

# Hacia un coche eléctrico renovable al cien por cien



Aumentar la cooperación entre los organismos públicos y privados en el marco del sector eólico es una necesidad. Y REOLTEC, la

plataforma tecnológica del sector eólico español, coordinada por la Asociación Empresarial Eólica (AEE) y financiada por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN), es la herramienta necesaria para ello. Optimizar la estructura del sistema de desarrollo tecnológico a través de una mayor implicación de las universidades, el aprovechamiento de las capacidades de los centros tecnológicos y laboratorios y el papel tractor de la industria son sus objetivos.

energía eólica

A. Ceña y E. Simonot • *Dirección Técnica de la Asociación Empresarial Eólica - AEE*

■ En cuanto a líneas de trabajo, la mejora de la calidad de la electricidad, la reducción de costes y el incremento de la disponibilidad de los equipos son las tres grandes líneas estratégicas imprescindibles para permitir que la energía eólica sea viable económica y técnicamente (Fig. 1). El pionero sector eólico español debe seguir trabajando en estos aspectos para mantener el liderazgo tecnológico adquirido en las últimas décadas y proponer soluciones de alta confiabilidad y calidad frente a la competencia a bajo coste de países asiáticos. De aquí el lema de REOLTEC sea: la tecnología es la clave del éxito.

Desde REOLTEC también se impulsan proyectos de I+D+i, como REVE (Regulación Eólica con Vehículos Eléctricos), del que a continuación presentamos algunos resultados.

REVE une dos sectores industriales estratégicos de la economía española: la automoción y la energía eólica. Además, REVE ha permitido que tres centros tecnológicos españoles trabajen juntos: el CENER, el CIRCE y el IREC.



Figura 1. Esquema del desarrollo tecnológico de la energía eólica en España

## 01 ■ Planteamiento del proyecto REVE

La energía eólica se ha convertido hoy en día en una fuente indispensable para el abastecimiento eléctrico, tras dos décadas de crecimiento continuo. Ha llegado a alcanzar una potencia instalada de más de 20.000 MW en 2010, año en el que, de enero a septiembre, ha cubierto más de un 15 % de la demanda energética. Sin embargo, se observa un problema cada día más presente que aún debe ser solucionado: ¿Qué hacer cuando la producción eólica es demasiado importante en las horas valle? (Fig. 2). En esos momentos la generación convencional presenta algunas condiciones regulatorias. Así, las instalaciones nucleares, las centrales de carbón y los ciclos combinados deben permanecer activos con niveles mínimos por razones técnicas y para responder en poco tiempo a caídas de la producción eólica y a las necesidades del sistema (la suma de los mínimos de producción nocturnos de cada una de estas tecnologías es de unos 12.000 MW).

# 04

artículo técnico

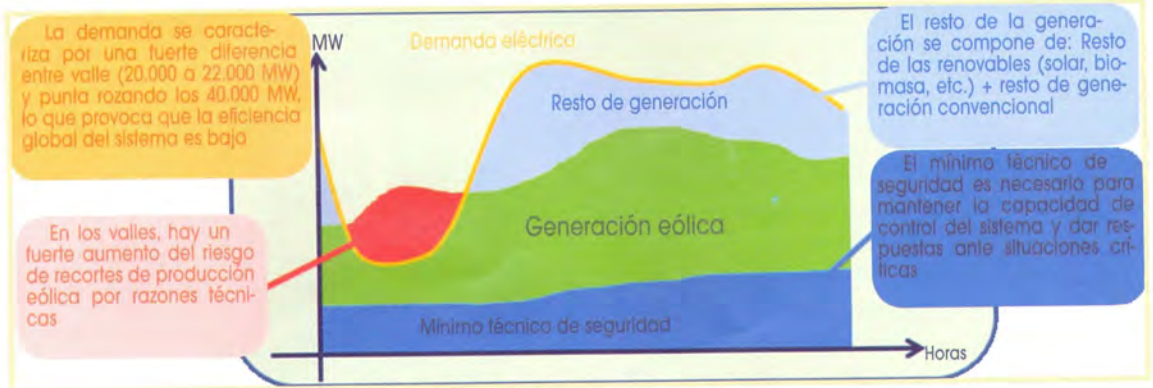


Figura 2. Riesgos de recortes en horas valle

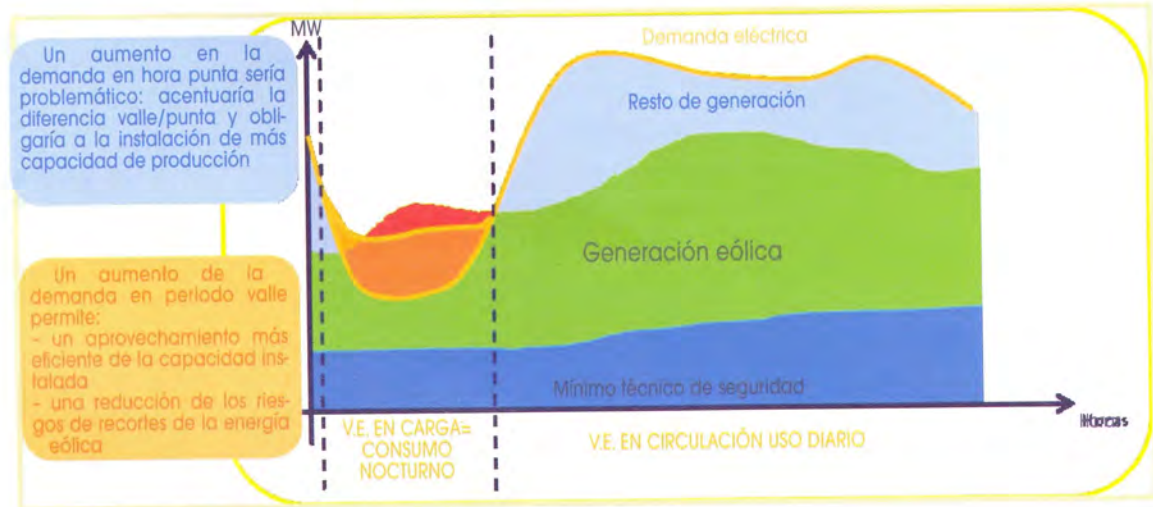


Figura 3. Incremento de demanda por la carga nocturna de vehículos eléctricos

TABLA 1. TIEMPOS DE RECARGA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Carga de coche a l constante	8 A	10 A	15 A	32 A	250 A
Tiempo de recarga (h/V.E.)	8,2	6,5	4,3	2,0	0,3

Además, hay otro hecho a tener en cuenta: la demanda durante el valle nocturno muestra cierta rigidez a aumentar debido a la caída de la actividad industrial, por lo que la potencia eólica instalada, en constante crecimiento, ve su margen de potencia en las horas valle reducirse año tras año. En esta coyuntura, los riesgos de recortes de la generación eólica son cada vez más altos, ya que al no disponer de sistemas de almacenamiento suficientes (el bombeo tiene limitaciones), la única solución viable actualmente es parar los aerogeneradores. De acuerdo con el estudio de penetración del régimen especial de REE, solo en el año 2014 se corre el riesgo de perder entre un 3% y un 10% de la producción de los parques eólicos.

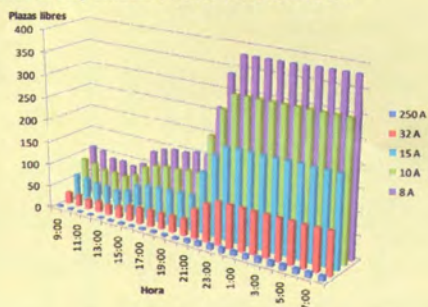
La generación eólica seguirá creciendo y será necesario encontrar las soluciones técnicas para asegurar su correcta integración en las redes eléctricas, ya que a nivel regulatorio tiene prioridad de acceso sobre tecnologías convencionales.

Ante estas dificultades, la regulación técnica que permitiría un dispositivo de almacenamiento constituido por las baterías de un parque de vehículos eléctricos permitiría gestionar la curva de carga: las baterías pueden recargarse cuando "sobra" electricidad de origen eólico. Este método se basa primero en la electrificación de la automoción, que ayudará al crecimiento de la demanda, y, segundo, en una de las características fundamentales de las baterías: la separación temporal entre el momento de consumo eléctrico conectado a la red y el consumo de esta energía en el circuito interno del vehículo (Fig. 3).

Desde AEE y REOLTEC se defiende que el impulso del coche eléctrico sólo tiene sentido si es alimentado por energías renovables. La ventaja estratégica reside en el hecho de sustituir el petróleo por una electricidad producida de forma limpia y a base de recursos autóctonos, mejorando de esta forma los balances tanto económicos como ecológicos del sector del transporte, mediante la dinamización de los sectores de las energías renovables y de la construcción del automóvil. En este marco, la experiencia tecnológica y la madurez del sector

**Escenario 1 / Centro de trabajo: Parking de 350 plazas - 2 transformadores 10 kV/400V - 1.250 kVA**

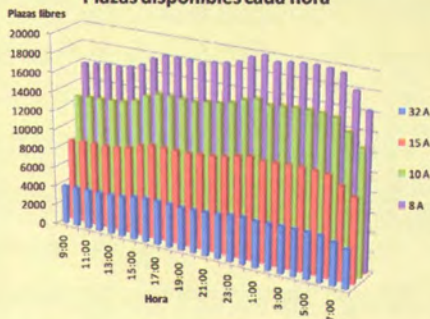
Plazas disponibles con un transformador



Con una intensidad de carga de 15 A y dos transformadores. Un centenar de plazas estarían disponibles para cargar coches a lo largo del día (30%). Un coche que llegue por la mañana cargado al 40% sería plenamente cargado en 2 horas y 30 min. La introducción de 5 plazas de recarga extra rápidas obligaría a quitar el 90% de las plazas para carga normal.

**Escenario 2 / Polígono industrial: 300 naves, 10 plazas por naves: 3.000 plazas - 2 transformadores de 40 MVA cada uno**

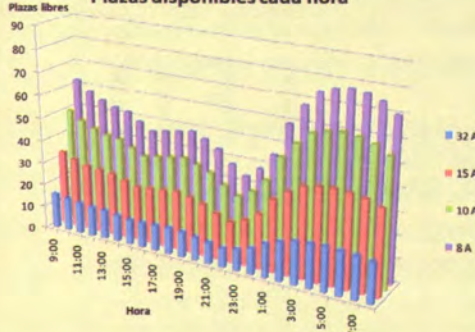
Plazas disponibles cada hora



En este escenario, la infraestructura es suficiente para utilizar las 3.000 plazas del parking como puntos de carga, incluso a 32 A. Todos los vehículos del polígono podrían cargarse en 2 horas.

**Escenario 3 / Bloque de vivienda: 60 plazas de parking - Viviendas con una potencia media contratada de 5,5 kW**

Plazas disponibles cada hora



Entre las 23:00 y las 6:00, y por una intensidad de carga de 8 A, las 60 plazas de parking están disponibles para la recarga. A lo largo de la noche, la infraestructura es suficiente para recargar las baterías de los vehículos conectados.

Fuente: CIRCE

eólico son un bagaje adecuado para participar en futuros desarrollos de la infraestructura necesaria para la carga de estos vehículos.

# 02. Integración del parque de vehículos eléctricos en el sistema eléctrico

Según Red Eléctrica de España, con la capacidad de generación del sistema eléctrico español se produciría suficiente energía como para abastecer en torno a seis millones de vehículos eléctricos. Pero el aumento del número de vehículos eléctricos va a ser limitado por el desarrollo de las redes eléctricas, y fundamentalmente por las redes de distribución. La introducción del coche eléctrico va a suponer un aumento progresivo del consumo eléctrico en los lugares donde se podrá recargar: calles, *parkings* públicos o garajes privados, por ejemplo. Muchos de estos sitios no disponen en la actualidad de la infraestructura adecuada y será necesario, además de

**TABLA 3. DATOS DE PARTIDA DEL MODELO REVE (CENER) - SISTEMA DE GENERACIÓN<sup>2</sup>**

Capacidad (MW)	2009	2012	2016	2020
Eólica ( <i>onshore</i> )	17.000	22.000	29.000	40.000
Eólica ( <i>offshore</i> )	-	-	1.000	5.000
Hidráulica	16.700	17.600	19.600	21.400
Minihidráulica	2.000	2.100	2.500	3.000
Solar fotovoltaica	3.000	4.500	6.500	8.500
Solar termoeléctrica	800	2.000	4.500	7.000
Cogeneración	7.100	7.400	8.000	8.500
RSU & Biomasa	1.500	3.100	3.700	4.200

**TABLA 4. DATOS DE PARTIDA DEL MODELO REVE (CENER) - PARQUE AUTOMOVILÍSTICO<sup>3</sup>**

	2012	2016	2020
Demanda en b.c. (TWh)	286,5	310,1	335,7
Vehículos eléctricos (millones uds)	0,4	1,0	3,0
Demanda de los VE. (TWh/año)	1,10	2,74	8,21
Aumento de la demanda peninsular de electricidad	0,4%	0,9%	2,4%

ampliar la red de distribución, la instalación de puntos de recarga específicos para vehículos eléctricos. En un escenario de integración progresiva de estos vehículos y, en consecuencia, de incremento paulatino de la demanda eléctrica, no supondrá grandes cambios en la gestión del sistema de generación ni en la red de transporte. El primer nivel afectado por el coche eléctrico será el de la red de distribución, donde enchufaremos nuestros vehículos. En los escenarios reflejados en la Tabla 2 se presenta el número de coches<sup>1</sup> que se podrían recargar a cada hora del día (teniendo en cuenta la demanda ya existente en cada caso), y diferentes intensidades de recarga que corresponden a tiempos de recarga diferentes (Tabla 1).

Estos resultados muestran que la infraestructura de distribución de electricidad no limitará la introducción progresiva del vehículo eléctrico. Desde el punto de vista de la red, el escenario 3 de la vivienda es el más ventajoso, dado que corresponde a un consumo nocturno y usa la red de distribución en momentos de poca demanda, lo que permite suavizar la curva de carga. Sin embargo, el escenario 1 del centro de trabajo es más problemático, dado que solicita la red de distribución en momentos de fuerte uso y supone una demanda adicional de electricidad durante las puntas de la mañana y de la tarde.

En los tres escenarios es necesaria la electrificación de las plazas de *parking* y la instalación de contadores y puntos de carga con dispositivos de identificación del usuario, ya que en centros de trabajo o polígonos industriales no hay plazas fijas y en el escenario de un bloque de viviendas las plazas de *parking* pueden no pertenecer a los propietarios de las viviendas.

## 03 ■ Impacto de la introducción de los vehículos eléctricos en el sistema eléctrico

Dentro del proyecto REVE se realizó una simulación de la estructura de generación de electricidad en el año 2020 y del posible parque de vehículos eléctricos a conectar. Las Tablas 3 y 4 muestran los datos de partida de esta modelización.

<sup>1</sup>: Capacidad de las baterías = 15 kWh.

<sup>2</sup>: Para las energías convencionales, se calculan las potencias necesarias para garantizar la seguridad de suministro.

<sup>3</sup>: Se considera un consumo medio de los V.E. de 7,5 kWh / día / V.E.

**TABLA 5. REDUCCIÓN DE RECORTES A LA EÓLICA EN 2020 - ESCENARIOS REVE (CENER)**

Recortes a 2020 / Mínimo técnico de seguridad: 12.000 MW	Periodos diurnos		Periodos nocturnos	
	Producción vertida	Pérdidas estimadas	Producción vertida	Pérdidas estimadas
Sin V.E.	0,95%	57 M€/año	1,60%	96 M€/año
Con V.E.	0,28%	17 M€/año	0,55%	34 M€/año

**TABLA 6. IMPORTACIONES DE COMBUSTIBLES FÓSILES EN EL ESCENARIO REVE (CENER)**

Reducción de importaciones (M€)	2009	2012	2016	2020
Reducción de importaciones de materias primas en el sector del transporte (M€)	-	229,7	657,0	2.246,1
Aumento de importaciones de materias primas para la generación eléctrica (M€)	-	41,6	100,8	284,0
Precio del petróleo (€/barril)	56	64	78	95
Ahorro en importaciones de materias primas (M€)	-	188,1	556,2	1.962,2

**TABLA 7. EMISIONES DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO EN EL ESCENARIO REVE (CENER)**

Emisiones (MtCO <sub>2</sub> )*	2009	2012	2016	2020
Emisiones medias Vehículo Convencional (gr CO <sub>2</sub> /km)	180	170	160	150
Evitadas en automoción	-	1,5	3,5	9,9
Aumento derivado generación eléctrica	-	0,4	0,9	2,7
Emisiones evitadas	-	1,1	2,6	7,2

## 03.1. Impacto en la curva de la demanda y reducción de los riesgos de recortes a la eólica

Según el escenario REVE, al horizonte 2020 la introducción de tres millones de vehículos eléctricos permitiría reducir alrededor de tres veces los riesgos de recortes para la energía eólica y, por lo tanto, las pérdidas, tanto en periodos diurnos como nocturnos (Tabla 5).

## 03.2. Impacto en las importaciones de materias primas y emisiones de CO<sub>2</sub>

La sustitución de tres millones de vehículos con motores de combustión por vehículos eléctrico hasta el año 2020 supone una reducción de importaciones de combustibles para el sector del transporte, pero un aumento de las mismas para la generación eléctrica (Tabla 6).

La utilización de vehículos eléctricos supondrá un ahorro, dado que desplazará parte del consumo energético del transporte hacia el sector eléctrico, cada vez más independiente de los combustibles fósiles, gracias a una creciente penetración de las energías renovables.

Por otra parte, la introducción de vehículos eléctricos tiene un impacto en las emisiones de CO<sub>2</sub>: evitan emisiones debidas al sector del transporte y las desplazan parcialmente al sector eléctrico (Tabla 7).

Esto tiene un efecto global de reducción de emisiones de gases invernaderos, pero también permite la disminución de las emisiones en ámbitos urbanos, zona de predilección para el uso de estos vehículos.

El REVE demuestra la existencia de una relación interesante entre energía eólica y vehículo eléctrico para la sostenibilidad global del sistema eléctrico español. Estos dos sectores de la economía verde son muy complementarios: la energía eólica, fuente de energía renovable y ahora de "combustible alternativo" para el vehículo eléctrico, símbolo este último del cambio de modelo energético en un sector de referencia como es el del automóvil. 