



El coche eléctrico

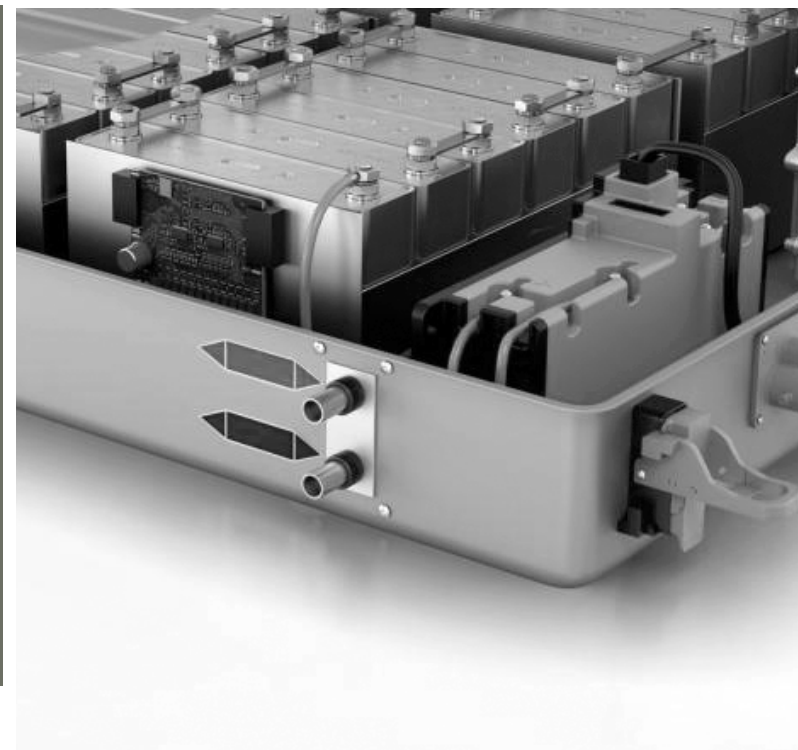
Segunda edición de agosto de 2014
Primera edición de octubre de 2011

Autor: César Casado Marín - FVS
Revisión: Zakarías Serroukh Kouach - Universidad de Alcalá Henares:

¿Ha llegado la hora del coche eléctrico? Después de convivir durante más de un siglo con el coche del motor de explosión, el coche eléctrico vive hoy un renacimiento vigoroso y parece que se va consolidando con el tiempo.

Los próximos años serán cruciales para determinar si el coche eléctrico ha llegado para quedarse. En esta Guía FVS te ofrecemos toda la información necesaria para apreciar en su valor la mejor alternativa disponible al insostenible vehículo de motor convencional.

Imprime este documento sólo en caso necesario
y si lo haces, elige la opción horizontal



lasguíasfvs

fvs

1. La utopía del coche eléctrico. Un poco de historia

THE HIT OF SHOW—The 1903
Ajax Electric Runabout

\$850

**AN HONEST
AUTOMOBILE
AT AN
HONEST PRICE**



Long Mileage, Simple Control, Durability. Agents write for proposition.
Also Sole N. Y. Agents for the General Automobile and Mfg. Co., Cleveland, Ohio.
The General Gasoline Tonneau, price only \$1000. The sensation of the Show. Call to see both.
AJAX MOTOR VEHICLE CO. A. L. Simpson, Pres. Phone 5576-38th
220 WEST 36TH STREET, NEW YORK

El coche eléctrico no es un invento reciente, ni mucho menos. Durante gran parte del siglo XIX era habitual que los inventores de la época aplicasen la tecnología eléctrica a los vehículos a cuatro ruedas.

Aunque ningún modelo llegó a ser un éxito comercial, la tecnología estaba preparada desde entonces para poder movernos con electricidad. Sin embargo, irrumpió con fuerza otra tecnología, algo más ruda y sucia, pero más sencilla de implantar en aquel entonces, el motor de explosión alimentado por petróleo refinado.

Desde principios del s. XX la tecnología del coche eléctrico ha permanecido dormida, latente y esperando que el consumo de petróleo empezase a dar signos de agotamiento. Y parece que ese momento ha llegado.



2. ¿Por qué es mejor el coche eléctrico?



Porque **el petróleo se acabará**. No se sabe exactamente cuándo, pero se trata de un recurso limitado que se consume a un ritmo endiablado. Las únicas ventajas son que era barato, que es más fácil producir energía mecánica por combustión y que ya estaba muy extendido. Pero las cosas han cambiado y el precio de los combustibles sube con rapidez, por ello empiezan a aparecer alternativas viables y limpias.

Porque las emisiones de los vehículos con motor de explosión hacen del aire urbano un veneno que provoca graves problemas de salud a la población

y la implantación de **un sistema de transporte basado en la electricidad reduce al mínimo el humo de las ciudades** y nuestros pulmones lo agradecen. Además, **los vehículos eléctricos se mueven de forma más silenciosa, el ruido por rodadura comienza a partir de los 40 Km/h.**

Porque el transporte con vehículos convencionales genera hoy el 25% de los gases de efecto invernadero que causan el cambio climático, mientras que **el coche eléctrico no tiene tubo de escape** y reduce drásticamente la cantidad de CO2 que emitimos.

Porque los países que no tienen reservas de petróleo en su territorio, viven dependientes de su importación y de las variaciones del precio. Sin embargo **la electricidad es mucho más flexible**, se genera localmente y es fácil de transportar.

Porque **la electricidad puede obtenerse de varias fuentes energéticas, puede producirse de forma renovable**, y en España ya generamos casi la mitad de la energía eléctrica con tecnologías limpias. Además, la recarga nocturna de las baterías ayudaría a gestionar de forma

mucho más eficiente el mercado eléctrico, ya que los coches consumirían la electricidad que sobra durante las horas de menor demanda.

Porque **el precio por kilómetro es insignificante** en comparación con el vehículo de motor térmico. (Véase el punto 6.)

Porque es el futuro. **La tecnología del transporte necesita un avance significativo** de la mano del medio ambiente, la movilidad urbana y la sostenibilidad. El coche eléctrico es el futuro.

3. Autonomía del coche eléctrico y los híbridos

La movilidad eléctrica es una tecnología incipiente y en fase de desarrollo, por lo que es habitual encontrar diferentes tipos de vehículos que todavía conservan características de los vehículos de motor térmico.

La gran ventaja de los vehículos con motor de petróleo es que la autonomía sólo tiene como límite el tamaño de su depósito de combustible y se puede llenar el depósito en un par de minutos.

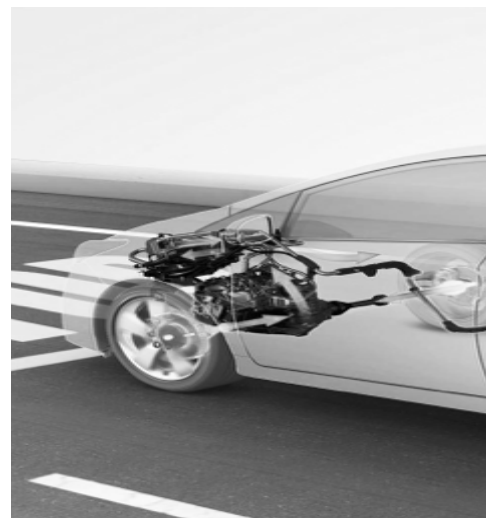
Tal vez el criterio más lógico a la hora de orientar la compra de un coche eléctrico sean sus mayores limitaciones, la autonomía y los tiempos de recarga.

Evidentemente, cuanto mayor sea la aportación de los combustibles fósiles, mayor autonomía tendrá el vehículo, pero será también más contaminante y más si es diesel.

Coches eléctricos puros

El coche eléctrico es aquel que se mueve exclusivamente por la acción de uno o varios motores eléctricos alimentados por baterías. Aunque no tienen tubo de escape y su funcionamiento no emite gases, es importante puntualizar que las emisiones de CO₂ que se originan de la utilización de este tipo de vehículos no son siempre cero, ya que la electricidad que utiliza se ha producido en centrales eléctricas que generan este tipo de emisiones. Sin embargo en el peor de los casos (electricidad obtenida totalmente en central térmica de carbón) emitirá 30% menos de CO₂ que un motor de combustión, y en el mejor, sus emisiones son mínimas si el origen de la electricidad es totalmente renovable. La autonomía en estos

vehículos viene limitada por el tamaño de las baterías y su capacidad. De los vehículos que están actualmente en el mercado, la autonomía varía entre 70 y 400 km, distancias más que suficientes para el uso urbano y periurbano diario.





Coches híbridos

Los híbridos son vehículos que utilizan dos motores para el desplazamiento: un motor de explosión (generalmente gasolina, y de baja cilindrada) y un motor eléctrico alimentado por baterías.

Un sistema electrónico selecciona de qué motor y en qué proporción obtener la tracción en cada momento, dando prioridad al eléctrico siempre que sea posible. Para velocidades bajas y arranque puede utilizar exclusivamente el motor eléctrico, y para un aporte extra de potencia y altas velocidades, utiliza ambos motores o el motor de explosión.

En general este tipo de sistemas logran unas reducciones de consumo cercanas al 30%, especialmente en uso urbano donde se hace más uso de marchas cortas.



Los híbridos más comunes, como el Toyota Prius, recargan sus baterías con la energía residual del vehículo, es decir, con la energía del frenado y del motor de explosión de gasolina.

En estos vehículos, aunque parte de la energía que llega a las ruedas es eléctrica, la energía total proviene del motor de explosión, usando el motor eléctrico para mejorar la eficiencia del transporte.


La autonomía de estos vehículos es la misma que la de un vehículo de explosión convencional y viene limitada por el tamaño del depósito de combustible. No pueden recargar las baterías de forma externa.



Coches híbridos enchufables

Los híbridos enchufables son similares a los híbridos normales, pero cuentan con un dispositivo que le permite cargar electricidad de una fuente externa. Dentro de éstos, en algunos modelos la tracción es totalmente eléctrica, por lo que el motor de explosión que utiliza solo sirve para alimentar las baterías, mientras que otros utilizan el mismo sistema que los híbridos convencionales.

Su autonomía utilizando el sistema eléctrico suele llegar a los 60 km, a partir de los cuales utilizará el motor de explosión para desplazarse. (Tienes más información sobre los modelos híbridos en la [Guía FVS con coche](#)).



4. Las baterías



Las baterías cumplen la misión que tendría el depósito de combustible del coche convencional ya que se trata del lugar donde se almacena la energía que utilizará el vehículo para el desplazamiento.

Como norma general, una batería funciona por el movimiento de los iones entre dos electrodos, denominados ánodo y cátodo, separados por una membrana y todo el conjunto sumergido en una sustancia que funciona como conductor.

En las baterías más utilizadas actualmente, este electrolito es un líquido basado en sales de litio, mientras que en las baterías de plomo-ácido, es ácido sulfúrico.

Durante el proceso de recarga, los iones se desplazan del cátodo almacenándose



en el ánodo, para lo que necesita aporte de energía eléctrica externa; el enchufe. La liberación de la energía se produce cuando los iones se desplazan del ánodo al cátodo, energía que es aprovechada para mover el automóvil.

Tipos de baterías:

Plomo-ácido. Utilizadas en el modelo REVA y otros modelos antiguos.

En desuso debido a su peso y tamaño

Níquel-hidruro. Son las utilizadas en el modelo Prius, y acumula el doble de energía por kilo que las de plomo-ácido, pero con una vida útil limitada por el efecto memoria, ya que tienen un número limitado de recargas.

ZEBRA sodio y cloruro de níquel (Na-NiCl₂) Estas baterías son las



utilizadas en el vehículo eléctrico Think City y funcionan a temperaturas entre 200-250 °C. Suponen un gran avance en capacidad pero destinan un 10% de esta a mantener alta la temperatura, lo que puede provocar que se descargue sola, ocasionando problemas.

Ion-litio. Son las que mejor cumplen, por ahora, los requisitos para el coche eléctrico y tienen una capacidad de almacenamiento de 150 Wh por kilo. Todavía conservan parte del problema del efecto memoria ya que solo permiten unas 2.200-2.500 recargas profundas, pero esto supone unos diez

años de uso, es decir, más de la vida útil normal de un vehículo.

Es importante destacar que las baterías son la razón principal del encarecimiento de los vehículos eléctricos, por lo que podrás encontrar diferentes tipos de modo de adquisición.

Por ahora, algunas marcas incluyen el precio de las baterías directamente en el precio del vehículo, otros como Renault lo ofrecen en modo leasing, o alquiler, de modo que el precio inicial del vehículo se reduce, incrementándose el gasto mensual del alquiler, además de una tasa anual.

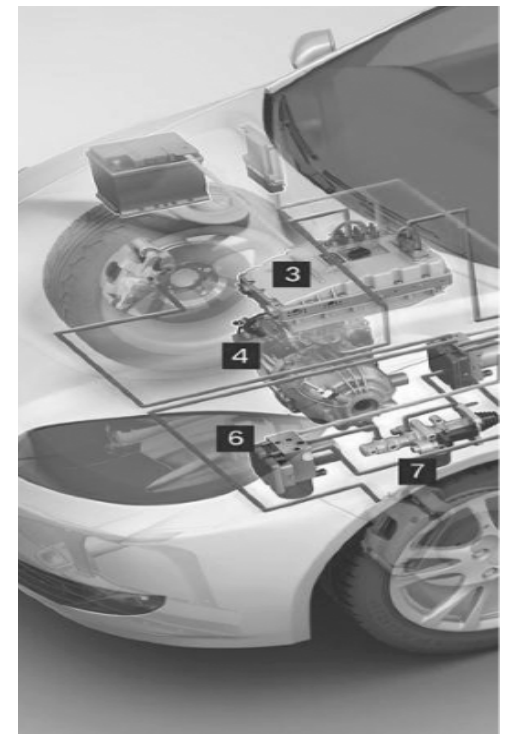
Es importante tener en cuenta este aspecto a la hora de realizar el análisis económico en detalle.

Como norma general, las baterías de ion litio funcionan de forma más eficiente a temperaturas entre 20 y 25°C y la pérdida de eficiencia llega a ser observable cuando las temperaturas bajen de -5°C, o suban de los 40°C de forma continuada.

5. Mantenimiento



Una de las grandes ventajas del coche eléctrico es su mínima necesidad de mantenimiento. Las baterías y, el coche eléctrico en general, necesitan muy poco entretenimiento, ya que el número de piezas móviles y las condiciones de presión y temperatura en el interior del motor son mucho menos extremas que en los vehículos con motor de explosión. El motor no lleva partes mecánicas que necesiten un mantenimiento programado, ni lleva aceite que deba cambiarse. El usuario únicamente tendrá que controlar el correcto funcionamiento de las ruedas, frenos y realizar una revisión anual.



6. Recarga

Mientras que la recarga del depósito de un coche convencional es una tarea sencilla, recargar la batería de un coche eléctrico, tiene una dificultad añadida: el tiempo de "llenado" de la batería. Al igual que los aparatos caseros que necesitan recargar baterías, los coches eléctricos necesitan hacerlo del mismo modo, pero usando mayores cantidades de tiempo y energía.

¿Cómo se realiza la carga?

La red de puntos de recarga públicos es todavía incipiente y puede ocasionar problemas logísticos para aquellos usuarios que decidan utilizar exclusivamente estos puntos de recarga, que además según su situación deberán sacarse una serie de tarjetas exclusivas para la recarga, como la tarjeta Movele. Además, la posibilidad de dejar el coche cargando durante la

noche, hace posible aprovechar las tarifas valle de las compañías eléctricas, que ofrecen asesoramiento y ayudas para facilitar su uso.

Para poder controlar el consumo eléctrico del vehículo es necesario dar de alta un punto de suministro individual en el lugar habitual de estacionamiento en el garaje. Para ello, basta con contactar con un instalador eléctrico autorizado que se encargará de realizar la instalación y hacer los trámites con la empresa distribuidora.

Esta acción no supone ningún problema con la comunidad de vecinos, ya que la legislación ya autoriza y facilita este tipo de instalaciones para garajes comunitarios. En concreto, la Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre Propiedad Horizontal. Art. 17 sobre los acuerdos de la Junta de Propietarios establece que **no es necesario pedir**

permiso a la comunidad de vecinos para la instalación de un punto de recarga; únicamente requiere la comunicación previa.

Para calcular el tiempo y el coste de la recarga del vehículo, es necesario habituarse a utilizar algunos términos sobre la electricidad:

Potencia del "enchufe" (kW) = Tensión (V o voltios) x Intensidad (A o amperios) x Factor de potencia/1000. Sería como "el grosor de la manguera" por la que entra la energía.

Capacidad de las baterías del coche (kWh) = viene dada por el fabricante. Sería como "el tamaño del depósito" de energía del vehículo.

Recuerda que existen dos opciones de recarga, en un enchufe casero normal, y los puestos de recarga de la calle. (aquí tienes el mapa oficial del

IDAE y el ofrecido por Electromaps con los puntos de recarga disponibles en España y Europa). <http://www.movele.es/index.php/mod.puntos/mem.mapa/re/menu.20>
<http://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/mapa>





Recarga normal

Los enchufes habituales de los domicilios ofrecen 230V de tensión y una intensidad de hasta 16 A (amperios) por fase. Su potencia de carga máxima es de 3,68 kW ($230 \times 16 / 1.000$), aunque habría que tener en cuenta pérdidas en la potencia del sistema, por lo que el dato real será alrededor de 3,13 kW.

Para un coche con una batería de 16 KWh de capacidad (como la del Peugeot iOn), tardaríamos algo más de 5 horas en completar la carga (16/3,13).

Teniendo en cuenta las pérdidas de potencia y otros factores que puedan afectar al rendimiento de la carga, los fabricantes calculan unas 6 horas para realizar una carga total en estas



condiciones. Para una batería de 24 KWh (como la del Nissan Leaf) necesitaría alrededor de 8 horas de carga.

Recarga rápida

Para realizar una recarga rápida es necesario contar con un enchufe trifásico, es decir, un punto de recarga utilizado habitualmente para usos industriales o para aquellos usos que requieran una potencia mayor de la habitual. Estos puntos de recarga tienen una potencia considerablemente superior al de los enchufes convencionales, o monofásicos. Aunque es posible hacerlo, no es habitual instalar este tipo de puntos de recarga en los domicilios particulares, pero son

cada vez más frecuentes los puntos de recarga urbanos o electrolineras.

Para este tipo de recarga, el coche dispone de un conector especial, más ancho y pesado para realizar la carga rápida. Los tiempos de recarga rápida pueden variar sustancialmente en función de las características técnicas del punto de recarga.

La mayoría suelen otorgar cerca de 11 kW de potencia máxima (casi el triple que los 3,6 kW del monofásico), por lo que podríamos recargar totalmente nuestra batería de 16 kW en algo menos de hora y media, o en cuarenta minutos realizar media carga.

Otros puntos de recarga experimentales pueden funcionar a 32 amperios en vez de 16, por lo que dan hasta 22 kW.

Con un punto de recarga de este tipo, la batería de 16 kW se cargaría completamente en solamente 40 minutos. Es importante aclarar que el precio de la energía se vería afectado por la velocidad de la carga. Evidentemente, a mayor velocidad, más cara sale la electricidad.

Los avances en los puntos de recarga ultrarrápidos están dando sus frutos, y ya existen puntos de recarga de hasta

50 kW, reduciendo de forma considerable el tiempo de repostaje aproximándolos al de los vehículos de explosión.

Sin embargo lo ideal es utilizar este tipo de cargas rápidas y ultrarrápidas para situaciones de emergencia, ya que el precio de la energía se vería afectado porque al requerir tanta potencia, pueden generar picos de demanda que alteren el correcto funcionamiento de la red.

Según el IDAE, el coste de un poste trifásico de carga rápida de 11 kW es de unos 2.000 euros si se instala en una zona cubierta o privada, y de unos 4.000 si se pone en una zona pública.

Otras opciones

Una solución alternativa a la recarga es la sustitución de baterías en estaciones de servicio especiales. Esta modalidad evitaría el problema del tiempo de recarga reduciéndolo a 5 minutos. Sin embargo este sistema aún es experimental y no está disponible.

7. ¿Sale a cuenta comprar un vehículo eléctrico?

El alto precio (en general) de estos vehículos es uno de los inconvenientes que presenta la total implantación de su uso. Sin embargo un sencillo análisis puede ayudarnos a ver si merece la pena o no realizar una compra de estas características.

Una vez descontadas las ayudas públicas, un vehículo eléctrico puede encontrarse fácilmente con un precio de entre 18.000 - 25.000 €.

Si un vehículo eléctrico consume cerca de 0,15 kWh por kilómetro y el precio de la electricidad está alrededor de los 60 € MWh recargándolo durante la noche, podemos suponer que el coste energético por kilómetro es cerca de 0,01 €. Los costes de mantenimiento pueden llegar a suponer cerca de 0,02 € por kilómetro, lo que hacen un total de 0,03 € por kilómetro.

Un coche convencional con las mismas prestaciones que uno eléctrico supone un desembolso inicial de unos 14.000€.

Un consumidor medio realiza un consumo medio en zona urbana de 7 litros de combustible cada 100 km. Con estos cálculos, y teniendo en cuenta que precio del litro de combustible oscila entre 1,3 y 1,5 €, obtenemos un coste energético entre 0,07 y 0,10 € por km recorrido. Los costes de mantenimiento son superiores al eléctrico, y suponen alrededor de 0,03 € por km, lo que hace un gasto total de 0,10 y 0,13 € por kilómetro.

Suponiendo una media de 20.000 km anuales, se tardaría entre 7 años y medio y 5 años en compensar el sobrecoste inicial de la adquisición del vehículo eléctrico frente al convencional. Este dato es muy importante, ya que el parque automovilístico se renueva

aproximadamente cada 15 años, tiempo muy superior a aquel en que el vehículo eléctrico comienza a ser más rentable que el convencional.

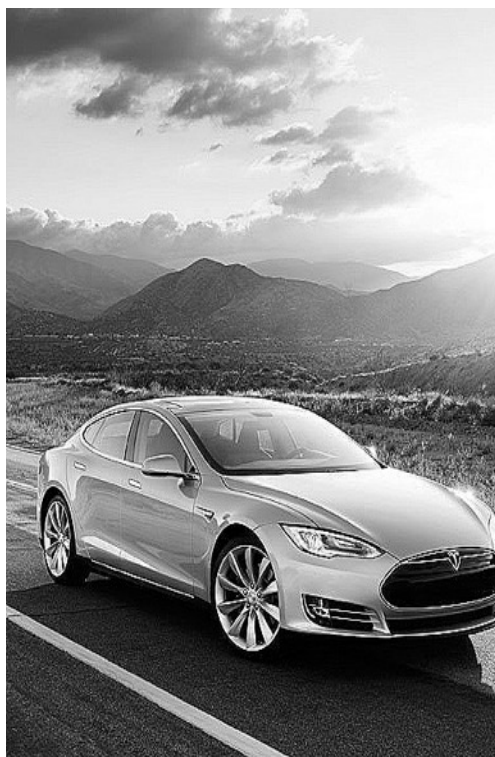
Ayudas públicas a la compra

El Plan MOVELE otorga ayudas a los vehículos eléctricos de hasta el 25% del precio final, y con un máximo de 6.500 €. Esta ayuda supone un verdadero alivio al precio inicial del coche eléctrico y ayuda a amortizarlo en un breve periodo de tiempo.

La cuantía de la ayuda dependerá del modelo en cuestión, de la autonomía eléctrica y de las características del propietario (Familia numerosa, minusválidas...). La solicitud de las ayudas se realiza a través de la web <https://www.movele2014.es/> hasta el 31 de diciembre de 2014.



8. ¿Qué coche eléctrico compro?



Actualmente podemos encontrar en venta 23 modelos de coches eléctricos, destacando Renault con 3 modelos. Para escoger cuál es el mejor coche eléctrico hay que ver qué autonomía necesitamos, qué potencia buscamos, el tamaño y cuánto estamos dispuestos a gastar.

Si es para un uso urbano diario, es recomendable escoger un utilitario o un compacto, la mayoría los coches eléctricos tienen pequeño tamaño, por lo que es donde más variedad hay.

Los mejores utilitarios disponibles son: El Citroën C-Zero, el Mitsubishi i-Miev, el Peugeot iOn y el Volkswagen e-Up. Los tres primeros comparten las mismas características, una potencia de 65 CV, una autonomía de 150 Km y un precio que ronda los 30.000€*, mientras que el Volkswagen e-Up consigue una

potencia de 82 CV y una autonomía de 160 Km por un precio de 26.300€*.

Si buscamos un coche con mayor tamaño ya pasamos a los compactos y en caso de necesitar un coche mayor pasamos a las berlinas. En el caso de las berlinas la elección es sencilla: aunque tenga un alto precio (88.000€*), el Tesla Model S deja muy atrás a sus rivales. Además de su elegante diseño, el modelo de 85 kWh tiene una autonomía de 500 Km y una potencia de 422 CV, pasando de los 0 a 100 km/h en 4,4 segundos.

Si buscamos algo más reducido en tamaño y potencia los compactos son la solución. Dentro de esta categoría hay que destacar cuatro modelos, el Renault Zoe, el BMW i3, el Nissan Leaf y el Volkswagen e-Golf.

El primer puesto de este ranking lo ocuparía el Renault Zoe gracias a su

precio 21.250€*, por el sistema de alquiler de baterías de Renault, sus 88 CV de potencia y su autonomía de 210 km. **El segundo puesto lo ocupa el Nissan Leaf**, que aunque esté descatalogado, se puede encontrar en algunos concesionarios, tiene una potencia de 109 CV, una autonomía de 175 km y su precio actual es de 27.800€*. **El tercer puesto lo ocupa BMW con su modelo i3**, gracias a sus 170 CV de potencia y su autonomía de 190 km, se puede conseguir uno por 35.500€*.

Para más información sobre modelos de coches eléctricos visita el siguiente enlace:

http://www.vidasostenible.org/observatorio/f2_final.asp?idinforme=1214

**Los precios mencionados no tienen en cuenta el descuento ofrecido por el Plan Movere 2014.*