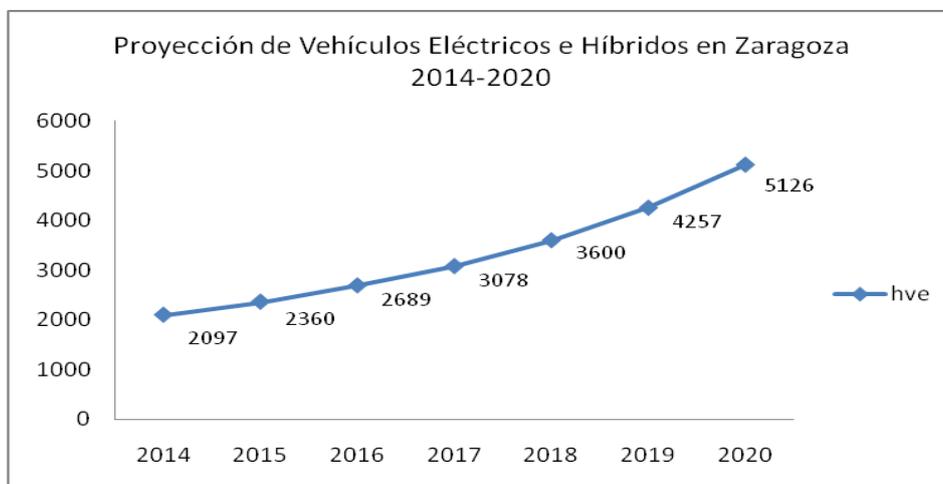


Gráfico 17. Proyección de Vehículos Verdes en Zaragoza. Fuente “Urbener 2013”.

Sin embargo existen una serie de barreras, Figura 3, que será necesario salvar para que esta evolución sea una realidad, ya que son los puntos que generan desconfianza a la hora de adquirir un vehículo de estas características, tanto a nivel particular como a nivel empresarial.

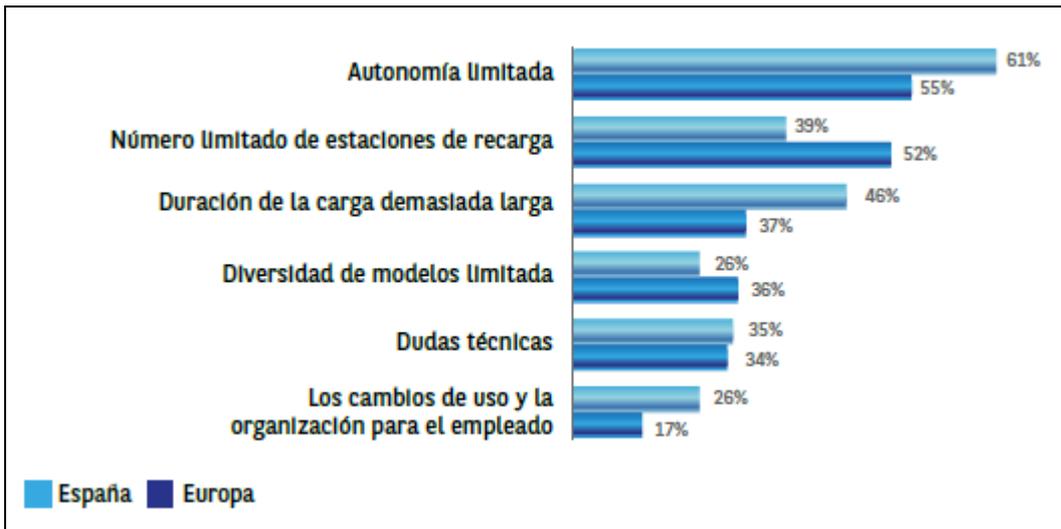


Figura 3. Principales barreras a la hora de adquirir un vehículo eléctrico.

Como se aprecia la principal barrera a salvar sería la autonomía, aunque actualmente existen ya modelos con unas autonomías muy importantes, y la siguiente sería el número limitado de estaciones de recarga, que es ahí donde la realización de este proyecto puede aportar un importante apoyo.

## 5. PRESENTACIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS PARA EL SIRVE1

Después de analizar la oferta y la demanda para las estaciones de recarga “electrolineras” y con la información técnica de la tarea 3.1, se procede a la presentación de posibles escenarios de aplicación de los SIRVE. Por tanto se expondrá primero el análisis económico realizado para la estación SIRVE1, con el objetivo de estimar la rentabilidad de la misma y calcular sus indicadores económicos. En dicho análisis se realiza primero un análisis de la estación sin instalación fotovoltaica y posteriormente con ella, para poder comparar ambas y ver si el uso de energías renovables es rentable o no desde el punto de vista económico, independientemente de los beneficios ya explicados que de ella se obtienen. Además, para efectuar un análisis más amplio no sólo se estudia la estación descrita, sino que se realizan otros dos análisis diferentes para posteriores estaciones, donde es posible hacer dos recargas simultáneas. Por tanto, los tipos de estación cuya rentabilidad se analiza son:

- **Estación individual**, donde sólo se permite realizar una carga a la vez, aunque esta carga puede ser de cualquier tipo: lenta, moderada o rápida.
- **Estación doble** donde es posible recargar dos vehículos a la vez. En este punto se han analizado dos configuraciones diferentes, ya que son las que más potencia requieren y por ello las más críticas. La primera será aquella que tenga la posibilidad de realizar la recarga **rápida y moderada** simultáneamente, mientras que la segunda podrá recargar de forma **rápida y lenta** a la vez.

El primer paso necesario para poder realizar este estudio pasa por estimar el precio de venta de las diferentes recargas y el coste de la energía eléctrica que consume cada estación. Una vez obtenidos estos valores, es posible estimar los costes energéticos y los ingresos y con ello los indicadores económicos. En todos los casos se han calculado los mismos indicadores y de la misma manera para que la comparación entre ellos sea directa y poder obtener conclusiones de forma sencilla. El análisis realizado se explica de forma detallada en los sucesivos apartados.

### ***Estimación del precio del repostaje de un vehículo eléctrico***

La estimación del precio al que se podría vender cada una de las recargas disponibles en las estaciones para el uso del vehículo eléctrico parte del coste actual del combustible y del gasto medio que hacen de él los vehículos con tecnología convencional (tabla 8).

PRECIO DEL REPOSTAJE CON COMBUSTIBLE CONVENCIONAL	
Precio combustible	1,4 €/l
Gasto medio combustible en 100 km	8 l
Precio repostaje para 100 km	11,2 €/ 100km

Tabla 8. Coste repostaje con combustible convencional.

El precio del repostaje calculado es para 100 km, pero la autonomía media de los vehículos eléctricos es mayor, por lo que hay que ajustar esta diferencia. Para ello se escoge un vehículo eléctrico del mercado actual, con unas prestaciones medias, en este caso el modelo Nissan Leaf. Para este modelo la autonomía es de 175 km, por lo que se elige esta cifra para obtener el coste del repostaje con combustible convencional, valor que se muestra en la tabla 9.

<b>PRECIO FINAL DEL REPOSTAJE CON COMBUSTIBLE CONVENCIONAL</b>	
<b>Precio repostaje para 175 km</b>	<b>19,6 €/ 175km</b>

**Tabla 9.** Coste final estimado del repostaje convencional.

Partiendo del valor obtenido en la tabla 9, se estima el precio de venta destinado a un usuario de la estación al realizar una recarga. Dicho precio varía en función del tipo de carga que se quiera realizar, ya que los requisitos eléctricos son diferentes. El valor concreto de cada carga se adjudica aplicando un porcentaje de descuento al coste estimado del repostaje convencional, con el fin de que siempre sea más económico repostar un vehículo eléctrico. Los porcentajes elegidos para cada carga son 10, 20 y 30 % para la rápida, moderada y lenta respectivamente. Con este procedimiento el precio final estimado se muestra en la tabla 10.

	<b>DIFERENCIA CON EL REPOSTAJE CONVENCIONAL</b>	<b>ESTIMACIÓN PRECIO RECARGA</b>
<b>Carga rápida (80%: 140 km)</b>	10 %	<b>14,11 €</b>
<b>Carga moderada</b>	20 %	<b>15,68 €</b>
<b>Carga lenta</b>	30 %	<b>13,72 €</b>

**Tabla 10.** Estimación del precio del repostaje de un vehículo eléctrico.

La carga rápida no se ha calculado para los 175 km de autonomía, sino para 140 km, ya que se recarga en torno al 80 % de la capacidad total en un tiempo de unos 15 minutos. De esta forma queda ya determinado el precio al que un usuario de la estación pagaría la recarga según el tipo de carga que quiera realizar.

### ***Estimación del coste energético***

Para poder estimar el coste energético de la estación SIRVE1 es necesario conocer la tarifa eléctrica a la que se puede acoger la instalación y con ella establecer los términos en los que se divide la factura eléctrica para poder obtener un resultado final. Los pasos realizados se describen de forma detallada a continuación.

#### **Elección de la tarifa eléctrica**

Para escoger entre una tarifa eléctrica u otra se utilizó el comparador de tarifas elaborado por la Comisión Nacional de Energía. Dicho comparador te recomienda una serie de tarifas eléctricas con diferentes compañías en función del consumo y de las características de la instalación. Por tanto, de todas las tarifas recomendadas en la consulta se escogió la más económica, donde se propone una tarificación dividida en tres periodos diferentes, tanto para el término de potencia como para el de energía, que son los dos términos más importantes en los que se desglosa la factura eléctrica,

tarifas que se muestran en la tabla 11. Por tanto, a partir de este momento esta es la tarifa que se utilizará para los cálculos posteriores.

PERIODO DE TARIFICACIÓN	Tp (€/kW y año)	Te (€/kWh)
<b>P1 Punta</b>	39,688104	0,120922
<b>P2 Llano</b>	23,812861	0,096888
<b>P3 Valle</b>	15,875243	0,065523

**Tabla 11.** Tarifa eléctrica elegida.

### Estimación del término de energía

Para poder estimar el coste energético de cada tipo de carga, es necesario conocer con anterioridad sus características y saber cuáles son sus requerimientos energéticos. Para ello se han utilizado dos modelos de vehículos eléctricos: el modelo Nissan Leaf y FLUENCE Z.E., con cuyas características técnicas se han obtenidos las necesidades eléctricas de cada tipo de recarga. El modelo Nissan Leaf (tabla 12) se ha utilizado para obtener las características de la carga rápida y el modelo FLUENCE Z.E. (tabla 13) para la carga moderada. Para la carga lenta daría igual uno que otro, ya que ambos se comportan de la misma manera. Se utilizan modelos diferentes para no centrar el estudio en un único modelo.

CARACTERÍSTICAS NISSAN LEAF	VALOR
<b>Capacidad de la batería</b>	24 kWh
<b>Potencia cargador</b>	50 kW
<b>Recarga del 80%</b>	19,2 kWh
<b>Tiempo recarga</b>	0,38 h

**Tabla 12.** Características de la carga rápida

CARACTERÍSTICAS FLUENCE Z.E.	VALOR
<b>Capacidad de la batería</b>	22 kWh
<b>Potencia cargador</b>	17,6 kW
<b>Tiempo recarga</b>	1,25 h

**Tabla 13.** Características de la carga moderada.

A partir de las características de ambos modelos, se obtienen los consumos necesarios para cada tipo de carga, tabla 14, condiciones que se utilizarán a partir de este momento.

TIPO DE CARGA	POTENCIA (kW)	TIEMPO (h)	ENERGÍA (kWh)
<b>Carga rápida (carga 80%)</b>	50,00	0,38	19,2
<b>Carga moderada</b>	17,60	1,25	22
<b>Carga lenta</b>	3,70	6	22,2

**Tabla 14.** Características energéticas de cada tipo de carga eléctrica.

Una vez determinadas las características de cada tipo de carga, el siguiente paso es determinar el coste de la energía eléctrica. Los términos más importantes de la factura eléctrica son dos: término de potencia y de energía. En este apartado sólo es posible calcular el término de energía de cada tipo de carga, ya que depende de forma directa del consumo eléctrico necesario para cada una de ellas. En cambio, no se podrá calcular el término de potencia debido a que éste depende de la potencia contratada, es decir, de las características de cada estación, punto que se desarrollará más adelante. Con la tarifa eléctrica elegida y con las necesidades de cada carga, el coste del término de energía se muestra en la tabla 15.

TÉRMINO DE ENERGÍA	P1	P2	P3
Carga rápida	2,32 €	1,86 €	1,26 €
Carga moderada	2,66 €	2,13 €	1,44 €
Carga lenta	- €	2,15 €	1,45 €

**Tabla 15.** Estimación del coste del término de energía de cada tipo de carga eléctrica.

La carga lenta no puede realizarse en el periodo 1 debido a que el tiempo del mismo es menor que el necesario para finalizar el proceso de recarga. Por esta razón, de aquí en adelante el estudio se centrará en los periodos 2 y 3, ya que los cálculos se han realizado bajo la premisa de que todas las recargas se producen en el mismo periodo. Aunque por la duración del mismo y el horario al que corresponde, lo más probable es que las recargas se realicen en el periodo 2.

### **Estimación del término de potencia**

Para poder hallar los costes energéticos que genera la instalación, es necesario conocer la cuantificación del término de potencia, que depende directamente de la potencia contratada a la empresa eléctrica. En este caso, la potencia contratada está en función del servicio que la estación es capaz de realizar; como se ha explicado en la introducción de este apartado, se estudiarán tres casos diferentes. Con todo ello, en la tabla 16 se muestran los tres tipos de instalaciones analizadas en función del servicio que prestan, la potencia requerida por cada una y el término de potencia. Como se puede observar, la cuantía del término de potencia es importante en la factura eléctrica, por lo que ajustarlo al máximo puede provocar ahorros importantes.

TIPO DE INSTALACIÓN	POTENCIA CONTRATADA (kW)	COSTE ANUAL DEL TÉRMINO DE POTENCIA
Carga única	50	3.968,81 €
CR y CM simultánea	68	5.365,83 €
CR y CI simultánea	54	4.262,50 €

**Tabla 16.** Estimación del coste del término de potencia anual de cada tipo estación.

### **Escenarios de operación de las estaciones**

Una vez determinado el término de potencia anual, es necesario conocer el de energía para poder estimar el coste real de la factura eléctrica. Los términos de energía de cada tipo de carga ya se hallaron anteriormente, tabla 15, pero para que quede totalmente definido hay que saber cuántas cargas se van a producir anualmente. Para ello se establecen cuatro escenarios de operación (tabla 17), con un número de recargas diferente al día para cubrir un mayor espectro. Con ellos se determinarán los términos de energía de cada estación, con lo que es posible calcular la factura eléctrica, proceso que se explicará posteriormente.

ESCENARIOS	CARGA RÁPIDA	CARGA MODERADA	CARGA LENTA
Escenario 1	0,5	0	1
Escenario 2	1	0	1
Escenario 3	1	1	1
Escenario 4	1	1	2

Tabla 17. Escenarios de operación propuestos.

### Cálculo de los costes energéticos anuales

Los costes energéticos, como se ha explicado antes, están asociados al número de recargas al día estimadas y a las condiciones de servicio de la instalación. Por tanto, dichos costes dependerán del tipo de instalación y de la elección de un escenario u otro, ya que con estos datos se puede estimar un consumo anual de energía. A modo de ejemplo, se muestra en la tabla 18 cómo se ha calculado la factura eléctrica del primer escenario para la estación que presta servicio sólo a un coche a la vez en el periodo de tarificación 2. A continuación se explica cada término por separado:

- **Término de potencia.** Depende de la potencia contratada y de la tarifa eléctrica elegida. Al tener tres periodos de tarificación, estos se reflejan en la fórmula:

$$\text{Término potencia} = \text{Potencia contratada} * (\text{Coste}_{p_1} + \text{Coste}_{p_2} + \text{Coste}_{p_3})$$

- **Término de energía.** Está en función del número de cargas y del consumo de energía eléctrica que realiza cada carga.

$$\text{Tér.energía (T}_e\text{)} = \text{N}^{\circ}\text{Rápidas} * \text{T}_e \text{ Rápida} + \text{N}^{\circ}\text{Moderadas} * \text{T}_e \text{ Moderadas} + \text{N}^{\circ}\text{Lentas} * \text{T}_e \text{ Lentas}$$

- **Impuesto eléctrico.** Se determina a través de unos parámetros fijos y en función del término de potencia y de energía:

$$\text{Impuesto eléctrico} = (\text{Tér.potencia} + \text{Tér.energía}) * 1,05116 * 0,04864$$

- **Alquiler de aparatos.** Es una cantidad fija y depende de la instalación. En este caso siempre se ha fijado la misma cantidad para todas las estaciones estudiadas.
- **Total sin impuestos.** Suma de los términos anteriores.
- **IVA.** Impuesto obligatorio cuya aplicación es del 21 % del total sin impuestos.
- **Coste total de la factura eléctrica.** Es la suma del total sin impuestos y el IVA.

TÉRMINO	CANTIDAD
T potencia	3.968,81 €
T energía	1.124,58 €
Impuesto eléctrico	260,41 €
Alquiler aparatos	180,00 €
Total sin impuesto	5.533,80 €
IVA (21%)	1.162,10 €
<b>Coste total factura anual</b>	<b>6.695,90 €</b>

**Tabla 18.** Cálculo de la factura eléctrica anual.

Repitiendo el proceso explicado en el cálculo de la factura eléctrica para los diferentes escenarios y para los tres tipos de estaciones estudiadas, los resultados del coste energético anual se muestran en la tabla 19.

COSTE ENERGÉTICO ANUAL								
Tipo de instal.	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4	
	P2	P3	P2	P3	P2	P3	P2	P3
Carga única	6.695,90 €	6.232,87 €	7.127,69 €	6.524,88 €	8.117,21 €	7.194,07 €	9.115,73 €	7.869,35 €
CR-CM	8.472,72 €	8.009,69 €	8.904,51 €	8.301,70 €	9.894,03 €	8.970,89 €	10.892,55 €	9.646,17 €
CR-CL	7.069,43 €	6.606,41 €	7.501,22 €	6.898,42 €	8.490,75 €	7.567,61 €	9.489,27 €	8.242,88 €

**Tabla 19.** Costes energéticos anuales.

### Cálculo de la recaudación anual

De la misma manera que la factura eléctrica estaba vinculada al número de recargas estimadas, la recaudación anual, ingresos obtenidos por las recargas efectuadas por los usuarios de la estación, también está vinculada a esta cifra, y por tanto en cada escenario propuesto la recaudación será diferente, independientemente del tipo de instalación. En la tabla 20 se muestran las diferentes recaudaciones de cada escenario, tomando como referencia los precios de venta calculados en la tabla 10.

INGRESOS ANUALES				
Tipo de instalación	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Carga única				
CR y CM	7.728,67 €	10.353,50 €	16.186,46 €	21.290,30 €
CR y CL				

**Tabla 20.** Estimación de los ingresos anuales.

## **Análisis económico sin instalación fotovoltaica**

### Estimación de los gastos anuales de las estaciones

Para poder estimar los gastos anuales que genera la instalación de las estaciones, el primer paso es calcular la inversión inicial necesaria, que se presenta en la tabla 21 con el desglose de las principales partidas y su coste correspondiente.

<b>PARTIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Marquesina	6.000,00 €
Equipo de carga rápida	20.000,00 €
Tótem carga rápida	1.000,00 €
Equipo de carga moderada	1.000,00 €
Tótem de carga moderada	1.000,00 €
Equipo de carga lenta	450,00 €
Tótem de carga lenta	1.000,00 €
Instalación (Estimado: 3 días*8h*4personas*25€/h)	3.000,00 €
Software y hardware	3.000,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>36.450,00 €</b>

**Tabla 21.** Inversión inicial necesaria para la estación sin fotovoltaica.

Una vez calculadas todas las partidas, se hallan los costes fijos anuales mediante la aplicación de unas cuotas de amortización a cada partida en función de su naturaleza. A la estructura se le aplica un periodo de amortización de 25 años; al software y hardware, de 5, y 15 años a las demás partidas. La cuota anual de los costes fijos resultante se muestra en la tabla 22.

<b>PARTIDA</b>	<b>AÑOS AMORTIZACIÓN</b>	<b>CUOTA ANUAL</b>
Marquesina	25	240,00 €
Equipo de carga rápida	15	1.333,33 €
Tótem carga rápida	15	66,67 €
Equipo de carga moderada	15	66,67 €
Tótem de carga moderada	15	66,67 €
Equipo de carga lenta	15	30,00 €
Tótem de carga lenta	15	66,67 €
Instalación estación	15	200,00 €
Software y hardware	5	600,00 €
<b>CUOTA DE AMORTIZACIÓN ANUAL</b>		<b>2.670,00 €</b>

**Tabla 22.** Costes fijos anuales.

Una vez obtenidos los costes anuales fijos, se estiman los costes anuales variables generados por el propio funcionamiento de la estación, tabla 23.

<b>PARTIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Mantenimiento de equipos	750,00 €
Repuestos	350,00 €
Seguro instalación	500,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.600,00 €</b>

**Tabla 23.** Costes variables anuales.

Por último, se obtienen los costes totales anuales, resultado de la suma de los fijos y los variables menos una partida de ingresos anuales por publicidad, ya que se prevé la utilización de las estaciones para esta función. El resumen de los gastos totales anuales se muestra en la tabla 24.

PARTIDA	CANTIDAD
Costes anuales	2.670,00 €
Ingresos por publicidad	500,00 €
<b>TOTAL GASTOS ANUALES</b>	<b>3.770,00 €</b>

**Tabla 24.** Gastos anuales.

La cifra obtenida en la tabla 24 será la que se utilice para realizar posteriormente los cálculos económicos.

### **Estimación de los indicadores económicos**

Con los datos obtenidos hasta este momento, ya es posible establecer una rentabilidad de las diferentes estaciones, a fin de estimar dónde se encuentra el límite a partir del que un aumento en el número de cargas hace que se obtengan beneficios. Para ello, se calcula primero el balance neto anual, tabla 25, en función de los costes energéticos, gastos anuales e ingresos explicados en los distintos apartados anteriores.

BALANCE NETO ANUAL								
Tipo de instal.	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4	
	P2	P3	P2	P3	P2	P3	P2	P3
1 Carga	-2.737,22€	-2.274,20€	- 544,18€	58,62 €	4.229,25€	5.222,39€	8.404,57€	9.650,96€
CR-CM	-4.514,05€	-4.051,02€	-2.321,01€	-1.718,20€	2.522,43€	3.445,57€	6.627,75€	7.874,14€
CR-CL	-3.110,76€	-2.647,73€	- 917,72€	- 314,91€	3.925,72€	4.848,86€	8.031,04€	9.277,42€

**Tabla 25.** Balance neto anual sin fotovoltaica.

Con los datos obtenidos de la tabla 25, se puede afirmar que para cualquiera de las tres estaciones estudiadas se comienza a obtener beneficios a partir del tercer escenario, es decir, cuando se produce una carga rápida, otra moderada y otra lenta de forma diaria. Por tanto, en el momento en que se produzca una recarga de cada tipo al día, cualquiera de los tres tipos de estación obtendría beneficios. Evidentemente, los beneficios son mayores en el escenario 4 que en el 3, ya que el número de cargas es mayor, mientras que para los escenarios 1 y 2 lo que se producen son pérdidas. Dentro de la rentabilidad de los escenarios 3 y 4, el tipo de estación que asume un mayor margen de beneficios es la estación de carga única, seguida de la que realiza de forma simultánea la carga rápida y lenta, y por último, la que tiene la posibilidad de realizar la recarga rápida y moderada a la vez. Este resultado es lógico, ya que para el último caso el término de potencia contratado es el mayor, con lo cual los costes energéticos serán también mayores. Dentro del mismo supuesto, la diferencia entre recargar en el periodo 2 ó 3 de tarificación supone un aumento en el margen de beneficios si se produce en el 3, pero es más probable que las recargas se produzcan en el periodo 2 debido al horario que cubre.

Con estos datos obtenidos, se calcularon los diferentes indicadores económicos, VAN, TIR y periodo de retorno de la inversión, en función de las mismas variables que en los casos anteriores, resultados que se muestran en la tabla 26. Para poder calcular estos indicadores, se partió de las siguientes premisas:

- Tasa de actualización del 20 %.
- Tasa de inflación del 1,5 %.
- Para el cálculo del VAN y el TIR se ha estimado un periodo de 15 años.
- Aumento anual del 13 % en los ingresos. Se estima que cada año aumenta el número de recargas en torno a ¼ de carga lenta. Al aumentar los ingresos, se estima que también aumentarán los gastos variables en un 2 %.

ESC.	TIPO DE INSTALACIÓN	VAN (15 años)		TIR (15 años)		PERIODO DE RETORNO	
		P2	P3	P2	P3	P2	P3
1	Carga única	- 1.532,11 €	1.056,51 €	19 %	20 %	15 años y 6 meses	14 años y 8 meses
	CR y CM	- 11.465,66 €	- 8.877,05 €	16 %	17 %	19 años y 4 meses	18 años y 4 meses
	CR y CL	- 3.620,41 €	- 1.031,80 €	19 %	20 %	16 años y 3 meses	15 años y 4 meses
2	Carga única	23.664,28 €	27.034,36 €	28 %	29 %	9 años y 7 meses	8 años y 11 meses
	CR y CM	13.730,72 €	17.100,80 €	24 %	26 %	11 años y 7 meses	10 años y 10 meses
	CR y CL	21.575,98 €	24.946,06 €	27 %	28 %	10 años	9 años y 4 meses
3	Carga única	79.488,61 €	84.649,56 €	44 %	46 %	4 años y 9 meses	4 años y 5 meses
	CR y CM	69.555,06 €	74.716,00 €	40 %	42 %	5 años y 6 meses	5 años y 1 meses
	CR y CL	77.400,31 €	82.561,25 €	43 %	45 %	4 años y 11 meses	4 años y 6 meses
4	Carga única	132.975,62 €	140.077,34 €	61 %	64 %	2 años y 10 meses	2 años y 8 meses
	CR y CM	123.042,06 €	130.143,78 €	57 %	60 %	3 años y 3 meses	3 años
	CR y CL	130.887,31 €	137.989,04 €	60 %	63 %	2 años y 11 meses	2 años y 9 meses

**Tabla 26.** Indicadores económicos sin instalación fotovoltaica.

De los resultados de la tabla 26 se desprende que, a 15 años vista, los proyectos son rentables para los escenarios 2, 3 y 4, ya que el valor del VAN es positivo y el valor del TIR está por encima de la tasa utilizada para realizar los cálculos. Es obvio que, cuanto mayor número de recargas se produzcan, antes se recupera la inversión realizada. Dentro de un escenario concreto, el tipo de estación con mayor rentabilidad es la que produce una única carga a la vez, seguida de la estación con posibilidad de recargar de forma rápida y lenta, siendo la peor opción la que realiza la carga rápida y moderada a la vez. Opción que coincide con los resultados obtenidos en el balance neto, tabla 25.

### ***Análisis económico con instalación fotovoltaica***

En este apartado se repiten los mismos cálculos que en el anterior, pero ahora se tienen en cuenta la instalación fotovoltaica existente en la marquesina y el sistema de almacenamiento; es decir, ahora se tendrá en cuenta la instalación tal cual es en realidad.

#### ***Estimación de los gastos anuales de la estación***

Con esta nueva configuración es necesario volver a calcular la inversión inicial, ya que en este caso será mayor que en el caso anterior debido a que la instalación

fotovoltaica supone un importante desembolso. Como se observa en el total reflejado en la tabla 27, la inversión es casi el doble. Luego se compararán los resultados obtenidos y se estimará si es rentable desde el punto de vista económico implantar una instalación fotovoltaica o no.

<b>PARTIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Marquesina	6.000,00 €
Fotovoltaica (9 paneles)	1.350,00 €
Aparamenta fotovoltaica	1.350,00 €
Tótem fotovoltaica	1.000,00 €
Baterías (25 kWh)	20.000,00 €
Tótem baterías	1.000,00 €
Equipo de carga rápida	20.000,00 €
Tótem carga rápida	1.000,00 €
Equipo de carga moderada	1.000,00 €
Tótem de carga moderada	1.000,00 €
Equipo de carga lenta	450,00 €
Tótem de carga lenta	1.000,00 €
Instalación (Estimado: 3 días*8h*4personas*25€/h)	3.000,00 €
Software y hardware	3.000,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>61.150,00 €</b>

Tabla 27. Inversión inicial necesaria para la estación con fotovoltaica.

De la misma manera que en el caso anterior, se halla una cuota de amortización en función de las características de la partida. Las partidas relacionadas con la instalación fotovoltaica se amortizarán en 25 años y las demás se amortizan en el mismo periodo que en el caso anterior. De esta manera se obtiene los costes fijos, que se desglosan en la tabla 28.

<b>PARTIDA</b>	<b>AÑOS AMORTIZACIÓN</b>	<b>CUOTA ANUAL</b>
Marquesina	25	240,00 €
Baterías	15	2.000,00 €
Tótem baterías	15	66,67 €
Equipo de carga rápida	15	1.333,33 €
Tótem carga rápida	15	66,67 €
Equipo de carga moderada	15	66,67 €
Tótem de carga moderada	15	66,67 €
Equipo de carga lenta	15	30,00 €
Tótem de carga lenta	15	66,67 €
Fotovoltaica	25	54,00 €
Aparamenta fotovoltaica	15	90,00 €
Tótem fotovoltaica	25	40,00 €
Instalación estación	15	200,00 €
Software y hardware	5	600,00 €
<b>CUOTA DE AMORTIZACIÓN ANUAL</b>		<b>4.280,67 €</b>

Tabla 28. Costes fijos anuales con fotovoltaica.

Los costes variables anuales se consideran iguales al caso anterior, por lo que la cuantía es de 1.600 € en este concepto. Con el cálculo de los costes y el ingreso anual por publicidad, se establecen los gastos anuales, tabla 29.

PARTIDA	CANTIDAD
Costes anuales	5.880,67 €
Ingresos por publicidad	500,00 €
<b>TOTAL GASTOS ANUALES</b>	<b>5.380,67 €</b>

**Tabla 29.** Gastos anuales con fotovoltaica.

### **Cálculo de la capacidad de generación de electricidad de la instalación fotovoltaica**

La capacidad de generación de energía eléctrica de la instalación fotovoltaica se obtiene mediante el programa PVGIS, que desglosa la generación por meses, ya que varía mucho al ser muy distintas las horas solares de una época del año a otra. Para obtener dicha capacidad de generación, el programa solicita los siguientes datos:

- La capacidad de generación instalada, 1 kW.
- La ubicación de la instalación, con una latitud de 41º.
- La tecnología y la inclinación de los paneles fotovoltaicos, capa delgada y 3º respectivamente.

Con todos estos factores, el programa devuelve la capacidad de generación eléctrica de la instalación fotovoltaica si todos los dispositivos tuviesen un rendimiento del 100 %. El siguiente paso es hallar la capacidad real, para lo que hay que tener en cuenta: el rendimiento de los paneles fotovoltaicos y el de los módulos que forman la batería; además, se le añade otro rendimiento del 80 % por los demás dispositivos que forman la instalación. En la tabla 30 se muestran ambos resultados, pero el valor utilizado para realizar los cálculos es la generación real, que se ha calculado teniendo en cuenta los rendimientos explicados.

MES	GENERACIÓN (kWh)	GENERACIÓN REAL (kWh)
Enero	54,5	37,32
Febrero	79	54,10
Marzo	123	84,24
Abril	146	99,99
Mayo	171	117,11
Junio	182	124,64
Julio	195	133,54
Agosto	170	116,42
Septiembre	133	91,08
Octubre	96,3	65,95
Noviembre	62,6	42,87
Diciembre	50,3	34,45

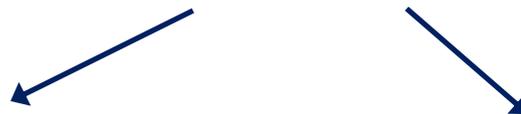
**Tabla 30.** Capacidad de generación mensual de la instalación fotovoltaica.

### Utilización de la energía almacenada en las baterías

Una vez conocida la capacidad de generación de energía eléctrica que tiene la instalación, se pasa a explicar de forma detallada cuál será el uso de dicha electricidad. Anteriormente se explicó la intervención del sistema de almacenamiento, en este caso, se va a cuantificar cuál es el aporte concreto que se realiza desde el sistema de almacenamiento y cuánto aporta la red, para estimar el coste energético de la forma más cercana a la realidad. En la tabla 31 se presentan las principales características de la carga rápida y en las tablas 32 y 33 se expone cómo se desglosa dicha carga rápida en dos términos, uno cubierto por el aporte de la red eléctrica y el otro por el sistema de almacenamiento respectivamente, y esos serán los valores que se utilizarán a partir de este momento para calcular los costes energéticos que genera una carga rápida.

CARACTERÍSTICAS CARGA RÁPIDA	VALOR
Potencia	50 kW
Energía	19,2 kWh
Tiempo de recarga	0,38 h

Tabla 31. Características de la carga rápida.



APORTE DE RED / CARGA	VALOR
Potencia	20 kW
Energía	10 kWh
Tiempo de recarga	0,5 h

Tabla 32. Características del aporte de red.

APORTE BATERÍA / CARGA	VALOR
Potencia	30 kW
Energía	9,2 kWh
Tiempo recarga	0,31 h

Tabla 33. Características del aporte de batería.

Todos los aportes que se realicen desde las baterías disminuirán los costes energéticos del conjunto.

### Cuantificación del papel que ejerce el sistema de almacenamiento

En este punto se cuantifican, para cada uno de los escenarios elegidos, las cargas rápidas que se realizan con aporte del sistema de almacenamiento de 30 kW y otro aporte de la red de 20 kW y las se realizan de forma exclusiva con energía eléctrica procedente de la red. En la tabla 34 se muestra ese valor desglosado mensualmente y el resumen anual para el escenario 1, una carga rápida cada dos días. De los datos obtenidos se puede afirmar que, con el aporte exclusivo de la instalación fotovoltaica, no se cubren las necesidades eléctricas impuestas para el escenario, ya que sólo es capaz de efectuar el aporte del sistema de almacenamiento a 68 cargas rápidas, quedando 114,5 cargas sin dicho aporte. Con lo cual, no se consigue disminuir el pico de potencia de todas las cargas rápidas, lo que puede generar problemas en la red eléctrica de baja tensión.

MES	GENERACIÓN REAL (kWh)	Nº DE CARGAS	ENERGÍA NECESARIA (kWh)	ENERGÍA NO CUBIERTA (kWh)	ENERGÍA SOBRANTE (kWh)	CARGAS CON PICO	CARGAS SIN PICO
Enero	37,32	15,5	142,29	104,97	No sobrante	11	4,5
Febrero	54,10	14	128,52	74,42	No sobrante	8	6,0
Marzo	84,24	15,5	142,29	58,05	No sobrante	6	9,5
Abril	99,99	15	137,7	37,71	No sobrante	4	11,0
Mayo	117,11	15,5	142,29	25,18	No sobrante	2	13,5
Junio	124,64	15	137,7	13,06	No sobrante	1	14,0
Julio	133,54	15,5	142,29	8,75	No sobrante	0	15,5
Agosto	116,42	15,5	142,29	25,87	No sobrante	2	13,5
Septiembre	91,08	15	137,7	46,62	No sobrante	5	10,0
Octubre	65,95	15,5	142,29	76,34	No sobrante	8	7,5
Noviembre	42,87	15	137,7	94,83	No sobrante	10	5,0
Diciembre	34,45	15,5	142,29	107,84	No sobrante	11	4,5
<b>TOTAL</b>	<b>1001,72</b>	<b>182,5</b>	<b>1675,35</b>	<b>673,63</b>	<b>0,00</b>	<b>68</b>	<b>114,5</b>

**Tabla 34.** Actuación de la instalación fotovoltaica en el escenario 1.

Si se realiza el mismo cálculo para los demás escenarios, el resultado será el mismo para todos, ya que se han definido los escenarios 2, 3 y 4 con una carga rápida al día. Como en estos escenarios, el número de cargas rápidas es mayor que en el escenario 1, por lo que la instalación fotovoltaica no será capaz de absorber los picos de potencia de todas las cargas rápidas en ningún caso. Los resultados concretos anuales se muestran en la tabla 35. Evidentemente, como se utiliza toda la energía generada, el número de cargas rápidas a las que se le ha conseguido disminuir la potencia requerida es el mismo que en el caso anterior; en cambio, el número de cargas rápidas sin disminuir el pico es mucho mayor.

GENERACIÓN REAL	Nº DE CARGAS	ENERGÍA NECESARIA	ENERGÍA NO CUBIERTA	ENERGÍA SOBRANTE	CARGAS CON PICO	CARGAS SIN PICO
1001,72kWh	365	3350,7kWh	2348,98kWh	0kWh	251	114

**Tabla 35.** Actuación de la instalación fotovoltaica en el escenario 2, 3 y 4.

### **Estimación de los indicadores económicos**

En primer lugar, se vuelven a calcular los costes energéticos, ya que, al utilizar la electricidad que genera la instalación fotovoltaica, se producirá un ahorro en los mismos. Para este cálculo, el coste energético de las cargas rápidas que se realicen en exclusiva con aporte de red se halla de la misma forma que el explicado para la instalación sin fotovoltaica. En cambio, las cargas rápidas que sí utilizan el aporte de las baterías se calculan teniendo en cuenta que ahora solo consumen 20 kW de la red. De esta forma, se modificará el término de energía de la factura eléctrica, ya que se consumirá menos que en el caso anterior. Los resultados obtenidos para cada instalación y en cada escenario de operación se muestran en la tabla 36.

COSTE ENERGÉTICO ANUAL								
Tipo de instal.	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3		Escenario 4	
	P2	P3	P2	P3	P2	P3	P2	P3
Carga única	6.566,09 €	6.145,08 €	6.998,45 €	6.437,48 €	7.987,97 €	7.106,67 €	8.986,49 €	7.781,94 €
CR-CM	8.342,91 €	7.921,90 €	8.775,27 €	8.214,30 €	9.764,79 €	8.883,49 €	10.763,31 €	9.558,76 €
CR-CL	6.939,62 €	6.518,62 €	7.371,98 €	6.811,01 €	8.361,51 €	7.480,20 €	9.360,03 €	9.360,03 €

**Tabla 36.** Costes energéticos anuales de las estaciones con instalación fotovoltaica.

Si se comparan estos costes con los obtenidos para las estaciones sin instalación fotovoltaica, se obtiene el ahorro energético por utilizar energías renovables en cada uno de los periodos de tarificación, tabla 37. Se produce más ahorro cuanto mayor sea el coste energético, de ahí que sea mayor en el periodo 2 que en el 3.

AHORRO ENERGÉTICO	
P2	P3
129,81 €	87,79 €

**Tabla 37.** Ahorro energético por el uso de la fotovoltaica.

Como puede apreciarse, el ahorro no es muy significativo, por lo que hay que ver si dicho ahorro compensa la inversión inicial que supone instalar la fotovoltaica. Para ello se calcula el balance neto anual para cada escenario y cada instalación y se establece la diferencia entre dicho balance neto y el calculado para las estaciones sin fotovoltaica, tabla 38. Teniendo en cuenta que ahora los costes fijos son de 5.380,67 € y los ingresos son iguales que en el caso anterior, ya que es un factor que no varía.

ESC.	TIPO DE INSTALACIÓN	BALANCE ANUAL		DIFERENCIA CON INSTALACIÓN SIN FOTOVOLTAICA	
		P2	P3	P2	P3
1	Carga única	- 4.218,08 €	- 3.797,08 €		
	CR y CM	-5.994,90 €	-5.573,90 €	-1.480,86 €	-1.522,88 €
	CR y CL	-4.591,62 €	-4.170,61 €		
2	Carga única	-2.025,61 €	-1.464,64 €		
	CR y CM	-3.802,43 €	-3.241,46 €		
	CR y CL	-2.399,15 €	-1.838,18 €		
3	Carga única	2.817,83 €	3.699,13 €		
	CR y CM	1.041,01 €	1.922,31 €	-1.481,42 €	-1.523,26 €
	CR y CL	2.444,29 €	3.325,59 €		
4	Carga única	6.923,15 €	8.127,69 €		
	CR y CM	5.146,33 €	6.350,87 €		
	CR y CL	6.549,61 €	7.754,16 €		

**Tabla 38.** Resultados económicos con fotovoltaica.

Si se analizan los resultados obtenidos en la tabla 38, se obtiene la conclusión de que la instalación fotovoltaica no mejora la rentabilidad de las estaciones con respecto a la misma estación sin fotovoltaica, ya que la diferencia en los balances

anuales en todos los casos es negativa. Para poder casar la rentabilidad económica con los beneficios tecnológicos que aporta el uso de energías renovables, existen dos formas de solucionar la situación:

- Aumentar la capacidad de generación de la instalación, es decir, colocar un mayor número de paneles fotovoltaicos, con el consiguiente aumento de inversión inicial.
- Realizar inyecciones de red a la batería para aumentar la energía eléctrica almacenada y poder actuar sobre un número mayor de cargas rápidas.

La segunda opción es la recogida en este proyecto y se explicará con detalle en el apartado siguiente.

### **Inyección de la red eléctrica a la instalación fotovoltaica**

Para poder aumentar el número de cargas rápidas a las que se les ha podido aplicar el aporte de batería, se propone aumentar la energía almacenada mediante la inyección de electricidad de la red en el periodo nocturno, ya que es el más económico, y así reducir al máximo la influencia de la recarga de vehículos eléctricos en la red de baja tensión. En el caso de que, aun realizando esta inyección, no quedasen cubiertas todos los picos de potencia, se podría aumentar dicha inyección en otros periodos hasta completar lo necesario.

Por tanto, si se realiza una inyección nocturna a lo largo de toda la duración del periodo 3, el aporte de energía al sistema de almacenamiento máximo que puede realizarse es el que se muestra en la tabla 39.

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Nº max. de horas de carga	8 h
Tiempo de recarga por módulo	2 h
Capacidad por módulo	2kWh
Rendimiento módulo	97,50 %
Máximo diario a recargar en P3	7,80 kWh

Tabla 39. Características de la inyección de red.

### **Cuantificación del papel que ejerce el sistema de almacenamiento con aporte nocturno de la red**

Si se aumenta el aporte al sistema de almacenamiento mediante la inyección nocturna diaria explicada en el punto anterior, se obtienen para el escenario 1 los resultados que se presentan en la tabla 40.

MES	GENERACIÓN REAL (kWh)	APORTE DE RED (kWh)	ENERGÍA EN BATERÍA (kWh)	Nº DE CARGAS	ENERGÍA NECESARIA (kWh)	ENERGÍA SOBROANTE (kWh)	CARGAS CON PICO	CARGAS SIN PICO
Enero	37,32	241,8	279,12	15,5	142,29	136,83	0	15,5
Febrero	54,10	218,4	272,50	14	128,52	143,98	0	14,0
Marzo	84,24	241,8	326,04	15,5	142,29	183,75	0	15,5
Abril	99,99	234	333,99	15	137,7	196,29	0	15,0
Mayo	117,11	241,8	358,91	15,5	142,29	216,62	0	15,5
Junio	124,64	234	358,64	15	137,7	220,94	0	15,0
Julio	133,54	241,8	375,34	15,5	142,29	233,05	0	15,5
Agosto	116,42	241,8	358,22	15,5	142,29	215,93	0	15,5
Septiembre	91,08	234	325,08	15	137,7	187,38	0	15,0
Octubre	65,95	241,8	307,75	15,5	142,29	165,46	0	15,5
Noviembre	42,87	234	276,87	15	137,7	139,17	0	15,0
Diciembre	34,45	241,8	276,25	15,5	142,29	133,96	0	15,5
<b>TOTAL</b>	<b>1001,7</b>	<b>2847,00</b>	<b>3848,72</b>	<b>182,5</b>	<b>1675,35</b>	<b>2173,37</b>	<b>0</b>	<b>182,5</b>

**Tabla 40.** Actuación de la instalación fotovoltaica y la inyección nocturna en el escenario 1.

Si se repite el cálculo para los demás escenarios, el resultado es el mostrado en la tabla 41.

GENERACIÓN REAL	APORTE DE RED	ENERGÍA EN BATERÍA	Nº DE CARGAS	ENERGÍA NECESARIA	ENERGÍA SOBROANTE	CARGAS CON PICO	CARGAS SIN PICO
1001,72 kWh	2847,00kWh	3848,72kWh	365	3350,7kWh	511,80kWh	0	365

**Tabla 41.** Actuación de la instalación fotovoltaica y el aporte nocturno en el escenario 2, 3 y 4.

De los resultados obtenidos se demuestra que, si se realiza un aporte nocturno diario de la red, todas las cargas rápidas estimadas para el escenario 1 quedan cubiertas. Así, la necesidad de potencia del conjunto será menor y, por tanto, la recarga de vehículos eléctricos de forma rápida no afectará a la red eléctrica de baja tensión. Este mismo hecho se repite para los demás escenarios, por lo que con el aporte nocturno quedaría resuelto el problema de la elevada necesidad de potencia de la carga rápida. Al quedar todas las cargas rápidas cubiertas, no será necesario inyectar electricidad en otro periodo menos económico.

Para el escenario 1, si se realiza un aporte nocturno diario, el sobrante anual es muy elevado, de 2.173,37 kWh, después de cubrir todas las cargas rápidas propuestas. Por tanto, para optimizar al máximo el aporte de red y que la electricidad sobrante sea lo más pequeña posible, se plantea un aporte de red diferente en cada mes en función de las necesidades concretas de ese periodo temporal.

En la tabla 42, se presentan los resultados obtenidos al aplicar criterios diferentes de recarga de red en cada mes, en función de las necesidades concretas y siempre asegurando que queden cubiertos todos los picos de potencia de todas las cargas rápidas. Con este ajuste se consigue que el sobrante de energía eléctrica sea lo más pequeño posible, por lo que se minimiza al máximo el aporte nocturno de red y con ello se ajusta el coste de la factura eléctrica.

MES	GENERACIÓN REAL (kWh)	APORTE DE RED (kWh)	ACUMULADO EN BATERÍA (kWh)	CARGAS	ENERGÍA NECESARIA (kWh)	ENERGÍA SOBRENTE (kWh)	SOBRANTE UTILIZADO (kWh)	CARGAS CON PICO	CARGAS SIN PICO
Enero	37,32	120,90	158,22	15,5	142,29	15,93	0,00	0	15,5
Febrero	54,10	72,80	142,84	14	128,52	14,32	15,93	0	14,0
Marzo	84,24	48,36	146,91	15,5	142,29	4,62	14,32	0	15,5
Abril	99,99	33,43	138,04	15	137,7	0,34	4,62	0	15,0
Mayo	117,11	34,54	151,65	15,5	142,29	9,36	0,00	0	15,5
Junio	124,64	15,60	140,24	15	137,7	2,54	0,00	0	15,0
Julio	133,54	0,00	143,24	15,5	142,29	0,95	9,70	0	15,5
Agosto	116,42	34,54	150,97	15,5	142,29	8,68	0,00	0	15,5
Septiembre	91,08	39,00	142,25	15	137,7	4,55	12,17	0	15,0
Octubre	65,95	80,60	146,55	15,5	142,29	4,26	0,00	0	15,5
Noviembre	42,87	117,00	159,87	15	137,7	22,17	0,00	0	15,0
Diciembre	34,45	80,60	146,03	15,5	142,29	3,74	30,98	0	15,5
<b>TOTAL</b>	<b>1001,7</b>	<b>677,37</b>	<b>1766,81</b>	<b>182,5</b>	<b>1675,35</b>	<b>91,46</b>	<b>87,72</b>	<b>0</b>	<b>182,5</b>
<b>ENERGÍA NO UTILIZADA</b>							<b>3,74 kWh</b>		

APORTE DE RED: 1 cada 2 días 1 cada 3 días 1 cada 5 días 1 cada 6 días 1 cada 7 días 1 cada 15 días

**Tabla 42.** Actuación de la instalación fotovoltaica y la inyección nocturna optimizada en el escenario 1.

En la tabla 43 se presentan los mismos resultados obtenidos para los demás escenarios propuestos.

GENERACIÓN REAL	APORTE DE RED	ENERGÍA EN BATERÍA	Nº DE CARGAS	ENERGÍA NECESARIA	ENERGÍA NO UTILIZADA	CARGAS CON PICO	CARGAS SIN PICO
1001,72 kWh	2379,00kWh	3662,98kWh	365	3350,7kWh	30,02kWh	0	365

**Tabla 43.** Actuación de la instalación fotovoltaica y el aporte nocturno optimizado en el escenario 2, 3 y 4.

Con esta nueva configuración se optimiza la energía eléctrica de red utilizada, pues con ella y con la que aporta la instalación fotovoltaica de 1 kW se absorben todos los picos de potencia generados por las cargas rápidas de cualquier escenario propuesto. Por tanto, con la combinación de estos dos aportes se disminuye la necesidad de potencia del conjunto.

### **Modificación del término de potencia de las estaciones**

Se parte del supuesto anterior en el que todas las cargas rápidas reciben un aporte del sistema de almacenamiento, con lo que la potencia requerida disminuye de 50 kW a 20 kW. En este punto se realiza un ajuste más para buscar la paridad entre la rentabilidad y el beneficio que aporta la instalación fotovoltaica. Este ajuste pasa por disminuir el término de potencia en los 30 kW que suministra el sistema de almacenamiento cuando se realiza una carga rápida, lo que provocará una disminución importante en los costes energéticos de las estaciones. La comparativa de los términos de potencia se muestra en la tabla 44.

TIPO DE INSTAL.	POTENCIA CONTRATADA (kW)	COSTE TÉRMINO DE POTENCIA	POTENCIA CONTRATADA (kW)	COSTE TÉRMINO DE POTENCIA
Carga única	50	3.968,81 €	20	1.587,52 €
CR y CM	68	5.365,83 €	38	2.984,55 €
CR y CL	54	4.262,50 €	24	1.881,22 €

**Tabla 44.** Disminución del término de potencia.

En los puntos posteriores se vuelven a presentar los resultados económicos basados en el nuevo coste energético, una vez aplicadas las reducciones de potencia explicadas.

### **Costes energéticos con la modificación del término de potencia**

El coste energético se ha calculado de la misma manera que en el caso anterior, pero aquí la instalación es capaz de absorber todos los picos de potencia que se generan al realizar la carga rápida, en todas las circunstancias estudiadas. Por tanto, existen dos factores que afectan a los costes energéticos:

- El **aporte del sistema de almacenamiento** puede proceder de energía renovable, con lo cual no se cuantifica en la factura eléctrica, o de la red eléctrica, y, en este caso, se usa el periodo de tarificación más barato para producir un ahorro. Por tanto, el término de energía está ajustado al máximo.
- La **disminución del término de potencia**, ya que se consiguen rebajar las necesidades de las estaciones en todas las circunstancias, lo que provoca un ahorro y además evita problemas en la red eléctrica de baja tensión.

Con todos estos factores se vuelven a calcular los costes energéticos, tabla 45, donde se muestra que, con los ajustes realizados, el ahorro en la factura eléctrica, comparado con la instalación sin fotovoltaica, es mucho mayor que el que tenían las estaciones con renovables pero sin aporte de red.

El siguiente paso es ver si estos ahorros compensan el aumento de la inversión necesario para instalar la fotovoltaica, para lo que se calcularán los indicadores económicos hallados para los casos anteriores y así poder comparar las mismas magnitudes. Por tanto, en este punto, si la rentabilidad es mayor que en el caso de las estaciones sin fotovoltaica, se estarían casando los beneficios tecnológicos con los económicos. Este hecho se demuestra en los siguientes apartados.

ESCENARIO	TIPO DE INSTALACIÓN	COSTE ENERGÉTICO ANUAL		AHORRO ENERGÉTICO CON FOTOVOLTAICA	
		P2	P3	P2	P3
1	Carga única	3.516,77 €	3.120,73 €	3.179,12 €	3.112,14 €
	CR y CM	5.293,60 €	4.897,55 €		
	CR y CL	3.890,31 €	3.494,26 €		
2	Carga única	3.883,47 €	3.414,62 €	3.244,21 €	3.110,26 €
	CR y CM	5.660,29 €	5.191,44 €		
	CR y CL	4.257,01 €	3.788,16 €		
3	Carga única	4.873,00 €	4.083,81 €	3.244,21 €	3.110,26 €
	CR y CM	6.649,82 €	5.860,63 €		
	CR y CL	5.246,53 €	4.457,35 €		
4	Carga única	5.871,52 €	4.759,09 €	3.244,21 €	3.110,26 €
	CR y CM	7.648,34 €	6.535,91 €		
	CR y CL	6.245,05 €	5.132,62 €		

**Tabla 45.** Coste y ahorro energético anual de las estaciones con instalación fotovoltaica y reducción de potencia.

### Indicadores Económicos

En la tabla 46 se muestran los resultados obtenidos de los balances anuales para cada caso determinado. Para el cálculo se han tenido en cuenta los gastos anuales que genera una estación con instalación fotovoltaica y los costes energéticos una vez realizados todos los ajustes explicados. Como se puede apreciar, la diferencia con las estaciones estudiadas sin fotovoltaica es positiva en todos los casos, de forma que la instalación fotovoltaica pasa a ser rentable desde el punto de vista económico y tecnológico.

ESCENARIO	TIPO DE INSTALACIÓN	BALANCE ANUAL		DIFERENCIA EN BALANCE SIN FOTOVOLTAICA	
		P2	P3	P2	P3
1	Carga única	- 1.168,77 €	- 772,72 €	1.568,46 €	1.501,48 €
	CR y CM	- 2.945,59 €	- 2.549,54 €		
	CR y CL	- 1.542,31 €	- 1.146,26 €		
2	Carga única	1.089,36 €	1.558,21 €	1.633,55 €	1.499,59 €
	CR y CM	- 687,46 €	- 218,61 €		
	CR y CL	715,83 €	1.184,68 €		
3	Carga única	5.932,80 €	6.721,98 €	1.633,55 €	1.499,59 €
	CR y CM	4.155,98 €	4.945,16 €		
	CR y CL	5.559,26 €	6.348,45 €		
4	Carga única	10.038,12 €	11.150,55 €	1.633,55 €	1.499,59 €
	CR y CM	8.261,30 €	9.373,73 €		
	CR y CL	9.664,58 €	10.777,01 €		

**Tabla 46.** Resultados económicos con fotovoltaica y aporte optimizado de red.

Con estos resultados se vuelven a calcular los indicadores económicos, tabla 47, en los mismos supuestos que los calculados anteriormente.

ESC.	TIPO DE INSTALACIÓN	VAN (15 años)		TIR (15 años)		PERIODO DE RETORNO	
		P2	P3	P2	P3	P2	P3
1	Carga única	- 8.458,80 €	- 6.244,64 €	18%	18 %	17 años y 9 meses	17 años
	CR y CM	- 18.392,35 €	- 16.178,19 €	15 %	16 %	21 años y 8 meses	20 años y 9 meses
	CR y CL	- 10.547,10 €	- 8.332,94 €	17 %	18 %	18 años y 6 meses	17 años y 8 meses
2	Carga única	17.101,50 €	19.722,68 €	24 %	25 %	11 años y 5 meses	10 años y 11 meses
	CR y CM	7.167,95 €	9.789,12 €	22 %	22 %	13 años y 4 meses	12 años y 10 meses
	CR y CL	15.013,20 €	17.634,37 €	24 %	24 %	11 años y 9 meses	11 años y 3 meses
3	Carga única	72.925,83 €	77.337,87 €	35 %	36 %	6 años y 3 meses	5 años y 11 meses
	CR y CM	62.992,28 €	67.404,32 €	33 %	34 %	7 años	6 años y 8 meses
	CR y CL	70.837,53 €	75.249,57 €	35 %	36 %	6 años y 5 meses	5 años y 1 meses
4	Carga única	121.030,33 €	127.249,51 €	44 %	45 %	4 años y 6 meses	4 años y 3 meses
	CR y CM	111.096,77 €	117.315,95 €	42 %	43 %	4 años y 11 meses	4 años y 8 meses
	CR y CL	118.942,02 €	125.161,20 €	43 %	45 %	4 años y 7 meses	4 años y 4 meses

**Tabla 47.** Indicadores económicos con fotovoltaica y aporte optimizado de red.

## 6. PRESENTACIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS PARA EL SIRVE2

La diferencia principal en el diseño de las estaciones SIRVE1 y SIRVE2 reside en el número de puntos de carga lenta de los que dispone, mientras que el SIRVE1 dispone de un único punto el SIRVE2 tiene tres. Por tanto para la estación SIRVE2, el aumento de la inversión inicial, no es muy significativo, ya que variaría de la forma expuesta en la tabla 48:

Partida	Coste equipo	Cantidad	Coste final
Equipo de carga lenta	450 €	2	900 €
Tótem de carga lenta	1.000 €	2	2.000 €
<b>Total aumento inversión SIRVE2 con respecto a SIRVE1</b>			<b>2.900</b>

Tabla 48. Aumento inversión inicial del SIRVE2 con respecto al SIRVE1

Por otro lado el número de recargas previstas para el SIRVE1 también se pueden aplicar al SIRVE2, ya que en el momento actual en el que se encuentra el vehículo eléctrico, la explotación de las estaciones no depende de su capacidad de recarga sino del número de vehículos eléctricos que existan en su entorno, por lo que los escenarios de operación definidos se pueden conservar.

Por estas razones el análisis económico efectuado para el SIRVE1 se podría asumir también para el SIRVE2, con lo que los resultados obtenidos se conservarían.

## 7. CONCLUSIONES

La dependencia energética y el incremento continuo del consumo de energía, son factores que incentivan el desarrollo tecnológico orientado hacia la independencia energética y mejora de la calidad de vida en el mundo. En este sentido, el sector de transporte urbano y periurbano es clave para iniciar la transformación del parque automotor caminando hacia la movilidad verde, es decir, vehículos eléctricos e híbridos.

La introducción del vehículo eléctrico y su futuro establecimiento como medio de locomoción modificará los hábitos de consumo de los usuarios, ya que surge la novedad de recargar el coche desde la vivienda, parkings, o cualquier punto de suministro eléctrico.

El proyecto SIRVE impulsa el desarrollo de la movilidad eléctrica, por tal razón se ha evaluado económicamente 2 prototipos SIRVE. Primero se ha realizado un análisis sin la incorporación de la instalación fotovoltaica al conjunto, para posteriormente evaluarla con la colocación de dicha instalación. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 49, donde los datos de referencia utilizados son los obtenidos inicialmente para las estaciones sin fotovoltaicas. Con dicha referencia se expone el ahorro energético, en primer lugar para las estaciones con fotovoltaica, donde se ve que el ahorro no es muy significativo, y en segundo lugar para aquellas que utilizan fotovoltaica y además disponen de un aporte nocturno optimizado de la red eléctrica, donde el ahorro es mucho más significativo.

Por lo tanto, quedaría por demostrar si ese ahorro calculado compensa el aumento en la inversión inicial necesario para la instalación de renovables. Esto se justifica mediante la diferencia entre los balances netos anuales de cada caso. En el primer caso, al obtener balances negativos, los ahorros no compensan la inversión; en cambio, en el segundo caso sí lo hacen. Por tanto, se puede afirmar que, para las estaciones que utilizan fotovoltaica y aporte nocturno de red eléctrica, el ahorro energético que producen, respecto de las estaciones sin renovables, compensa el aumento de la inversión inicial con creces, ya que los balances son positivos. Con lo cual, en estas condiciones de funcionamiento se consigue casar la rentabilidad económica con los beneficios tecnológicos que provocan estos tipos de instalaciones.

ESC.	AHORRO ENERGÉTICO				DIFERENCIA ENTRE EL BALANCE SIN Y CON FOTOVOLTAICA			
	Sin aporte red		Con aporte red		Sin aporte red		Con aporte red	
	P2	P3	P2	P3	P2	P3	P2	P3
1			3.179,12 €	3.112,14 €	-1.480,86 €	-1.522,88 €	1.568,46 €	1.501,48 €
2	129,81 €	87,79 €						
3			3.244,21 €	3.110,26 €	-1.481,42 €	-1.523,26 €	1.633,55 €	1.499,59 €
4								

Tabla 49. Comparativa entre las estaciones con y sin fotovoltaica.

Por último, se exponen los periodos de retorno de la inversión (tabla 50). En el primer caso las estaciones no están previstas de renovables, mientras que en el segundo sí disponen de ellas y además se produce un aporte nocturno de red. Se muestra que los periodos de retorno son mayores en los segundos casos, ya que la inversión inicial que necesitan es casi el doble que en los primeros casos; de ahí que se tarde más tiempo en recuperar la inversión para la misma previsión de cargas.

ESC.	TIPO DE INSTALACIÓN	PERIODO DE RETORNO INSTALACIÓN INICIAL		PERIODO DE RETORNO INSTALACIÓN CON RED	
		P2	P3	P2	P3
1	Carga única	15 años y 6 meses	14 años y 8 meses	17 años y 9 meses	17 años
	CR y CM	19 años y 4 meses	18 años y 4 meses	21 años y 8 meses	20 años y 9 meses
	CR y CL	16 años y 3 meses	15 años y 4 meses	18 años y 6 meses	17 años y 8 meses
2	Carga única	9 años y 7 meses	8 años y 11 meses	11 años y 5 meses	10 años y 11 meses
	CR y CM	11 años y 7 meses	10 años y 10 meses	13 años y 4 meses	12 años y 10 meses
	CR y CL	10 años	9 años y 4 meses	11 años y 9 meses	11 años y 3 meses
3	Carga única	4 años y 9 meses	4 años y 5 meses	6 años y 3 meses	5 años y 11 meses
	CR y CM	5 años y 6 meses	5 años y 1 meses	7 años	6 años y 8 meses
	CR y CL	4 años y 11 meses	4 años y 6 meses	6 años y 5 meses	5 años y 1 meses
4	Carga única	2 años y 10 meses	2 años y 8 meses	4 años y 6 meses	4 años y 3 meses
	CR y CM	3 años y 3 meses	3 años	4 años y 11 meses	4 años y 8 meses
	CR y CL	2 años y 11 meses	2 años y 9 meses	4 años y 7 meses	4 años y 4 meses

Tabla 50. Comparativa entre los periodos de retorno con y sin fotovoltaica.

Con todo lo expuesto, las conclusiones más destacadas obtenidas de todo el estudio económico realizado se enumeran a continuación:

- Si el análisis se centra en las **estaciones sin fotovoltaica**, la mejor opción es la estación con la posibilidad de realizar una única carga, ya que, para la misma inversión inicial, son las que necesitan una menor potencia con el consiguiente ahorro en los costes energéticos. Evidentemente, cuanto más aumente el número de cargas, más rentable será la estación y más corto será el periodo de recuperación de la inversión. Los periodos de recuperación de la inversión pasan, de más de 15 años para el escenario 1, a unos 3 años para el 4.
- Si se centra el análisis en las **estaciones con instalación fotovoltaica**, se ha demostrado que el aumento en la inversión no está compensado con el ahorro energético que se produce por el uso de energías renovables. Pero el uso de la energía fotovoltaica es necesario, ya que con él es posible disminuir la potencia requerida por las cargas rápidas y con ello se evitan problemas en la red de baja tensión.
- Por lo tanto, para poder disminuir la potencia de las estaciones se propone la recarga del sistema de almacenamiento mediante la instalación **fotovoltaica con un aporte nocturno de red**. Con esto se consigue un aporte de 30 kW en todas las cargas rápidas estimadas para cada escenario, con lo que es posible disminuir la potencia contratada en ese valor. Si a esto se le añade el aporte de renovables, que

disminuye el consumo eléctrico, los costes energéticos se ven muy recortados. Por tanto, el aumento en la inversión inicial queda compensado con el ahorro en la factura eléctrica.

- De todos los casos estudiados, la mejor opción es la de las estaciones con fotovoltaica y aporte de red, ya que se evitan los efectos en la red de baja tensión, al disminuir la potencia necesaria, y además son las que más beneficios producen, debido a que los costes energéticos se han ajustado al máximo. En estos términos el escenario 2 pasa a ser rentable, hecho que no sucedía en el caso de las estaciones sin fotovoltaica. Dentro del tipo de las estaciones estudiadas, se confirma que la opción más recomendable es la de carga única, ya que, para los escenarios estudiados, las cargas no son muy numerosas. Los demás tipos de estaciones serían más rentables siempre y cuando se pudiesen cubrir un mayor número de cargas.
- Si se comparan los periodos de retorno de la inversión, las mejores opciones son las estaciones sin fotovoltaica, ya que la inversión inicial es muy pequeña en comparación con las demás. Pero en este caso existirían problemas tecnológicos ya explicados. Por lo tanto, en algunos puntos, aunque se quisiera instalar este tipo de estaciones, la red de baja tensión no lo permitiría. De ahí que se volvería a recomendar la opción comentada anteriormente.

Por último concluir diciendo que los SIRVE se pueden instalar dentro de la ciudad y el extrarradio. Para los centros urbanos y periurbanos es necesario instalarlos en lugares que abarquen grandes superficies y alta rotación de vehículos, para incidir efectivamente en los ingresos de sus tres tipos de tarifas, estos recintos son: supermercados, centros comerciales, aeropuertos, estaciones de tren y de autobuses, cooperativas de taxis, ayuntamientos, entre los más destacados.

No obstante, el sistema SIRVE 2 posee carácter modular y las cifras demuestran que se puede integrar fácilmente a cualquier emplazamiento en función de la demanda de vehículos. Así mismo, el sistema SIRVE 2 es ideal para los extrarradios, autopistas, autovías y carreteras, es decir, para los usuarios que realicen trayectos largos, pueden estar situados en la ciudad pero para satisfacer necesidades puntuales. Cabe destacar, que esta ubicación de los puntos de recarga rápida coincide con los estudios realizados en otros países, tal y como lo indican en "Green vs solar Roof & EV Charging Station by Cornell University, en el apartado de "nivel III", página 60".

Por otra parte, el marco político y legal juega un papel fundamental en la transformación del parque automotor, ya que se requiere desarrollar la infraestructura de sistemas integrados para la recarga de vehículos eléctricos (SIRVE). En este sentido, es necesario crear más programas de incentivos a nivel nacional, orientándolos y priorizándolos hacia las PYMES y nuevos emprendedores, porque son los que crean mayor cantidad de puesto de empleo, riqueza y posibilidad de internacionalizar bienes y servicios, y seguir siendo referencia mundial.

Cabe destacar, que el proyecto SIRVE impulsa el desarrollo del Real Decreto, ITC-52 que esta creando la CNE junto con las principales compañías eléctricas. Así

mismo, también apoya el autoconsumo (RD 1699/2011), ya que es necesario que los vehículos eléctricos se recarguen con energía proveniente de la generación renovable.

Desde la perspectiva ambiental, el cambio climático y el deterioro del medio ambiente genera que la sociedad enfrente la realidad de reducir o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero en todas sus acepciones. En este orden de ideas, la introducción del vehículo eléctrico contribuye a la reducción de las emisiones contaminantes, tal y como lo señala el Ministerio de Energía y Turismo en su informe titulado “Estrategia Integral para el impulso del Vehículo Eléctrico”. Cabe destacar, que el sistema SIRVE contribuye a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, es decir, por cada 100 Km que recarga combustible un coche diesel emite 13,3 KgCO<sub>2</sub>, mientras que el vehículo eléctrico 3,3 KgCO<sub>2</sub>. Por lo tanto, por cada vehículo eléctrico que recargue para recorrer 100 Km, se evitan 10 KgCO<sub>2</sub> (IDAE “Mapa Tecnológico Movilidad Eléctrica, pagina 42”).

En fin, la sustitución de los vehículos de combustión por el de motor eléctrico, contribuye con el medio ambiente siempre y cuando la energía utilizada para recargar sea de origen renovable. En este sentido, el vehículo eléctrico justifica la necesidad de seguir desarrollando las energías renovables.